

## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 60472 A1**
- (51) Cl. internationale : **H01Q 19/00; H01Q 21/00; H01Q 9/00; H01P 3/121; H01Q 1/38; G02B 1/002**
- (43) Date de publication : **29.11.2024**
- 
- (21) N° Dépôt : **60472**
- (22) Date de Dépôt : **25.05.2023**
- (71) Demandeur(s) : **Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Route d'Immouzer BP 2626, 30000 FES (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **EL GHZAOUI Mohammed**
- (74) Mandataire : **IBNSOUDA Saad**
- 
- (54) Titre : **Antenne sous-térahertz à base des cellules métamatériaux pour les applications 6G**
- (57) Abrégé : L'invention concerne une antenne à base des cellules métamatériaux pour les applications 6G dans la bande sous-térahertz; l'antenne comprend un substrat diélectrique qui est pourvu d'une première surface latérale et d'une seconde surface latérale qui sont opposées l'une à l'autre; la ligne microruban, le patch et les cellules métamatériaux sont disposée sur la première surface latérale; le plan de masse est disposée sur la deuxième surface latérale; le guide d'ondes intégré au substrat est synthétisé en mettant deux rangées de vias métalliques dans le substrat. Les cellules métamatériaux ont été ajoutés à l'antenne qui a été imprimée sur un guide d'ondes intégré au substrat pour améliorer ses performances en ce qui concerne les paramètres critiques tels que le gain et la bande passante ainsi que le rapport axial; ces cellules métamatériaux ont été placées entre deux ports d'onde, l'une le long de l'axe z négatif et l'autre le long de l'axe z positif; lesdites cellules ont été élaborés avec des indices de réfraction proche de Zéro et une perméabilité négatif. L'antenne conçue présente des avantages intéressants tels que : une large bande de couverture et une polarisation circulaire. Ces excellentes performances rendent cette antenne très prometteuse pour les applications 6G dans la bande sous-térahertz.

## ABRÉGÉ

L'invention concerne un système Écologique intégré pour le traitement combiné, biologique et physico-chimique simultané des eaux usées décentralisées, comprenant les étapes suivantes :

- **Prétraitement** : un ouvrage de prétraitement pour la séparation solide-liquide.
- **Activation biologique naturelle** : un ouvrage d'activation biologique naturelle.
- **Réacteur composite poreux à flux vertical continu** : un réacteur composite poreux à flux vertical continu conçu à base de matériaux naturels, écologiques, et omniprésents à bas prix. Les matériaux sont disposés en un motif de chicanes pour éviter le colmatage, en alternant deux unités distinctes : les unités composites concaves et les unités de grains poreux.
- **Unités composites** : les unités composites sont de forme concave pour prolonger le temps de séjour de l'effluent avec les différents matériaux du réacteur. Les matériaux des unités composites incluant la silice, l'argile (le kaolin, la dolomite, la smectite), l'argile modifiée, les copeaux de l'écorce de chêne et d'Eucalyptus, le jute (*Corchorus capsularis*), le charbon, les cendres, les débris de l'aluminium, les débris de fer, la boue activée, et la roche calcaire (carbonates de calcium et calcaire jaune).
- **Unités de grains poreux** : les unités de grains poreux entourent verticalement et horizontalement les unités composites, assurent la dispersion maximale des eaux usées, et promeuvent la capacité du réacteur à recevoir des débits considérables. Les unités de grains poreux sont constituées à base de particules de gravier, de gravier enrobé, de galets, de zéolite (naturelle et synthétique), de grès, et de l'argile cuite, et le calcaire (carbonates de calcium et calcaire jaune).
- **Ajustement de la composition** : le nombre d'unités et les pourcentages de composition des matériaux des unités composites et des unités de grains poreux sont ajustables en fonction de la typologie des eaux usées brutes et des objectifs de réutilisation à la sortie du système.
- **Stockage des eaux traitées** : la sortie basse du réacteur composite est connectée à un ouvrage opaque de stockage des eaux traitées, qui sont d'une qualité meilleure pour faire l'objet d'une réutilisation multi-fin sur le site.

## **Procédé intégré de traitement des eaux usées décentralisée par un réacteur composite poreux à flux vertical continu**

### **DESCRIPTION**

**[001] Titre de l'invention :** Procédé intégré de traitement des eaux usées décentralisée par un réacteur composite poreux à flux vertical continu.

**[002] Contexte de l'invention :** Actuellement, l'assainissement décentralisé à travers le monde connaît un retard considérable suite à des contraintes d'ordre institutionnel, technique et financier. Les budgets limités auprès de la majorité des collectivités isolées et celles dispersées, ainsi que la topographie accidentée entravent la mise en place des réseaux d'assainissement et des systèmes de traitement collectifs dans la majorité de ces zones.

Ceci pousse les ménages et les industriels décentralisés à déverser aléatoirement leurs eaux usées brutes sans traitement préalable, ou dans le meilleur des cas après leur passage par des fosses septiques ou puits perdus rudimentaires. La pollution générée par ces déversements anarchiques constitue une menace imminente pour l'environnement avoisinant les lieux d'épandage, et pourra induire des dommages irréversibles aux écosystèmes récepteurs et au bien-être des populations.

Par conséquent, Les contraintes précitées imposent l'ultime choix de technologies de traitement efficaces de type extensif à bas prix aussi bien pour la mise en place que pendant l'exploitation, et qui peuvent coiffer toute forme de terrain pour traiter les eaux usées générées individuellement ou par des petites et moyennes collectivités isolées. En outre, et vu la pénurie d'eau actuelle, ladite technologie doit assurer une eau traitée de qualité meilleure pour faire l'objet d'une réutilisation multi-fin sur le site.

**[003] État de la technique :** Parmi les procédés extensifs les plus utilisés à travers le monde pour le traitement des eaux usées décentralisées on trouve les lits bactériens, les filtres plantés et zones humides, le lagunage naturel, et l'infiltration percolation à travers les couches et les tranchées de sol et de sable. Cependant, l'usage prolongé de ces technologies a mené les décideurs et exploitants à constater plusieurs défaillances telles que l'emprise énorme du terrain, l'incapacité du traitement des débits importants, la sensibilité au colmatage et aux variations des charges polluantes, l'aspect verdâtre des eaux traitées, le dégagement des odeurs

nauséabondes, les frais exorbitants de la maintenance périodique, ainsi que les performances épuratoires insuffisantes pour se conformer aux normes de rejet et/ou de réutilisation sur le site.

**[004] Notre invention :** Procédé intégré de traitement des eaux usées décentralisées par un réacteur composite poreux à flux vertical continu qui résout efficacement les défaillances mentionnées dans la section précédente grâce aux avantages suivants :

- Configuration interne anti-colmatage pour garantir un fonctionnement continu et une maintenance réduite ;
- Utilisation de matériaux de composition du réacteur composite peu coûteux et disponibles partout pour minimiser les coûts d'investissement et de maintenance ;
- Personnalisation de la composition du réacteur en fonction de la typologie des eaux usées à l'entrée et du niveau de traitement ciblé à la sortie pour maximiser l'efficacité du traitement et économiser les ressources ;
- Performances supérieures de traitement des eaux usées générées individuellement et/ou par des petites et moyennes collectivités ou par les industriels décentralisés, avec une possibilité de réutilisation multi-fin des eaux traitées sur le site ;
- Résistance aux chocs hydrauliques et aux variations des conditions climatiques et des charges polluantes pour garantir une stabilité du fonctionnement ;
- Capacité de traitement des débits importants allant jusqu'à  $6\text{m}^3/\text{m}^2/\text{j}$  pour répondre aux besoins des zones rurales, péri-urbaines et des unités industrielles décentralisées ;
- Alimentation verticale gravitaire sans besoin d'énergie ni d'entretien, ce qui réduit significativement les coûts d'exploitation et d'entretien ;
- Possibilité de recyclage et réutilisation des déchets des industries métallurgique, de construction et de pyrolyse de bois comme des matériaux de composition pour le réacteur composite vertical à flux continu ;
- Durée de vie prolongée dépassant 20 années d'utilisation consécutive pour garantir une utilisation à long terme et une rentabilité.

En résumé, notre procédé offre une solution intégrée rentable, durable et efficace pour le traitement des eaux usées domestiques et industrielles décentralisées, répondant aux besoins des collectivités et des industries à petite et moyenne échelle.

**[005] Mode de réalisation :** L'invention concerne un procédé de traitement des eaux usées, comprenant les étapes suivantes :

1. Prétraitement : Les eaux usées domestiques ou industrielles sont acheminées vers un ouvrage de prétraitement (4) via une conduite en PVC (1) de diamètre variable. Ce prétraitement comprend un dégrilleur (3) pour éliminer les déchets grossiers et des escaliers en béton (2) pour oxygéner l'effluent et favoriser la décantation des sables.
2. Traitement primaire : Les eaux usées sont ensuite dirigées vers un ouvrage d'activation biologique (6) connecté au prétraitement via une conduite en PVC (5). Cet ouvrage compartimenté permet la séparation des matières flottantes et des matières en suspension par décantation gravitaire. Deux trappes de contrôle (7) sont installées pour faciliter la vidange des matières flottantes et décantées. Le chauffage naturel par les rayonnements solaires (8) active et renforce la dégradation biologique des polluants, permettant un abattement jusqu'à 45%.
3. Régulation du débit : Une vanne (10) est installée sur la conduite de sortie (9) de l'ouvrage de traitement primaire (6) pour contrôler le flux d'alimentation des réacteurs composites poreux à flux vertical continu en aval.
4. Traitement secondaire : Les eaux usées sont traitées dans un ou plusieurs réacteurs composites poreux à flux vertical continu (11), de forme parallélépipédique et composés de matériaux naturels, écologiques et économiques. Les matériaux composites sont disposés en motif de chicanes verticales et horizontales, alternant entre les unités composites (12) et les unités des grains poreux (13). Chaque matériau possède un rôle spécifique dans le traitement des eaux usées. Les réacteurs composites poreux sont alimentés par gravité du haut en bas par un maillage de conduites (15), dispatchées équitablement sur leur surface haute pour une meilleure dispersion, et ils sont dotés dans leur partie basse d'une couche de drainage (14) en galets grossiers.
5. Configuration des réacteurs : Les réacteurs composites verticaux poreux peuvent être assemblés en série (16) ou en parallèle (17) selon les contraintes du terrain et les objectifs

de traitement. Le nombre d'unités composites réparties dépend du débit entrant et des objectifs de réutilisation.

6. Régulation de l'écoulement : La conduite de sortie (18) du/des réacteur(s) composite(s) est munie d'une vanne (19) pour contrôler l'écoulement et la hauteur mouillée à l'intérieur du réacteur.
7. Stockage et réutilisation : Les eaux traitées sont stockées dans un bassin de stockage (20) construit à partir de matériaux opaques pour éviter la prolifération des algues. Les dimensions du bassin sont ajustables en fonction des besoins de réutilisation et de la fréquence de démarrage des pompes immergées.

## REVENDEICATIONS

Revendication 1 (*indépendante*) : Un réacteur éco-conçu de traitement combiné physico-chimique et biologique simultanés, ajustable pour l'épuration des effluents domestiques et industriels, comprenant un réacteur composite poreux à flux vertical continu.

Revendication 2 (*dépendant de la revendication 1*) : Le réacteur composite poreux à flux vertical continu selon la revendication 1, comprenant un ensemble de matériaux naturels et écologiques à bas prix répartis en un motif de chicane en alternant deux unités : les unités composites et les unités de grains poreux.

Revendication 3 (*dépendant de la revendication 2*) : Les matériaux du réacteur composite selon la revendication 1 et 2, comprenant la silice, l'argile (le kaolin, la dolomite, la smectite), l'argile modifiée, les copeaux de l'écorce de chêne et d'Eucalyptus, le jute (*Corchorus capsularis*), le charbon, les cendres, les débris de l'aluminium, les débris de fer, la boue activée, la roche calcaire (carbonates de calcium et calcaire jaune), le gravier, le gravier enrobé, les galets, la zéolite (naturelle et/ou synthétique), le grès, et l'argile cuite.

Revendication 4 (*dépendant de la revendication 2*) : Les unités composites selon la revendication 2, représentant un pourcentage entre 30 et 45% du volume total du réacteur composite.

Revendication 5 (*dépendant de la revendication 4*) : Le pourcentage en poids sec des matériaux des unités composites de la revendication 4, comprenant 50 à 75% de silice, 5 à 10% d'argile (2 à 5% de kaolin, 2 à 5% de dolomite, et 2 à 5% de smectite), 2 à 8% d'argile modifiée, 5 à 15% de boue activée, 2 à 5% de copeaux d'écorce de chêne, 2 à 5% de copeaux d'écorce d'Eucalyptus, 3 à 8% de fibres de jute (*Corchorus capsularis*), 5 à 12% de charbon, 1 à 5% de cendres, 5 à 10% de débris d'aluminium, 5 à 10% de débris de fer, et de 2 à 5% de roche calcaire (carbonates de calcium et calcaire jaune)..

Revendication 6 (*dépendant de la revendication 4*) : Une unité composite selon la revendication 4, peut contenir un seul matériau ou un mélange de matériaux composites.

Revendication 7 (*dépendant des revendications 2 et 4*) : Les unités composites selon les revendications 2 et 4, ayant une forme concave, réparties verticalement et horizontalement en formant un motif en chicane.

Revendication 8 (*dépendant de la revendication 2*) : Les unités de grains poreux selon la revendication 2, composées de particules de taille entre 2 et 4 mm, et représentant entre 55 et 70% du volume total du réacteur composite.

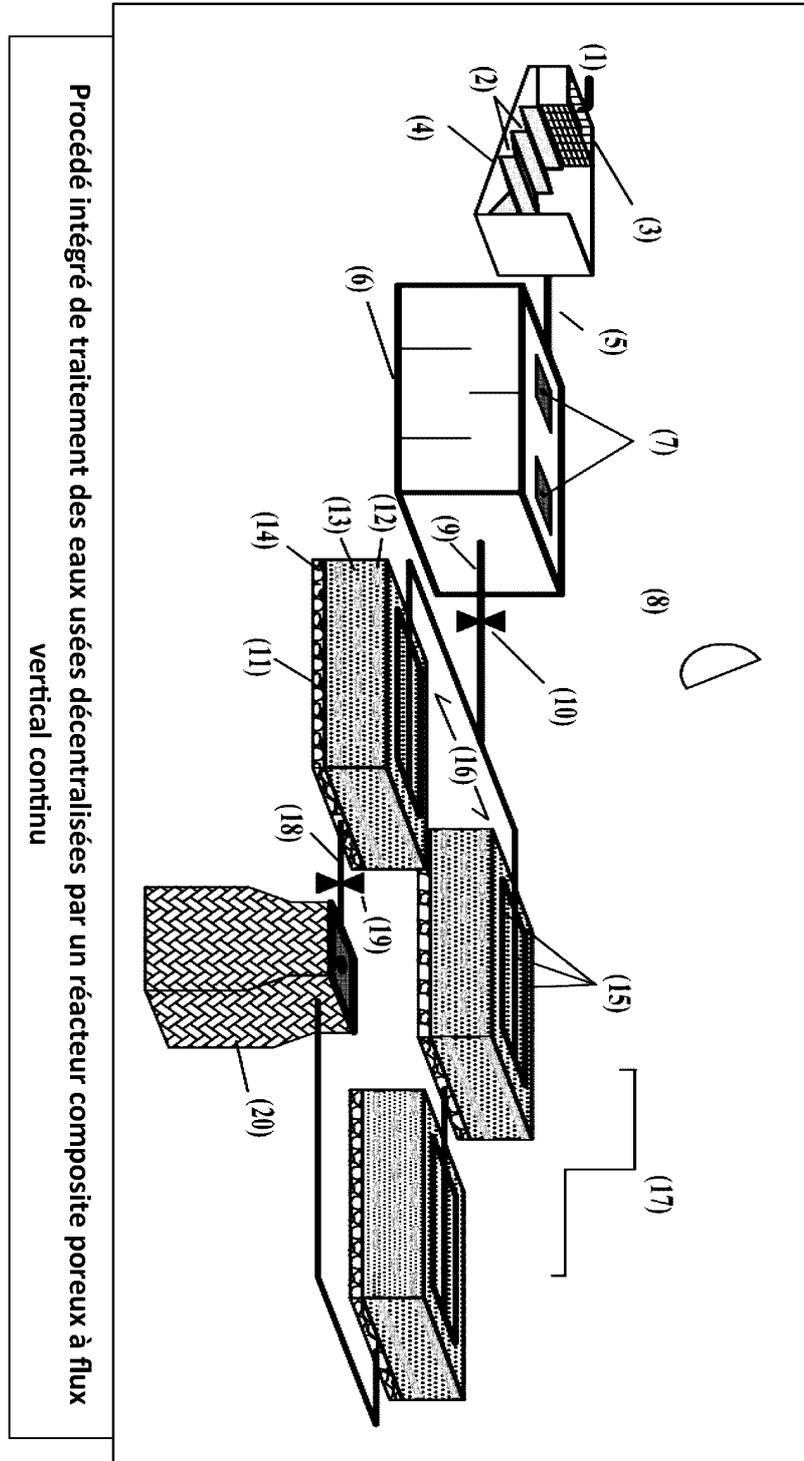
Revendication 9 (*dépendant de la revendication 2, 7 et 8*) : Les unités de grains poreux selon les revendications 2, 7 et 8 -peuvent être composées d'un seul ou de plusieurs matériaux en alternance avec les unités composites- comprenant 25% à 30% de zéolite (naturelle et/ou synthétiques), 10 à 15% de

gravier, 10 à 15% de gravier enrobé, 20 à 30% de galets, 5 à 15% de grès, 10 à 20% de la roche calcaire (carbonates de calcium et calcaire jaune), et de 10 à 20% de terre cuite.

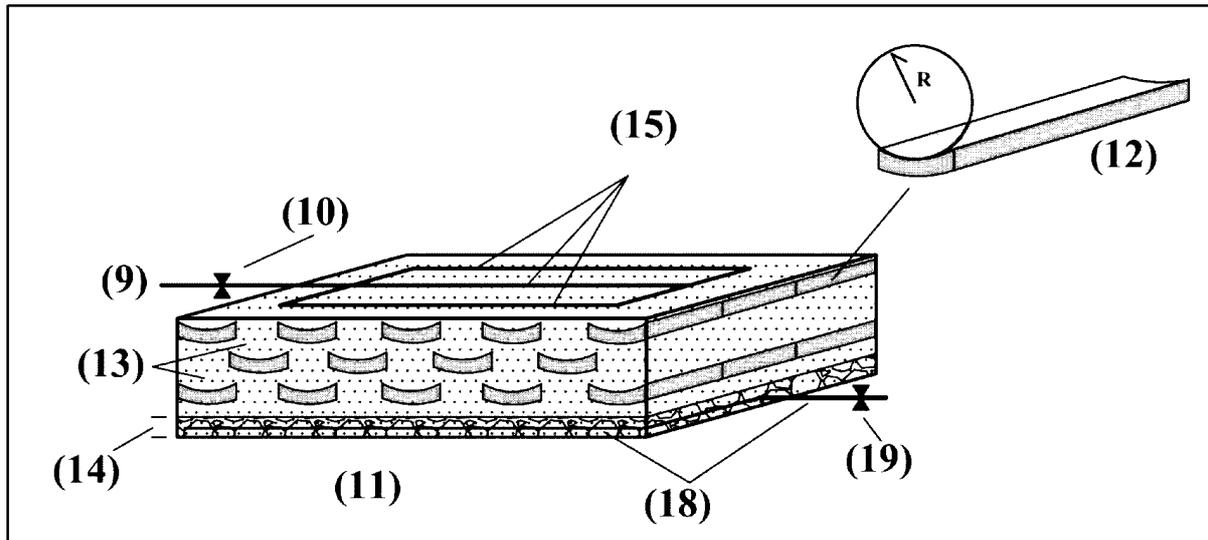
Revendication 10 (*dépendant des revendications 1 à 9*) : Le réacteur composite poreux à flux vertical continu selon les revendications 1 à 9, pouvant être utilisé comme un système de traitement secondaire, ou comme un système de traitement tertiaire (de finition) en aval des procédés de traitement intensifs (boue activée, réacteur biologique séquentiel (SBR), réacteur biologique à lit fluidisé (MBBR)), ou combiné à des filtres plantés, des marais artificielles, des disques biologiques, des bassins de lagunage, des chenaux algaux, et des lits bactériens, en fonction de la charge polluante des eaux usées brutes et selon les objectifs finaux du traitement.

DESSINS

A. Figure (1)



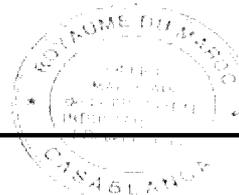
B. Figure (2)



Schématisation du réacteur composite poreux à flux vertical continu

**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 : 60472	Date de dépôt : 25/05/2023
Déposant : Université Sidi Mohammed Ben Abdellah	
Intitulé de l'invention : Antenne sous-térahertz à base des cellules métamatériaux pour les applications 6G	
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	
Examineur: Hicham BAKRI	Date d'établissement du rapport : 12/09/2023
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  
5 Pages
- Revendications  
8
- Planches de dessin  
4 Pages

**Partie 2 : Rapport de recherche**

Classement de l'objet de la demande :

CIB : H01Q 9/00 ; H01Q 21/00 ; H01Q 19/00.

CPC : H01Q15/0086 ; H01Q 1/38 ; G02B1/002, H01P3/121.

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
A	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/9242849">https://ieeexplore.ieee.org/document/9242849</a> ; CUSAT-Division of Electronics ; 03-11-2020	1-8
A	CN102005637A ; UNIV HARBIN ENG ; 06-04-2011	1-8
A	WO2019162856A1 ; MAZAHERI KALAH RUDI MOHAMMAD HOSSEIN [IR] ; 29-08-2018	1-8

**\*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 clarté

Le terme : « **ensemble** » employé dans la revendication 1 est vague et imprécis, et laisse subsister un doute quant à la signification de la caractéristique technique à laquelle il se rapporte, au point que l'objet de ladite revendication n'est pas clairement défini.

#### 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. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : <https://ieeexplore.ieee.org/document/9242849>

#### 1. Nouveauté

Aucun des documents cités ci-dessus ne divulgue une antenne sous-térahertz pour les applications 6G comprenant l'ensemble des caractéristiques techniques de la revendication indépendante 1. D'où l'objet de ladite revendication 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, les revendications dépendantes 2-8 sont aussi nouvelles.

#### 2. Activité inventive

Le document D1 qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue une antenne sous-terahertz qui comporte les éléments suivants (**voir : abrégé, Fig.1**) :

- Un substrat diélectrique.
- Guide d'ondes intégré au substrat.
- Une ligne microruban qui alimente une transition microruban vers le guide d'ondes intégré au substrat, qui ensuite connecté au patch ; et
- Un plan de masse fendu est imprimé sur la surface inférieure du substrat.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que l'antenne sous-terahertz utilise des cellules métamatériaux constitué à partir d'une cellule unitaire de forme hexagonale.

L'effet technique de ladite différence est celui d'améliorer les performances de l'antenne, en terme de gain, de polarisation et de fréquence de résonance.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme fournir une antenne utilisé dans la bande sous-terahertz alloué pour les applications sans fil 6G.

La solution à ce problème proposée dans la revendication 1 n'est pas décrite dans l'art antérieur, pris seul ou en combinaison. Aucun enseignement n'a été trouvé dans les documents de l'état de la technique qui aurait incité l'homme du métier, d'arriver à la solution telle que décrite dans la revendication 1.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 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 concernant l'activité inventive.

Les revendications dépendantes 2-8 dont l'objet est considéré inventif, et satisfont donc aux exigences 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.