

## (12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 54631 B1** (51) Cl. internationale : **F28F 1/14**

(43) Date de publication :  
**30.08.2024**

---

(21) N° Dépôt :  
**54631**

(22) Date de Dépôt :  
**06.10.2021**

(71) Demandeur(s) :  
**Université Internationale de RABAT , PARC TECNOPOLIS RABAT SHORE CAMPUS  
UNIVERSITAIRE UIR ROCADE RABAT SALE 11100 SALA ELJADIDA (MA)**

(72) Inventeur(s) :  
**Benabdellah Abdellatif ; El Maakoul Anas ; FEDDI KAWTAR**

(74) Mandataire :  
**BOUYA Mohsine**

---

(54) Titre : **Echangeur de chaleur avec ailettes triangulaires**

(57) Abrégé : Un échangeur de chaleur tubulaire dont le tube interne dispose d'ailettes longitudinale avec une forme triangulaire. La longueur de l'échangeur est modifiable vu sa fabrication en blocs. La géométrie en question est une altération de la géométrie des ailettes longitudinales conventionnelles. Cette modification permettra l'augmentation de la surface d'échange. De ce fait, la présente invention permettra à obtenir un échangeur fournissant un meilleur coefficient d'échange tout en gardant la même masse.

**Echangeur de chaleur avec ailettes triangulaires****Abrégé :**

La présente invention concerne un échangeur de chaleur tubulaire à ailettes longitudinale d'une forme triangulaire à angle droit susceptibles d'être montées avec serrage sur des rainures longitudinales usinées sur la surface extérieure du tube de l'échangeur. Ce dernier forme avec les ailettes un bloc destiné à se connecter à d'autres blocs selon la longueur finale souhaité de l'échangeur.

### ***Echangeur de chaleur avec ailettes triangulaires***

#### **Domaine de l'invention :**

*L'invention concerne une nouvelles Technologies d'échange de chaleur.*

#### **Résumé**

Un échangeur de chaleur tubulaire dont le tube interne dispose d'ailettes longitudinale avec une forme triangulaire. La longueur de l'échangeur est modifiable vu sa fabrication en blocs. La géométrie en question est une altération de la géométrie des ailettes longitudinales conventionnelles. Cette modification permettra l'augmentation de la surface d'échange. De ce fait, la présente invention permettra à obtenir un échangeur fournissant un meilleur coefficient d'échange tout en gardant la même masse.

#### **Contexte de l'invention :**

Les échangeurs de chaleur ont un rôle très important dans beaucoup d'applications industriels comme l'industrie chimique, les applications de froid, l'automobile... Les échangeurs thermiques tubulaires font partie des échangeurs utilisés dans l'industrie pour leur conception flexible, la facilité de leur maintenance ainsi que la possibilité de de fonctionner sous une vaste plage de températures.

L'une des méthodes d'améliorer la capacité de transfert de chaleur est d'ajouter des éléments métalliques appelées ailettes sur le tube interne, pour ainsi augmenter la surface d'échange. Altérer la géométrie des ailettes entraine à la modification des caractéristiques de l'écoulement de fluide favorisant ainsi l'amélioration de l'échange thermique.

#### **Indentification de l'invention**

L'invention exposée est un échangeur thermique dont le tube intérieur a été modifié. Des ailettes ayant la forme de triangles ont été ajoutées à la surface latérale externe de ce tube. L'ensemble est fabriqué en aluminium.

#### **Description des dessins et mode de réalisation de l'invention**

Le tube intérieur de l'échangeur thermique proposé sera fabriqué en aluminium, en passant par plusieurs procédés de fabrication. Tout d'abord, le tube est obtenu par extrusion de l'aluminium à travers une filière convenable. Ensuite, sur la surface externe de ce tube seront réalisés des enlèvements de matières comme montrés dans la Figure 1.

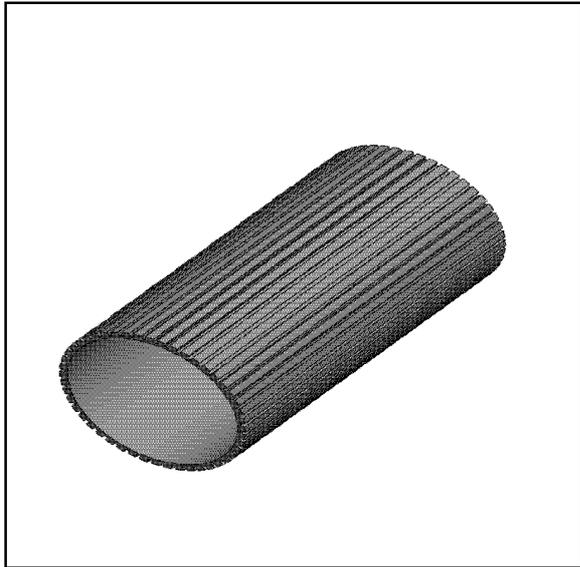
Les ailettes quant à elles (Figure 2), seront fabriquées sur une machine découpe laser sur des tôles de 0,8mm. Le montage se fera grâce à un ajustement par serrage entre ces deux éléments pour obtenir l'élément du tube sur la Figure 3.

L'assemblage des éléments présentés sur la figure 3 va donner un tube interne de l'échangeur dont la longueur est modifiable. (Figure 4)

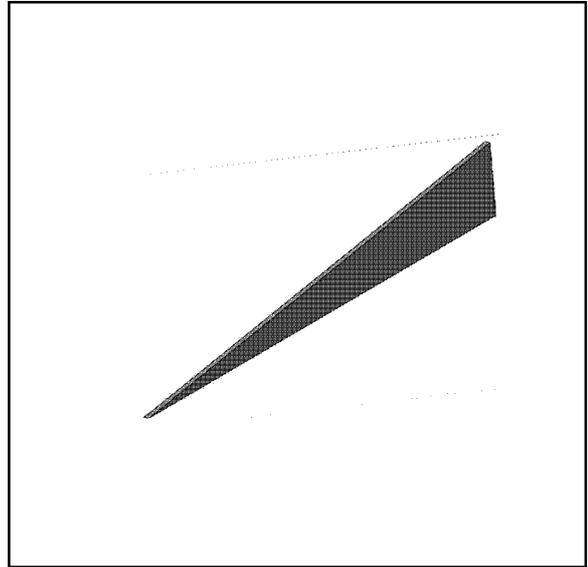
## Revendications :

1. Un échangeur de chaleur tubulaire à ailettes longitudinale d'une forme triangulaire caractérisé en ce que le tube intérieur de l'échangeur comporte des rainures longitudinales de largeurs uniformes inférieure ou égale à l'épaisseur des ailettes de façon à pouvoir les monter avec serrage dans ces rainures.
2. Un échangeur de chaleur tubulaire à ailettes longitudinales selon la revendication 1 caractérisé en ce que les ailettes sont de forme triangulaire à angle droit et sont serrées dans les rainures de façon alternée en obtenant ainsi d'orientations opposées pour chaque deux ailettes successives.
3. Un échangeur de chaleur tubulaire à ailettes longitudinales selon la revendication précédente caractérisé en ce que l'échangeur est formé de blocs interconnectés selon la longueur souhaitée et que la longueur des ailettes est égale à la longueur des blocs.
4. Procédé de fabrication de l'échangeur de chaleur tubulaire à ailettes longitudinales de la revendication 1 composé des étapes suivantes :
  - Obtention du tube intérieur par extrusion d'aluminium.
  - Usinage des rainures sur la surface extérieure dudit tube à largeur uniforme est inférieure à l'épaisseur des ailettes.
  - Fabrication des ailettes par découpe laser de tôle métallique selon une forme triangulaire à angle droit et de longueur égale à la longueur du bloc tubulaire.
  - Montage des ailettes avec serrage dans les rainures tubulaires.

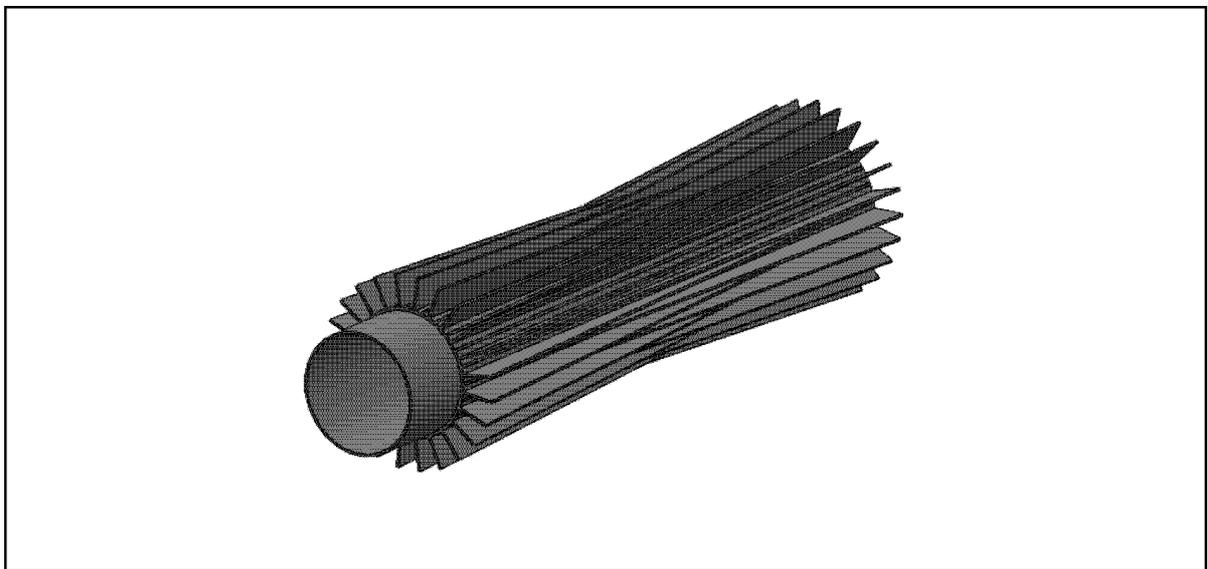
*Figure 1 :*



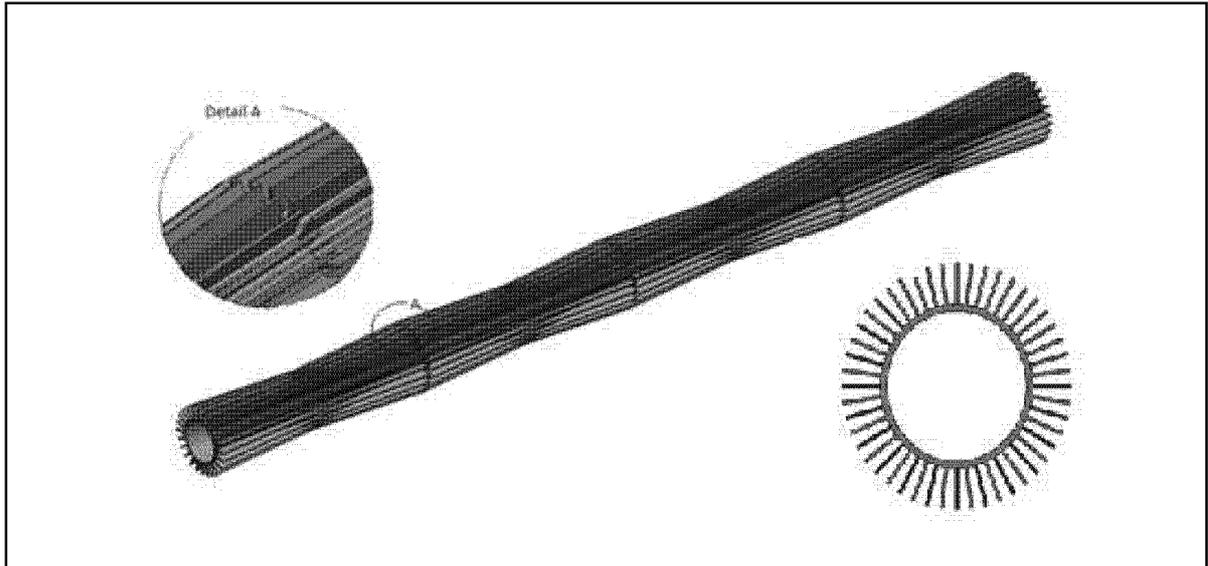
*Figure 2 :*



*Figure 3 :*



*Figure 4 :*



**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 : 54631  | Date de dépôt : 06/10/2021                   |
| Déposant : Université Internationale de RABAT   |  |
| Intitulé de l'invention : Echangeur de chaleur avec ailettes triangulaires  |  |
| 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 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  |  |
| <b>Examineur:</b> Mohamed EL KINANI   | Date d'établissement du rapport : 15/04/2022 |
| <b>Téléphone:</b> 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  
1 Page
- Revendications  
1-4
- Planches de dessin  
2 Pages

**Partie 2 : Rapport de recherche**

Classement de l'objet de la demande :

CIB : F28F1/14

CPC : F28F2215/00

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, IEEE, ORBIT

| Catégorie* | Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents   | N° des revendications visées |
|------------|--|------------------------------|
| X          | Anas El Maakoul et al. ; Energy Conversion and Management 210(17):112710, DOI:10.1016/j.enconman.2020.112710; 04/2020  | 1                            |
| Y          |  | 4                            |
| A          |  | 2, 3                         |
| X          | S Basavarajappa et al.; Journal of Physics: Conference Series, Volume 1473, International Conference on Thermo-fluids and Energy Systems (ICTES2019) 27-28 December 2019 | 1                            |
| Y          |  | 4                            |
| A          |  | 2, 3                         |
| Y          | EP2801110A1 ; SAPA AB [SE]; 12/ 11/2014  | 4                            |

**\*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**

La demande ne satisfait pas aux exigences de l'article 34 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, la description n'étant pas claire. En effet :

Il est décrit dans la description que « altérer la géométrie des ailettes entraîne à la modification des caractéristiques de l'écoulement de fluide favorisant ainsi l'amélioration de l'échange thermique ». Alors qu'il est évident que l'altération de la géométrie des ailettes entraînera la modification des caractéristiques de l'écoulement du fluide, cependant, une telle modification de l'écoulement issue d'une simple altération géométrique n'entraînerait pas nécessairement une « amélioration » de l'échange thermique. La description ne comporte pas d'indication sur la manière où, en particulier, la forme triangulaire adoptée, pourrait avoir comme effet avantageux sur les caractéristiques de l'écoulement par rapport à une forme rectangulaire existante. De plus, dans le résumé, il est décrit que « Cette modification permettra l'augmentation de la surface d'échange. De ce fait, la présente invention permettra à obtenir un échangeur fournissant un meilleur coefficient d'échange tout en gardant la même masse ». Un homme du métier ne saurait pas, à partir de cette allégation, quelles caractéristiques techniques lui permettront d'augmenter la surface d'échange tout en gardant la même masse, en passant d'une forme rectangulaire à une forme triangulaire à angle droit, sachant que la somme des aires de surfaces de deux ailettes triangulaires à angle droit est égale à la surface d'une ailette rectangulaire (pour une même longueur et hauteur supposées de l'ailette ».

Par conséquent, la description de la présente invention n'est pas exposée d'une façon suffisamment claire et complète en divulguant des informations suffisantes permettant à un homme du métier, sans expérimentation excessive, d'exécuter l'invention connue de l'inventeur à la date du dépôt, contrairement à ce qui est exigé dans l'article 34 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

La revendication 1 ne satisfait pas aux exigences de l'article 35 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, ladite revendication tente de définir le dispositif énoncé par une méthode d'obtention dudit dispositif. En effet, la formulation « caractérisé en ce que le tube intérieur de l'échangeur comporte des rainures... » est en discordance avec ce qui a été décrit dans la description et figures, ledit tube intérieur ne comporte pas de telle rainures dans sans « état fini », celles-ci ne sont présente dans ledit tube que dans un « état intermédiaire » lors du procédé de réalisation.

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

|                          |   |            |
|--------------------------|---|------------|
| Nouveauté                | Revendications 1-4<br>Revendications aucune | Oui<br>Non |
| Activité inventive       | Revendications 2, 3<br>Revendications 1, 4  | Oui<br>Non |
| Application Industrielle | Revendications 1-4<br>Revendications aucune | Oui<br>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 : CN105973053A  
D2 : WO2016096042A1

**1. Nouveauté**

Aucun document de l'état de la technique ne divulgue un échangeur de chaleur tubulaire à ailettes longitudinales tel que décrit dans la revendication 1 de la présente demande.

D'où l'objet de la revendication indépendante 1 est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Par conséquent, l'objet de la revendication indépendante de procédé 4 et l'objet des revendications dépendantes 2, 3 est également nouveau.

**2. Activité inventive**

Le document D1 considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 divulgue un échangeur de chaleur tubulaire à ailettes longitudinales rectangulaires.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de cet échangeur connu en ce que les ailettes sont de forme triangulaire.

Comme mentionné dans les objections de clarté (Cadre 4 ci-dessus), la caractéristique distinctive consistant à donner une forme triangulaire aux ailettes n'est pas exposée d'une manière permettant de ressortir un effet technique susceptible de justifier une activité inventive. Cette caractéristique est alors considérée comme un simple choix de conception évident étant donné que les avantages techniques découlant de cette modification géométrique ne sont pas exposés.

D'où l'objet de la revendication indépendantes 1 n'est pas considéré comme impliquant une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Le document D3 divulgue un échangeur de chaleur et un procédé de fabrication de de celui-ci comprenant les étapes :

- Obtention du profilé par extrusion d'aluminium ;
- Usinage des rainures sur la surface extérieure dudit profilé ;
- Montage des ailettes avec serrage dans les rainures.

Le document D3 décrit également (revendication 2) que les dimensions des rainures et les dimensions des extensions sont adaptées pour une interconnexion à ajustement serré.

Il serait alors évident pour l'homme du métier désireux de parvenir à la fabrication d'un échangeur de chaleur tubulaire à ailettes triangulaire longitudinales selon la revendication 1, d'appliquer le même procédé de D3, sans faire preuve d'esprit inventif.

D'où l'objet de la revendication indépendantes 4 n'est pas considéré comme impliquant une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

L'objet des revendications 2, 3 n'est ni ne décrit ni rendu évident dans l'art antérieur et est donc considéré comme impliquant une activité inventive au sens de 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.