



(51) Classification internationale des brevets :
B60C 7/12 (2006.01) *B60C 5/10* (2006.01)
B60C 5/20 (2006.01) *B60C 5/24* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2015/077250

(22) Date de dépôt international :
20 novembre 2015 (20.11.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1461485 26 novembre 2014 (26.11.2014) FR

(71) Déposants : **COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN** [FR/FR]; 12, Cours Sablon, 63000 Clermont-Ferrand (FR). **MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.** [CH/CH]; Route Louis Braille 10, 1763 Granges-Paccot (CH).

(72) Inventeur : **DEAL, Michel**; Manufacture Française des Pneumatiques Michelin, DGD/PI - F35/Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR).

(74) Mandataire : **MILLANVOIS, Patrick**; Manufacture Française des Pneumatiques Michelin, 23, place des Car-

mes-Déchaux, DGD/PI - F35 - Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : TYRE DEVICE FOR AGRICULTURAL VEHICLE

(54) Titre : DISPOSITIF PNEUMATIQUE POUR VEHICULE AGRICOLE

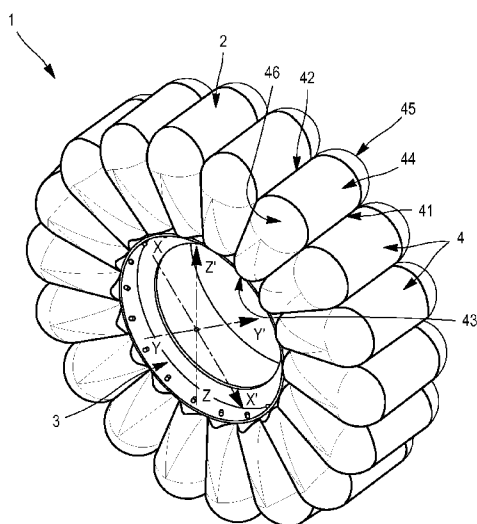


FIG. 1

(57) Abstract : The present invention relates to a tyre device intended for being provided on an agricultural vehicle. The invention aims to provide a tyre device that makes it possible to guarantee low contact pressure with the ground during use in the field, and thus to minimise soil compaction. According to the invention, the tyre device (1) is made up of a circumferential assembly of cells (4) pressurised independently from one another at a positive or zero relative pressure and secured together two-by-two. Each cell (4) has a hexahedral shape and comprises two meridian surfaces (41, 42) respectively connected to a meridian surface of an adjacent cell, a radially inner surface (43) intended for engaging with the wheel rim (3), and a radially outer surface (44), and two circumferential surfaces (45, 46) that are symmetrical relative to the equatorial plane (XZ) passing through the middle of the tread (2) and perpendicular to the axis of rotation (YY') of the tyre device (1). Finally, the envelope of each cell (4) — made up of the two meridian surfaces (41, 42), the two radially inner and outer surfaces (43, 44), respectively, and the two circumferential surfaces (45, 46) — is deformable.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un dispositif pneumatique, destiné à équiper un véhicule à usage agricole. Elle a pour objectif de proposer un dispositif pneumatique permettant de garantir une faible pression de contact au sol, en usage en champ, et ainsi de minimiser le compactage des sols. Selon

[Suite sur la page suivante]



l'invention, le dispositif pneumatique (1) est constitué par un assemblage circonférentiel de cellules (4) pressurisées indépendamment les unes des autres à une pression relative positive ou nulle et solidarisées deux à deux. Chaque cellule (4) a une forme hexaédrique, et comprend deux faces méridiennes (41, 42) respectivement liées à une face méridienne d'une cellule adjacente, une face radialement intérieure (43), destinée à coopérer avec la jante (3), et une face radialement extérieure (44), deux faces circonférentielles (45, 46), symétriques par rapport au plan équatorial (XZ) passant par le milieu de la surface de roulement (2) et perpendiculaire à l'axe de rotation (YY') du dispositif pneumatique (1). Enfin, l'enveloppe de chaque cellule (4), constituée par les deux faces méridiennes (41, 42), les deux faces respectivement radialement intérieure et extérieure (43, 44) et les deux faces circonférentielles (45, 46), est déformable.

- 1 -

DISPOSITIF PNEUMATIQUE POUR VEHICULE AGRICOLE

[0001] La présente invention concerne un dispositif pneumatique, alternatif à un pneumatique usuel, destiné à équiper un véhicule et en particulier un véhicule à usage agricole, tel qu'un tracteur agricole ou un véhicule agro-industriel.

5 [0002] Dans ce qui suit, les directions circonférentielle, axiale et radiale désignent respectivement une direction tangente à la surface de roulement du dispositif pneumatique et orientée selon le sens de rotation du dispositif pneumatique, une direction parallèle à l'axe de rotation du dispositif pneumatique et une direction perpendiculaire à l'axe de rotation du dispositif pneumatique. Un plan méridien ou radial est un plan contenant l'axe de rotation du
10 dispositif pneumatique, défini par la direction radiale et la direction axiale. Un plan circonférentiel est un plan perpendiculaire à l'axe de rotation du dispositif pneumatique, défini par la direction radiale et la direction circonférentielle. Le plan équatorial du dispositif pneumatique est le plan circonférentiel passant par le milieu de la bande de roulement du dispositif pneumatique.

15 [0003] Un pneumatique agricole est destiné à rouler sur divers types de sols tels que la terre plus ou moins compacte des champs, les chemins non goudronnés d'accès aux champs et les surfaces goudronnées des routes. Compte tenu de la diversité de l'usage, en champ et sur route, un pneumatique agricole, et en particulier sa bande de roulement, doit présenter un compromis de performances entre la traction en champ, la résistance aux arrachements, la
20 résistance à l'usure sur route, la résistance au roulement, le confort vibratoire sur route.

[0004] Pour satisfaire cet ensemble de performances, la bande de roulement d'un pneumatique agricole comprend généralement une pluralité de barrettes. Les barrettes sont des éléments en relief par rapport à une surface de fond de la bande de roulement, de révolution autour de l'axe de rotation du pneumatique, et s'étendant radialement jusqu'à la
25 surface de roulement.

[0005] Outre les performances précédemment décrites, un pneumatique agricole doit minimiser le compactage des sols, en usage en champ, pour mieux respecter l'intégrité des sols et ne pas porter préjudice aux récoltes.

[0006] Pour minimiser le compactage des sols tout en garantissant la traction en champ, des
30 pneumatiques agricoles dits « basse pression », par exemple gonflés à une pression relative de 0.85 bar, ont été proposés. De tels pneumatiques sont décrits par exemple dans le document

- 2 -

WO2004106089. A titre d'exemple, un pneumatique agricole « basse pression » présente un taux maximum de flèche radiale de 25%, le taux maximum de flèche radiale correspondant au rapport entre la différence entre le rayon extérieur du pneumatique mesuré à l'opposé de l'aire de contact et le rayon extérieur écrasé mesuré dans l'aire de contact, et la hauteur radiale du pneumatique mesurée à l'opposé de l'aire de contact.

[0007] En revanche un gonflage à basse pression entraîne une diminution des rigidités mécaniques du pneumatique, et en particulier de sa rigidité latérale, ce qui peut éventuellement conduire à une moins bonne stabilité latérale et à un guidage moins précis du véhicule. Par ailleurs, du fait de la basse pression, les barrettes hautes et rigides de la bande de roulement peuvent poinçonner l'armature de carcasse du pneumatique, ce qui peut conduire à une diminution de l'endurance du pneumatique.

[0008] Une solution alternative au pneumatique « basse pression » est la chenille en caoutchouc ou en métal. Une chenille présente l'avantage d'avoir, par rapport à un pneumatique garantit une moins grande surface écrasée, par exemple lors des traitements phytosanitaires des plantations céréalières, et permet d'augmenter significativement la stabilité des engins agricoles, dont le centre de gravité est élevé par rapport au sol à haut centre de gravité, notamment sur des sols pentus, avec dévers, mais aussi vis-à-vis du pompage en roulage. Par ailleurs la rigidité radiale élevée d'une chenille contribue également à une bonne stabilité du véhicule.

[0009] En revanche, une chenille est un accumulateur de terre, de boue ou de cailloux. De plus elle ne permet pas une augmentation de la surface de l'aire de contact lorsqu'elle s'enfonce dans le sol qu'elle découpe franchement. Elle n'autorise pas, par ailleurs, les faibles rayons de braquage et a tendance à arracher la surface des sols au cours des manœuvres. Enfin une chenille est associée à un équipement mécanique d'entraînement coûteux et vulnérable.

[0010] La présente invention a pour objectif de proposer un dispositif pneumatique alternatif permettant de garantir une faible pression de contact au sol, en usage en champ, et ainsi de minimiser le compactage des sols.

[0011] Ce but a été atteint selon l'invention par un dispositif pneumatique pour véhicule à usage agricole, destinée à entrer en contact avec un sol par l'intermédiaire d'une surface de roulement et à coopérer avec une jante, ledit dispositif pneumatique ayant une forme de révolution autour de l'axe de rotation du dispositif pneumatique,

- 3 -

-le dispositif pneumatique étant constitué par un assemblage circonférentiel de cellules pressurisées indépendamment les unes des autres à une pression relative positive ou nulle et solidarisées deux à deux,

-chaque cellule ayant une forme hexaédrique,

5 -chaque cellule comprenant deux faces méridiennes respectivement liées à une face méridienne d'une cellule adjacente,

-chaque cellule comprenant une face radialement intérieure, destinée à coopérer avec la jante, et une face radialement extérieure,

10 -chaque cellule comprenant deux faces circonférentielles, symétriques par rapport au plan équatorial passant par le milieu de la surface de roulement et perpendiculaire à l'axe de rotation du dispositif pneumatique,

-et l'enveloppe de chaque cellule, constituée par les deux faces méridiennes, les deux faces respectivement radialement intérieure et extérieure et les deux faces circonférentielles, étant déformable.

15 **[0012]** Le principe du dispositif pneumatique selon l'invention est d'avoir un assemblage circonférentiel de cellules, pressurisées indépendamment les unes des autres à une pression relative positive ou nulle et solidarisées deux à deux. En d'autres termes, la structure cylindrique à cavité unique d'un pneumatique de l'état de la technique est remplacée, dans l'invention, par une juxtaposition, selon la direction circonférentielle, de cellules unitaires.
20 Chaque cellule est gonflée, à l'aide d'un gaz de gonflage, tel que, le plus souvent mais pas exclusivement, l'air. La pression relative de gonflage de chaque cellule, le plus souvent identique pour chaque cellule, est généralement positive mais peut éventuellement être nulle. Une pression relative nulle correspond, par exemple, au cas où la cavité interne de la cellule est en contact avec l'air atmosphérique ambiant. En outre, les cellules sont solidarisées deux à
25 deux, ce qui signifie que chaque cellule est reliée structurellement aux deux cellules adjacentes positionnées de part et d'autre de ladite cellule.

[0013] Selon l'invention, chaque cellule a une forme hexaédrique. Par forme hexaédrique, on entend une cellule comprenant six faces. Toutefois les faces ne sont pas planes, mais présentent des courbures. Les faces ne sont pas non plus connectées entre elles par des arêtes
30 rectilignes, mais par des raccordements curvilignes. Ainsi la cellule n'est pas un véritable hexaèdre au sens mathématique, mais est contenue dans un hexaèdre.

- 4 -

[0014] Les six faces de la cellule de forme hexaédrique sont respectivement deux faces méridiennes, deux faces respectivement radialement intérieure et extérieure et deux faces circonférentielles.

5 [0015] Chaque cellule comprend deux faces méridiennes. Une face méridienne n'est pas strictement contenue dans un plan méridien, car elle n'est pas a priori plane. Toutefois sa forme globale peut être approximée par un plan méridien. Une face méridienne d'une cellule donnée est liée structurellement à une face méridienne d'une cellule adjacente, par exemple par collage.

10 [0016] Chaque cellule comprend également une face radialement intérieure, destinée à coopérer avec la jante. Le plus souvent, cette face radialement intérieure est solidarisée à la jante, pour éviter tout déplacement relatif entre ladite face radialement intérieure et la jante, pouvant entraîner une rotation d'ensemble du dispositif pneumatique par rapport à la jante. Chaque cellule comprend également une face radialement extérieure, destinée soit à entrer en contact directement avec un sol, soit à être en interface avec une bande de roulement, ladite
15 bande de roulement étant destinée à entrer en contact avec le sol par l'intermédiaire d'une surface de roulement.

[0017] Enfin, chaque cellule comprend deux faces circonférentielles, symétriques par rapport au plan équatorial passant par le milieu de la surface de roulement et perpendiculaire à l'axe de rotation du dispositif pneumatique. Une face circonférentielle n'est pas strictement
20 contenue dans un plan circonférentiel, car elle n'est pas a priori plane. Toutefois sa forme globale peut être approximée par un plan sensiblement circonférentiel, formant un angle faible avec le plan équatorial, typiquement au plus égal à 20°.

[0018] Enfin, l'enveloppe de chaque cellule, constituée par les deux faces méridiennes, les deux faces respectivement radialement intérieure et extérieure et les deux faces
25 circonférentielles, est déformable. Par déformable, on entend apte à subir des niveaux de déformations usuels dans le domaine du pneumatique, avec les matériaux usuellement utilisés tels que les mélanges élastomériques et les renforts textiles.

[0019] Un premier avantage de l'invention est de limiter la portion pneumatique, destinée à la reprise de l'effort d'écrasement du dispositif pneumatique monté sur le véhicule, aux cellules pressurisées au moins partiellement en contact avec le sol. La pression de gonflage de ces
30 cellules, déformées par l'écrasement, va augmenter de façon significative, alors que la pression de gonflage des cellules en dehors de l'aire de contact reste sensiblement constante.

- 5 -

A titre de comparaison, pour un pneumatique usuel à cavité unique, la pression de gonflage reste quasi constante lors de l'écrasement. Ainsi, pour le dispositif pneumatique de l'invention, la surpression locale des cellules au moins partiellement en contact avec le sol entraîne une rigidité verticale significativement supérieure à celle d'un pneumatique classique, ce qui contribue à une limitation du phénomène de pompage vertical du pneumatique en roulage.

[0020] Un deuxième avantage de l'invention est d'augmenter les efforts de tension membranaire des faces méridiennes des cellules en surpression, ce qui permet une meilleure reprise des efforts latéraux s'exerçant sur le dispositif pneumatique.

10 [0021] Un troisième avantage est de contribuer à l'amélioration du comportement du véhicule en termes de stabilité latérale, grâce à la rigidification du dispositif pneumatique à proximité de l'aire de contact du fait de la surpression locale.

[0022] Par ailleurs la fiabilité est améliorée car la perte de pression d'une cellule, suite, par exemple, à une crevaisson, n'impacte pas la pression des autres cellules, puisqu'elles sont pressurisées indépendamment les unes des autres, et le dispositif pneumatique peut continuer à rouler même en mode dégradé.

[0023] Enfin la sécurité est également renforcée car l'éclatement éventuel d'une cellule ne présente pas de caractère explosif en raison du faible volume d'air concerné.

20 [0024] Le dispositif pneumatique est avantageusement constitué par un assemblage circonférentiel d'au moins 6 cellules. Un nombre de cellule inférieur ne permettrait pas d'obtenir une périphérie suffisamment circulaire du dispositif pneumatique.

[0025] Le dispositif pneumatique est également avantageusement constitué par un assemblage circonférentiel d'au plus 36 cellules. Au-delà de ce nombre de cellules, la gestion individuelle de la pression de chaque cellule est estimée, par les inventeurs, trop contraignante.

25 [0026] Le dispositif pneumatique est préférentiellement constitué par un assemblage circonférentiel de cellules identiques. L'intérêt d'avoir des cellules identiques est d'avoir un dispositif pneumatique axisymétrique, avec un fonctionnement identique en toute partie de sa circonférence, et de permettre d'avoir une fabrication standardisée des cellules constitutives du dispositif pneumatique.

30 [0027] Une coupe méridienne de chaque cellule, par un plan méridien contenant l'axe de rotation du dispositif pneumatique, est également préférentiellement inscrite dans un trapèze

- 6 -

de grande base B, de petite base b et de hauteur H, B et H étant respectivement la largeur et la hauteur d'un pneumatique de référence au sens de la norme ETRTO (European Tyre and Rim Technical Organization) et b étant la largeur de la jante. Le respect de ces conditions géométriques normalisées d'encombrement garantit l'adaptabilité du dispositif pneumatique sur les véhicules visés, sans modification préalable.

[0028] L'enveloppe de chaque cellule comprend avantageusement une couche de renforcement constituée par des renforts enrobés dans un mélange élastomérique. L'utilisation d'un mélange élastomérique comprenant des renforts, pour la réalisation des six faces constituant l'enveloppe de chaque cellule, garantit une bonne stabilité dimensionnelle de la cellule, une reprise d'efforts par l'enveloppe efficace et une protection de l'enveloppe vis-à-vis des agressions et des coupures.

[0029] Selon une première variante de réalisation, la couche de renforcement comprend des renforts unidirectionnels. Ce renforcement unidirectionnel permet d'obtenir un allongement à rupture selon une direction préférentielle, typiquement de l'ordre de 20%.

[0030] La couche de renforcement comprend des renforts bidirectionnels. Ce renforcement bidirectionnel, qui a le plus souvent la forme d'un tissu, permet d'obtenir un allongement à rupture selon deux directions, typiquement de l'ordre de 200% à 300%.

[0031] Selon un mode de réalisation préféré, la couche de renforcement comprend des renforts textiles. Les renforcements textiles sont couramment utilisés dans le domaine du pneumatique pour des raisons économiques et de facilité de mise en œuvre.

[0032] Selon une première variante de renforcement textile, les renforts de l'enveloppe de chaque cellule sont des renforts textiles de type polyamide aliphatique. Le polyamide aliphatique ou nylon est couramment utilisé dans le domaine du pneumatique.

[0033] Selon une deuxième variante de renforcement textile, les renforts de l'enveloppe de chaque cellule sont des renforts textiles de type polyéthylène téréphtalate. Le polyéthylène téréphtalate ou PET est également couramment utilisé dans le domaine du pneumatique.

[0034] L'enveloppe de chaque cellule est avantageusement constituée par un empilement d'une couche interne en mélange élastomérique, destinée à être en contact avec un gaz de gonflage et étanche au dit gaz de gonflage, d'une couche de renforcement intermédiaire, constituée par des renforts enrobés dans un mélange élastomérique, et d'une couche externe en mélange élastomérique, destinée à être en contact avec l'air atmosphérique. Les trois

- 7 -

couches de cette structure sandwich permettent ainsi d'assurer des fonctions différentes et complémentaires : la couche interne assure la fonction d'étanchéité vis-à-vis du gaz de gonflage, la couche intermédiaire assure la fonction de reprise des efforts et la couche externe assure la fonction de protection vis-à-vis de l'extérieur.

5 [0035] Il est avantageux que le dispositif pneumatique comprenne une bande de roulement dont la face radialement intérieure est liée aux faces radialement extérieures des cellules et dont la face radialement extérieure constitue la surface de roulement. En effet, la face radialement extérieure de chaque cellule ayant une forme concave, la périphérie du dispositif pneumatique n'est pas rigoureusement circulaire mais a une forme en pétales de fleur, d'où
10 l'intérêt de recouvrir lesdites faces radialement extérieures des cellules par une bande de roulement constituant un anneau circulaire dont la face radialement extérieure est parfaitement cylindrique et donc adaptée à un roulage uniforme.

[0036] L'invention a également pour objet un ensemble monté comprenant un dispositif pneumatique, selon l'un quelconque des modes de réalisations précédemment décrits, et une
15 jante avec laquelle le dispositif pneumatique coopère par l'intermédiaire des faces radialement intérieures des cellules.

[0037] Les faces radialement intérieures des cellules sont préférentiellement solidarisées à la jante. La solidarisation des cellules à la jante permet d'éviter tout problème de rotation sur jante, usuel pour un véhicule à usage agricole, en particulier lors du passage d'un couple
20 moteur.

[0038] Selon un premier mode de solidarisation des cellules à la jante, les faces radialement intérieures des cellules sont solidarisées à la jante par collage. La liaison par collage est à la fois simple à mettre en œuvre et efficace.

[0039] Selon un deuxième mode de solidarisation des cellules à la jante, les faces radialement
25 intérieures des cellules sont solidarisées à la jante par une liaison mécanique. Une liaison mécanique peut être classiquement réalisée par des rivets, des boulons ou tout autre dispositif mécanique.

[0040] La présente invention sera mieux comprise à l'aide des figures 1 à 4 présentées ci-après, sur lesquelles l'invention n'est pas représentée à l'échelle:

30 -Figure 1 : vue en perspective d'un dispositif pneumatique selon l'invention

-Figure 2 : vue en perspective d'une cellule du dispositif pneumatique selon l'invention

-Figure 3 : vue de profil d'un dispositif pneumatique selon l'invention, soumis à une force d'écrasement sur un sol plan.

-Figure 4 : courbes-types comparées de l'évolution du rapport de pressions P/P_i en fonction du taux de flèche D/H , pour un dispositif pneumatique selon l'invention et un pneumatique de référence de l'état de la technique.

[0041] La figure 1 présente une vue en perspective d'un dispositif pneumatique 1 pour véhicule à usage agricole, destiné à entrer en contact avec un sol par l'intermédiaire d'une surface de roulement 2 et à coopérer avec une jante 3, ledit dispositif pneumatique ayant une forme de révolution autour de l'axe de rotation YY' du dispositif pneumatique 1. Dans le cas présent, le dispositif pneumatique 1 est constitué par un assemblage circonférentiel de 18 cellules identiques 4 pressurisées indépendamment les unes des autres à une pression relative positive ou nulle et solidarisées deux à deux. Chaque cellule 4 a une forme hexaédrique, constituée par deux faces méridiennes (41, 42) respectivement liées à une face méridienne d'une cellule adjacente, une face radialement intérieure 43, destinée à coopérer avec la jante 3, et une face radialement extérieure 44, et enfin deux faces circonférentielles (45, 46), symétriques par rapport au plan équatorial XZ passant par le milieu de la surface de roulement 2 et perpendiculaire à l'axe de rotation YY' du dispositif pneumatique 1. L'enveloppe 5 de chaque cellule 4, constituée par les deux faces méridiennes (41, 42), les deux faces respectivement radialement intérieure et extérieure (43, 44) et les deux faces circonférentielles (45, 46), est déformable.

[0042] La figure 2 présente une vue en perspective d'une cellule du dispositif pneumatique selon l'invention. Chaque cellule 4 a une forme hexaédrique, constituée par deux faces méridiennes (41, 42) respectivement liées à une face méridienne d'une cellule adjacente, une face radialement intérieure 43, destinée à coopérer avec la jante 3, et une face radialement extérieure 44, et enfin deux faces circonférentielles (45, 46). Une forme hexaédrique, au sens de l'invention, n'est pas un hexaèdre au sens mathématique strict, compte tenu des raccords arrondis entre les diverses faces précédemment citées, mais plutôt une forme inscrite dans un hexaèdre.

[0043] La figure 3 est une vue de profil d'un dispositif pneumatique 1 selon l'invention, soumis à une force d'écrasement sur un sol plan. Sous l'action de la force d'écrasement, le dispositif pneumatique est soumis à un taux de flèche radiale D/H , égal au rapport entre la variation de hauteur radiale D de la cellule 4 écrasée, au centre de l'aire de contact, et la

- 9 -

hauteur radiale initiale H de la cellule non écrasée. Egalement sous l'action de la force d'écrasement, la pression initiale de gonflage P_i augmente jusqu'à une valeur P maximale, dans la cellule écrasée, au centre de l'aire de contact. La pression P diminue dans les cellules adjacentes à la cellule centrale dans l'aire de contact, car leur volume est plus important, et revient à la pression initiale de gonflage P_i en dehors de l'aire de contact. La pression P des autres cellules en dehors de l'aire de contact reste ainsi sensiblement constante à la pression initiale de gonflage P_i .

[0044] Sur la figure 4, les courbes référencées I et R représentent l'évolution du rapport de pressions P/P_i en fonction du taux de flèche radiale D/H , respectivement pour un dispositif pneumatique selon l'invention et un pneumatique de référence de l'état de la technique. Il est à noter que ce rapport de pressions P/P_i augmente beaucoup plus rapidement en fonction du taux de flèche radiale D/H , pour le dispositif pneumatique, celui-ci atteignant une valeur très élevée, mathématiquement infinie, pour un écrasement total caractérisé par un taux de flèche égal à 1. Le tableau 1 ci-après présente des valeurs de rapport de pressions P/P_i pour divers taux de flèche radiale D/H :

D/H	0	0.25	0.50	1
P/P_i (I)	1	1.33	2	« infini »
P/P_i (R)	1	-	1.12	1.39

Tableau 1

[0045] L'invention a été plus particulièrement étudiée en tant que solution alternative à un pneumatique agricole de diamètre extérieur égal à 1100 mm monté sur une jante de diamètre égale à 500 mm. Dans l'exemple étudié, le dispositif pneumatique est constitué par un arrangement circonférentiel de 18 cellules identiques gonflées chacune à une pression initiale P égale à 0.3 bar. L'enveloppe de chaque cellule comprend une couche de renforcement constituée par des renforts unidirectionnels en polyéthylène téréphtalate (PET) ou en polyamide aliphatique (nylon) enrobés dans un mélange élastomérique. En outre, les faces radialement intérieures des cellules sont solidarisées à la jante par collage. Lors de l'écrasement d'un tel pneumatique sous une charge F égale à 1500 daN la flèche verticale D a été mesurée égale à 150 mm, avec une pression maximale pour la cellule écrasée, au centre de l'aire de contact, égale à 0.5 bars.

- 10 -

[0046] L'invention peut être généralisée à tout véhicule destiné à rouler sur un sol meuble, tel qu'un véhicule lourd de type génie civil ou hors-la-route.

REVENDICATIONS

- 1 - Dispositif pneumatique (1) pour véhicule à usage agricole, destiné à entrer en contact avec un sol par l'intermédiaire d'une surface de roulement (2) et à coopérer avec une jante (3), ledit dispositif pneumatique ayant une forme de révolution autour de l'axe de rotation (YY') du dispositif pneumatique (1), **caractérisé en ce que** le dispositif pneumatique (1) est constitué par un assemblage circonférentiel de cellules (4) pressurisées indépendamment les unes des autres à une pression relative positive ou nulle et solidarisées deux à deux, **en ce que** chaque cellule (4) a une forme hexaédrique, **en ce que** chaque cellule (4) comprend deux faces méridiennes (41, 42) respectivement liées à une face méridienne d'une cellule adjacente, **en ce que** chaque cellule (4) comprend une face radialement intérieure (43), destinée à coopérer avec la jante (3), et une face radialement extérieure (44), **en ce que** chaque cellule (4) comprend deux faces circonférentielles (45, 46), symétriques par rapport au plan équatorial (XZ) passant par le milieu de la surface de roulement (2) et perpendiculaire à l'axe de rotation (YY') du dispositif pneumatique (1), **et en ce que** l'enveloppe de chaque cellule (4), constituée par les deux faces méridiennes (41, 42), les deux faces respectivement radialement intérieure et extérieure (43, 44) et les deux faces circonférentielles (45, 46), est déformable.
- 2 - Dispositif pneumatique (1) selon la revendication 1, **dans lequel** le dispositif pneumatique (1) est constitué par un assemblage circonférentiel d'au moins 6 cellules (4).
- 3 - Dispositif pneumatique (1) selon l'une des revendications 1 ou 2, **dans lequel** le dispositif pneumatique (1) est constitué par un assemblage circonférentiel d'au plus 36 cellules (4).
- 4 - Dispositif pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **dans lequel** le dispositif pneumatique (1) est constitué par un assemblage circonférentiel de cellules (4) identiques.
- 5 - Dispositif pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **dans lequel** une coupe méridienne de chaque cellule (4), par un plan méridien (YZ) contenant l'axe de rotation (YY') du dispositif pneumatique (1), est inscrite dans un trapèze de grande base B, de petite base b et de hauteur H, B et H étant respectivement la largeur et la hauteur d'un pneumatique de référence au sens de la norme ETRTO (European Tyre and Rim Technical Organization) et b étant la largeur de la jante (3).

- 12 -

6 - Dispositif pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **dans lequel** l'enveloppe de chaque cellule (4) comprend une couche de renforcement constituée par des renforts enrobés dans un mélange élastomérique.

7 - Dispositif pneumatique (1) selon la revendication 6, **dans lequel** la couche de renforcement comprend des renforts unidirectionnels.

8 - Dispositif pneumatique (1) selon la revendication 6, **dans lequel** la couche de renforcement comprend des renforts bidirectionnels.

9 - Dispositif pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, **dans lequel** la couche de renforcement comprend des renforts textiles.

10 10 - Dispositif pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, **dans lequel** les renforts de l'enveloppe de chaque cellule (4) sont des renforts textiles de type polyamide aliphatique.

11 - Dispositif pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, **dans lequel** les renforts de l'enveloppe de chaque cellule (4) sont des renforts textiles de type polyéthylène téréphtalate.

12 - Dispositif pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **dans lequel** l'enveloppe de chaque cellule (4) est constituée par un empilement d'une couche interne en mélange élastomérique, destinée à être en contact avec un gaz de gonflage et étanche au dit gaz de gonflage, d'une couche de renforcement intermédiaire, constituée par des renforts enrobés dans un mélange élastomérique, et d'une couche externe en mélange élastomérique, destinée à être en contact avec l'air atmosphérique.

13 - Dispositif pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **dans lequel** le dispositif pneumatique (1) comprend une bande de roulement dont la face radialement intérieure est liée aux faces radialement extérieures (44) des cellules (4) et dont la face radialement extérieure constitue la surface de roulement (2).

14 – Ensemble monté comprenant un dispositif pneumatique (1), selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, et une jante (3) avec laquelle le dispositif pneumatique (1) coopère par l'intermédiaire des faces radialement intérieures (43) des cellules (4).

15 – Ensemble monté selon la revendication 14, **dans lequel** les faces radialement intérieures (43) des cellules (4) sont solidarisées à la jante (3).

- 13 -

16 – Ensemble monté selon la revendication 14, **dans lequel** les faces radialement intérieures (43) des cellules (4) sont solidarisées à la jante (3) par collage.

17 – Ensemble monté selon la revendication 14, **dans lequel** les faces radialement intérieures (43) des cellules (4) sont solidarisées à la jante (3) par une liaison mécanique.

1 / 3

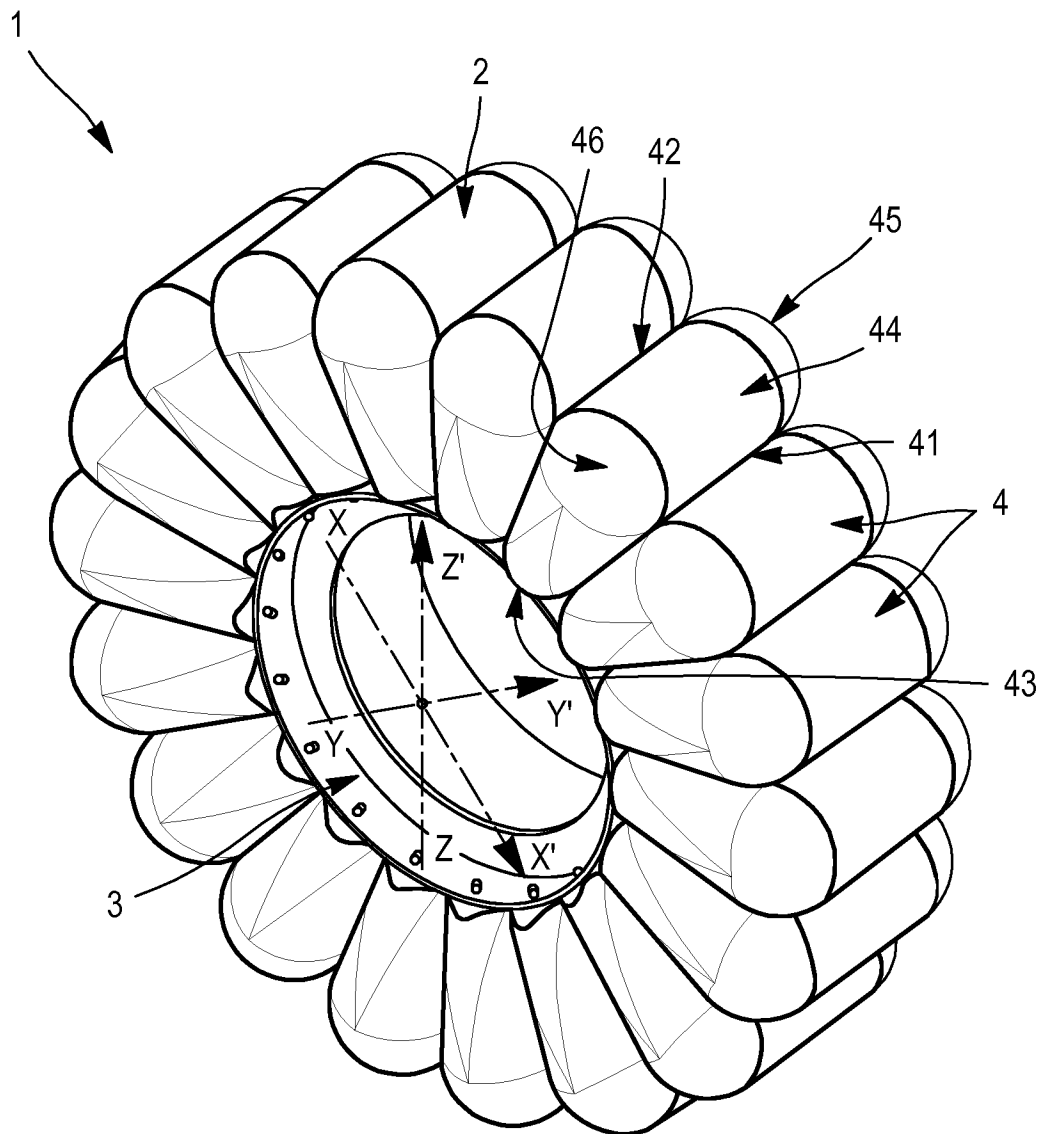


FIG. 1

2 / 3

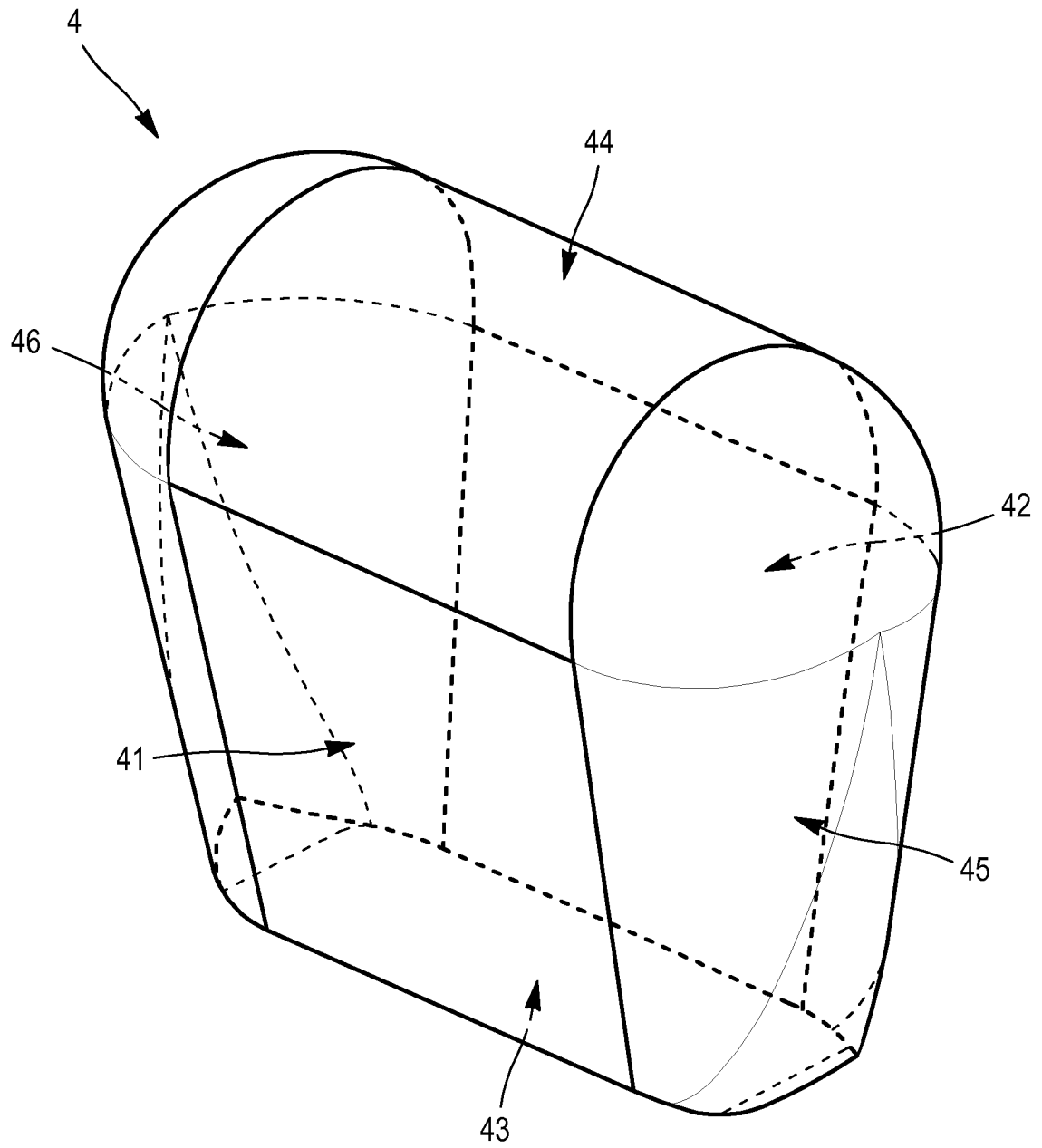


FIG. 2

3 / 3

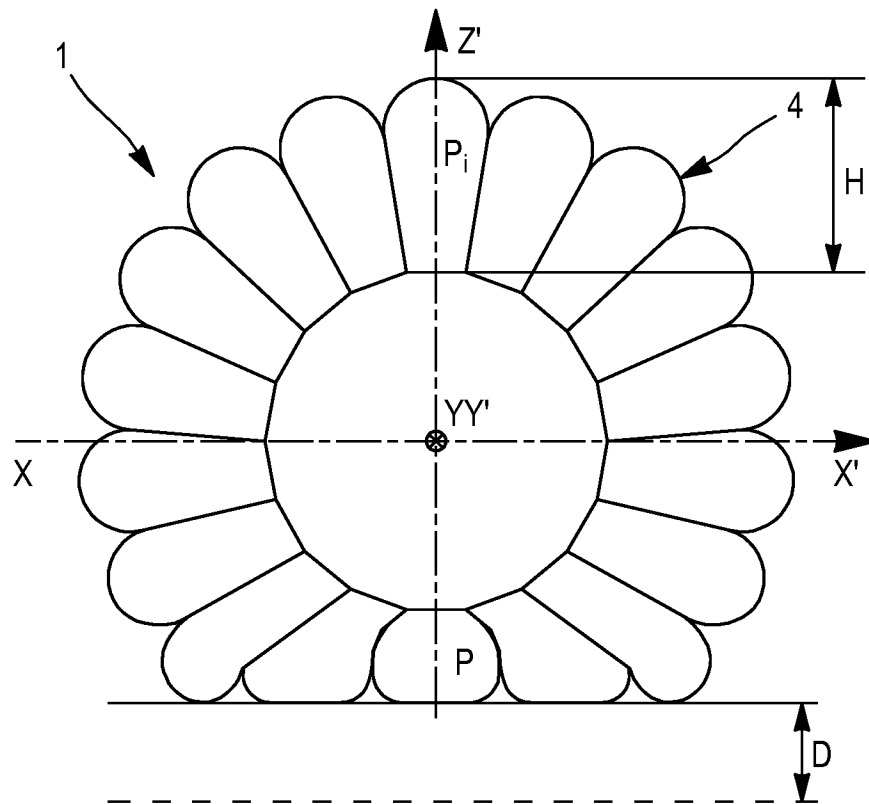


FIG. 3

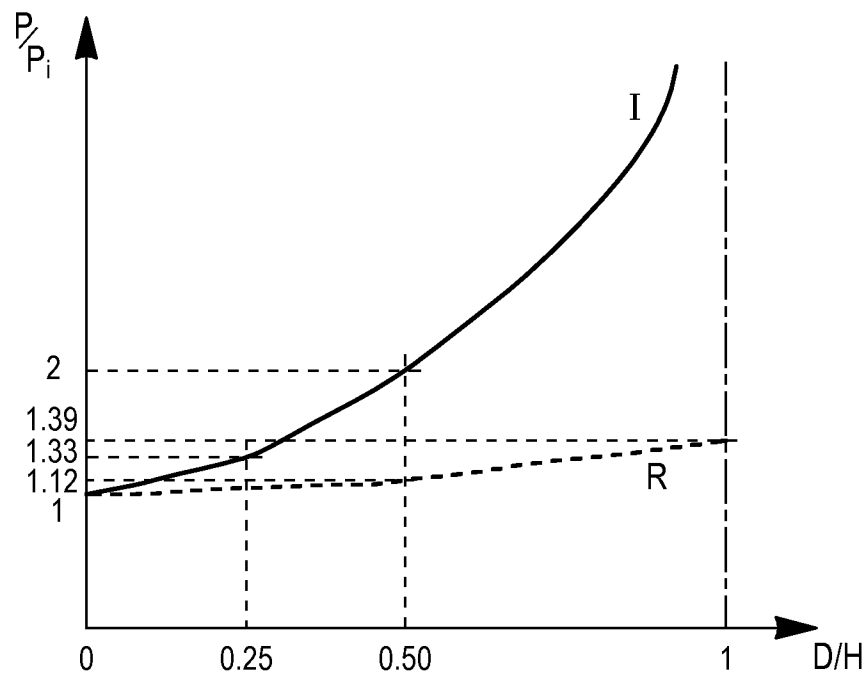


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/077250

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B60C7/12 B60C5/20 B60C5/10 B60C5/24 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B60C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 1 373 111 A (HAYWARD YOUNG AMI) 29 March 1921 (1921-03-29) page 1, line 44 - line 72; figures 1-3 -----	1-17
X	US 6 269 855 B1 (ELGENDI MAGDI K [US]) 7 August 2001 (2001-08-07) column 3, line 52 - column 4, line 30; figures 1-3 -----	1-17
X	US 6 076 580 A (MAZHAR MOHAMMAD S [US]) 20 June 2000 (2000-06-20) claims 1-4; figures 1-5 -----	1-17
X	US 2 859 791 A (PELLEGRINO SAMUEL C) 11 November 1958 (1958-11-11) figures 1-6 -----	1-17
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 26 January 2016		Date of mailing of the international search report 04/02/2016
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Brito, Fernando

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/077250

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 1373111	A	29-03-1921	NONE	
US 6269855	B1	07-08-2001	NONE	
US 6076580	A	20-06-2000	NONE	
US 2859791	A	11-11-1958	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2015/077250

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60C7/12 B60C5/20 B60C5/10 B60C5/24 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B60C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 1 373 111 A (HAYWARD YOUNG AMI) 29 mars 1921 (1921-03-29) page 1, ligne 44 - ligne 72; figures 1-3 -----	1-17
X	US 6 269 855 B1 (ELGENDI MAGDI K [US]) 7 août 2001 (2001-08-07) colonne 3, ligne 52 - colonne 4, ligne 30; figures 1-3 -----	1-17
X	US 6 076 580 A (MAZHAR MOHAMMAD S [US]) 20 juin 2000 (2000-06-20) revendications 1-4; figures 1-5 -----	1-17
X	US 2 859 791 A (PELLEGRINO SAMUEL C) 11 novembre 1958 (1958-11-11) figures 1-6 -----	1-17
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "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 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 26 janvier 2016		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 04/02/2016
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Brito, Fernando

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2015/077250

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 1373111	A	29-03-1921	AUCUN	
US 6269855	B1	07-08-2001	AUCUN	
US 6076580	A	20-06-2000	AUCUN	
US 2859791	A	11-11-1958	AUCUN	