

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
11 mai 2017 (11.05.2017)

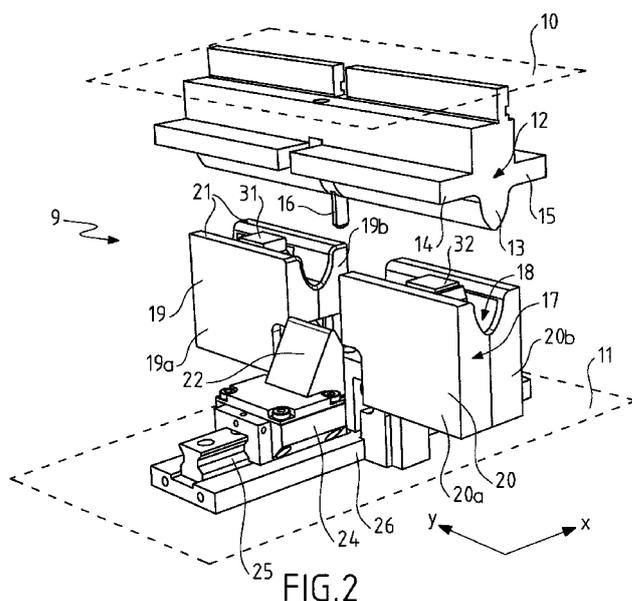
WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2017/077214 A1

- (51) Classification internationale des brevets :  
B21D 13/02 (2006.01) F17C 3/06 (2006.01)  
B21D 17/02 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2016/052744
- (22) Date de dépôt international :  
21 octobre 2016 (21.10.2016)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1560631 5 novembre 2015 (05.11.2015) FR
- (71) Déposant : GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ  
[FR/FR]; 1 route de Versailles, 78470 Saint Remy Les  
Chevreuse (FR).
- (72) Inventeurs : PERROT, Olivier; 59 Avenue de Paris,  
91150 Etampes (FR). CONEJERO, Thomas; 18 rue Jean  
Valjean, 78280 Guyancourt (FR). GOSLIS, Frédéric; 145  
Grande Rue, 78270 Mousseaux sur Seine (FR). NOTA,  
Cyril; 5 allée des chataigniers, 78480 Verneuil sur Seine  
(FR).
- (74) Mandataire : ABELLO, Michel; Loyer & Abello, 9 rue  
Anatole de la Forge, 75017 Paris (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, DJ, 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,  
KW, 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 : BENDING MACHINE FOR FORMING A CORRUGATION IN A METAL SHEET AND METHOD FOR USING SUCH A BENDING MACHINE

(54) Titre : MACHINE DE PLIAGE POUR FORMER UNE ONDULATION DANS UNE TÔLE METALLIQUE ET PROCÉDE D'UTILISATION D'UNE TELLE MACHINE DE PLIAGE



(57) Abstract : The invention relates to a machine (9) for bending a metal sheet (1) having a first, preformed corrugation (3) so as to form a second corrugation (2) perpendicular to the first, preformed corrugation (3), the bending machine (9) comprising: - an upper punch (12); - a lower frame (11) equipped with a die (17) that is fixed with respect to said lower frame (11); - two cutters (22, 23) that are intended to deform the first, preformed corrugation (3); and - a device for actuating the cutters, comprising a movement transmission mechanism, the transmission mechanism comprising at least one bearing surface (31, 32) that is positioned inside the cavity (18) and is designed to transmit a movement between said bearing surface (31, 32) and the cutters (22, 23) such that the cutters (22, 23) are moved to a high bending position while the upper punch (12) moves from a rest position to a bending position.

(57) Abrégé : L'invention concerne une machine de pliage (9) d'une tôle

[Suite sur la page suivante]

WO 2017/077214 A1



---

métallique (1) présentant une première ondulation préformée (3), pour former une seconde ondulation (2) perpendiculaire à la première ondulation préformée (3); la machine de pliage (9) comportant; - un poinçon supérieur (12); - un bâti inférieur (11) équipé d'une matrice (17) fixe par rapport audit bâti inférieur (11); - deux couteaux (22, 23), destinés à la déformation de la première ondulation préformée (3); et - un dispositif d'actionnement des couteaux comportant un mécanisme de transmission du mouvement, le mécanisme de transmission comportant au moins une surface d'appui (31, 32), positionnée à l'intérieur de l'empreinte (18) et étant agencé pour transmettre un mouvement entre ladite surface d'appui (31, 32) et les couteaux (22, 23) de manière à ce que les couteaux (22, 23) soient déplacés vers une position haute de pliage lors du mouvement du poinçon supérieur (12) d'une position de repos vers une position de pliage.

## MACHINE DE PLIAGE POUR FORMER UNE ONDULATION DANS UNE TÔLE METALLIQUE ET PROCEDE D'UTILISATION D'UNE TELLE MACHINE DE PLIAGE

### Domaine technique

5 L'invention se rapporte à une machine de pliage pour former, dans une tôle métallique présentant une ondulation préformée, une ondulation perpendiculaire à ladite ondulation préformée.

Une tôle métallique obtenue au moyen d'une telle machine de pliage est notamment destinée à la construction d'une membrane étanche d'une cuve de  
10 stockage de fluide. Aussi, l'invention se rapporte également au domaine des cuves, étanches et thermiquement isolantes, à membranes, pour le stockage et/ou le transport de fluide, tel qu'un fluide cryogénique.

### Arrière-plan technologique

Le document KR100762083 divulgue une machine de pliage permettant de  
15 plier une tôle métallique dans laquelle une ondulation haute a préalablement été formée afin de former une ondulation basse perpendiculairement à l'ondulation haute et un nœud à l'intersection des ondulations. La machine de pliage comporte un bâti supérieur comportant un poinçon présentant une forme complémentaire à celle de l'ondulation basse à former et une matrice comportant deux éléments  
20 latéraux mobiles latéralement et verticalement par rapport à un bâti inférieur. Les éléments latéraux de la matrice comportent deux demi-empreintes concaves définissant ensemble une empreinte correspondant à la forme de l'ondulation à former et portent deux couteaux aptes à façonner des ondulations concaves dans la crête de l'ondulation haute. La machine de pliage comporte des surfaces de  
25 guidage agencées de telle sorte que lorsque le bâti supérieur se déplace vers le bas en direction de la matrice inférieure, les éléments latéraux et les couteaux se rapprochent latéralement les uns des autres tout en se déplaçant verticalement vers le haut par rapport au bâti inférieur.

Compte-tenu du mouvement complexe des matrices latérales, la machine  
30 de pliage précitée est particulièrement complexe. De plus, afin de ne pas dégrader les propriétés mécaniques de la tôle métallique ondulée, il est indispensable qu'elle

présente après pliage une épaisseur la plus constante possible. Aussi, pour une machine du type précité, cette contrainte implique une synchronisation parfaite des mouvements du poinçon et des éléments latéraux.

Par ailleurs, de telles machines de pliage nécessitent l'utilisation d'une  
5 presse apte à exercer des pressions relativement importantes. Enfin, de telles machines de pliage sont relativement encombrantes.

Aussi, une telle machine de pliage n'est pas pleinement satisfaisante.

### Résumé

Une idée à la base de l'invention est de proposer une machine de pliage  
10 pour former une ondulation dans une tôle métallique présentant une ondulation préformée qui soit simple et compacte. Une autre idée à la base de l'invention est de réduire la puissance des presses nécessaires à la formation de l'ondulation et de la zone de nœud.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit une machine de pliage  
15 d'une tôle métallique présentant une première ondulation préformée, pour former une seconde ondulation perpendiculaire à la première ondulation préformée ; la machine de pliage comportant un bâti inférieur et un poinçon supérieur mobile verticalement par rapport au bâti inférieur entre une position de repos et une position de pliage ;

20 - le poinçon supérieur comportant une tête s'allongeant selon une direction longitudinale et présentant une portion convexe en forme de V de forme complémentaire à la forme de la seconde ondulation à former et deux rebords se redressant vers l'horizontal bordant la portion convexe ;

- le bâti inférieur étant équipé d'une matrice fixe par rapport audit bâti inférieur,  
25 disposée en-dessous de la tête du poinçon supérieur, la matrice comportant une empreinte concave présentant une forme complémentaire à celle de la portion convexe et destinée à recevoir ladite portion convexe lorsque le poinçon supérieur est dans sa position de pliage ;

la machine de pliage comportant en outre :

30 - deux couteaux, destinés à la déformation de la première ondulation préformée, de part et d'autre de la zone de croisement entre la première ondulation préformée et la seconde ondulation à former, les deux couteaux étant disposés de part et d'autre de l'empreinte de la matrice et étant montés mobiles sur le bâti inférieur entre une

position basse et une position haute de pliage de la première ondulation préformée ;  
et

- un dispositif d'actionnement des couteaux comportant un mécanisme de transmission du mouvement, le mécanisme de transmission comportant au moins  
5 une surface d'appui, disposée en vis-à-vis de la tête du poinçon supérieur et positionnée à l'intérieur de l'empreinte de la matrice de manière à ce que, en fonctionnement, lors du mouvement du poinçon supérieur de sa position de repos vers sa position de pliage, la tôle métallique soit pincée entre la surface d'appui et le poinçon supérieur ; ledit mécanisme de transmission du mouvement étant agencé  
10 pour transmettre un mouvement entre ladite surface d'appui et les couteaux de manière à ce que les couteaux soient déplacés vers leur position haute de pliage lors du mouvement du poinçon supérieur de sa position de repos vers sa position de pliage.

Ainsi, lors des opérations de pliage, la tôle métallique est, dans un premier  
15 temps, pincée entre le poinçon et la surface d'appui afin de la maintenir en place. Dès lors, il est possible de se passer de serre-flancs dédiés destinés à maintenir la tôle métallique contre la matrice afin de s'assurer qu'elle reste en position, lors de son pliage et assurer la planéité de la tôle. Ceci permet notamment de diminuer l'encombrement de la machine de pliage et de diminuer son tonnage.

20 En outre, la tôle métallique n'étant pas serrée contre la matrice lors de la phase initiale de déformation de la tôle métallique, au moins une partie de la matrice peut être immobile par rapport au bâti inférieur lors du pliage, sans pour autant générer de modifications de l'épaisseur de la tôle métallique. Ceci contribue également à la simplicité et à la compacité de la machine de pliage.

25 De plus, la surface d'appui présente une deuxième fonctionnalité puisqu'elle contribue en outre à transmettre le mouvement du poinçon supérieur vers les couteaux qui façonnent l'ondulation préformée. Ainsi, le déplacement vertical des couteaux est synchronisé à celui du poinçon supérieur et ne nécessite pas d'actionneur dédié.

30 Selon des modes de réalisation, une telle machine de pliage peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

- Les couteaux sont chacun montés coulissants, selon une direction transversale perpendiculaire à la direction longitudinale de la tête, sur un organe de support,

entre une position écartée et une position rapprochée. Ainsi, les couteaux sont aptes à se déplacer selon une direction transversale à l'ondulation à former, ce qui est nécessaire pour que l'épaisseur de la tôle métallique puisse demeurer sensiblement constante au niveau des zones de l'ondulation préformée qui sont

5 façonnées par les couteaux.

- Chacun des couteaux est porté par un chariot monté coulissant sur un rail de guidage qui est fixé à l'organe de support et s'étend selon la direction transversale.
- Chaque chariot ou rail de guidage comporte une pluralité de corps roulants

10 aptes à coopérer avec des chemins de roulement portés par le rail de guidage ou le chariot associé, ce qui permet de limiter les frottements.

- La machine de pliage comporte un ou plusieurs organes élastiques agencés pour rappeler chacun des couteaux vers leur position écartée. Ainsi, le déplacement transversal des couteaux vers leur position rapprochée peut être

15 réalisé au moyen d'efforts de traction exercés par la tôle métallique lors de sa déformation par le poinçon supérieur tandis que les organes élastiques se chargent de rappeler les couteaux vers leur position écartée. Le déplacement transversal des couteaux ne nécessite donc pas d'actionneur dédié et est

20 synchronisé avec le mouvement du poinçon supérieur ce qui permet de garantir que l'épaisseur de la tôle métallique reste sensiblement constante au niveau des zones de l'ondulation préformée qui sont façonnées par les couteaux.

- L'organe de support est monté mobile verticalement sur le bâti inférieur et le mécanisme de transmission du mouvement coopère avec l'organe de support et est agencé de manière à ce que l'organe de support soit déplacé verticalement

25 vers le haut par rapport au bâti inférieur afin de déplacer les couteaux de leur position basse vers leur position haute de pliage lors du mouvement du poinçon supérieur de sa position de repos vers sa position de pliage.

- Dans un mode de réalisation, le mécanisme de transmission du mouvement comprend :

30

  - deux surfaces d'appui, disposées en vis-à-vis de la tête du poinçon supérieur et positionnées à l'intérieur de l'empreinte de la matrice ; et
  - deux leviers qui sont chacun montés articulés sur le bâti inférieur et comportent chacun une première extrémité portant l'une des surface d'appuis de sorte à

- entraîner un pivotement des leviers lors du mouvement du poinçon supérieur de sa position de repos vers sa position de pliage et une seconde extrémité ; les secondes extrémités des leviers étant agencées pour transmettre un mouvement aux couteaux de manière à les déplacer de leur position basse vers leur position haute de pliage lors du pivotement des leviers entraîné par un mouvement du poinçon supérieur de sa position de repos vers sa position de pliage. Il est toutefois possible de réaliser le mécanisme de transmission du mouvement par tout autre moyen que des leviers, par exemple au moyen de câbles, d'engrenages ou de crémaillères par exemples.
- 5
- 10 - La seconde extrémité de chacun des leviers coopère avec l'organe de support de manière à le déplacer verticalement lors du pivotement des leviers.
- La première extrémité de chacun des leviers porte une pièce de contact qui est, d'une part, montée articulée sur la première extrémité dudit levier autour d'un axe d'articulation perpendiculaire à la direction longitudinale de la tête et, d'autre
- 15 part, comporte une semelle plane constituant l'une des surfaces d'appui destinées à coopérer avec la tôle métallique lors du mouvement du poinçon supérieur de sa position de repos vers sa position de pliage. Ainsi, une telle pièce de contact permet de conserver des surfaces de contact entre les leviers et la tôle métallique qui restent identiques lors du pivotement des leviers
- 20 - Les leviers sont symétriques par rapport à un plan médian transversal perpendiculaire à la direction longitudinale de la tête du poinçon supérieur. Ainsi, les leviers pivotent dans des sens de rotation opposés ce qui assure un équilibrage des efforts.
- Le poinçon supérieur comporte un doigt faisant saillie d'une zone médiane de la
- 25 tête en direction du bâti inférieur et destiné à déformer la zone de croisement entre la première ondulation préformée et la seconde ondulation à former afin de façonner un sommet en saillie dans la tôle métallique.
- Le doigt présente une forme de lamelle.
- La matrice est interrompue dans une zone médiane afin de permettre le
- 30 passage de l'ondulation préformée.
- Selon un mode de réalisation, la machine de pliage comporte, en outre :
- deux éléments latéraux de matrice disposés de part et d'autre de l'empreinte et

- comportant chacun une rainure en forme de V, destinée à recevoir la première ondulation préformée ; les deux éléments latéraux de matrice étant chacun montés coulissants sur le bâti inférieur, selon une direction transversale perpendiculaire à la direction longitudinale de la tête du poinçon supérieur entre
- 5 une position écartée et une position rapprochée ;
- deux contre-matrices supérieures disposées de part et d'autre du poinçon supérieur, respectivement au-dessus de l'un et l'autre des deux éléments latéraux de matrice, les deux serres-flancs supérieurs comportant chacun un élément mâle apte à venir s'introduire dans la rainure en forme de V de l'un des
- 10 éléments latéraux de matrice ; les contre-matrices supérieures étant, d'une part, montées coulissantes sur un bâti supérieur portant le poinçon supérieur selon une direction transversale perpendiculaire à la direction longitudinale de la tête du poinçon supérieur, entre une position écartée et une position rapprochée et, d'autre part, mobiles verticalement par rapport au bâti supérieur. Ainsi, les
- 15 éléments latéraux de matrice et les contre-matrices permettent de garantir la planéité de la tôle. En fonctionnement, le déplacement du poinçon supérieur de sa position de repos vers sa position de pliage entraîne un pliage de la tôle métallique lors duquel la tôle métallique transmet une force de traction selon la direction transversale aux éléments latéraux de matrice et aux serre-flancs et
- 20 déplace ainsi les éléments latéraux de matrice et les serre-flancs vers leur position rapprochée.
- Selon un mode de réalisation, les deux éléments latéraux de matrice sont rappelés vers leur position écartée par un organe de rappel.
  - Selon un mode de réalisation, les deux contre-matrices supérieures sont
- 25 rappelées vers leur position écartée par un organe de rappel.
- Selon un mode de réalisation, la machine de pliage comporte des organes de rappel rappelant les contre-matrices verticalement à distance du bâti supérieur. De tels organes de rappel sont constitués de ressorts à gaz ou de ressorts hélicoïdaux par exemple.
- 30 Selon un mode de réalisation, l'invention fournit aussi un procédé d'utilisation d'une machine de pliage précitée pour former, dans une tôle métallique présentant une première ondulation préformée, une seconde ondulation perpendiculaire à la première ondulation préformée ; ledit procédé comportant :

- le positionnement d'une tôle métallique en appui contre la matrice;
- le déplacement du poinçon supérieur vers sa position de pliage dans laquelle la tête du poinçon supérieur presse la tôle métallique à l'intérieur de l'empreinte de la matrice afin de former l'ondulation et déformer l'ondulation préformée de part et d'autre de la zone de croisement entre les deux ondulations.

### Brève description des figures

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante de plusieurs modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés  
10 uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés.

- **La figure 1** est une vue d'une tôle métallique ondulée destinée à la construction d'une membrane étanche d'une cuve de stockage de gaz naturel liquéfié.

15 - **La figure 2** est une vue en perspective d'une machine de pliage pour former une ondulation dans une tôle métallique présentant une ondulation préformée.

- **La figure 3** est une vue en perspective, partiellement éclatée, de la machine de pliage de la figure 2.

20 - **La figure 4** est une vue en coupe, selon un plan médian transversal, de la machine de pliage de la figure 2, dans une position de repos.

- **La figure 5** est une vue analogue à la figure 4, de la machine de pliage de la figure 2, dans une position de pliage.

25 - **La figure 6** est une vue en coupe selon un plan médian longitudinal, de la machine de pliage de la figure 2, dans une position de repos.

- **La figure 7** est une vue analogue à la figure 6 de la machine de pliage de la figure 2, dans une position de pliage.

- **La figure 8** est une vue en perspective d'une machine de pliage selon une variante de réalisation.

- **La figure 9** est une vue en perspective d'une machine de pliage selon un autre mode de réalisation dans laquelle le poinçon supérieur est dans une position intermédiaire entre sa position de repos et sa position de pliage.

- **La figure 10** est une vue en perspective de la machine de pliage de la figure 9 dans laquelle le poinçon supérieur est en fin de course, dans sa position de pliage.

### **Description détaillée de modes de réalisation**

La figure 1 illustre une tôle métallique 1 ondulée, destinée à la formation d'une membrane étanche d'une cuve de stockage d'un fluide cryogénique, tel que du gaz naturel liquéfié.

La tôle métallique 1 de forme rectangulaire comporte une première série d'ondulations 2 parallèles, dites basses, s'étendant selon une direction y d'un bord à l'autre de la tôle et une seconde série d'ondulations 3 parallèles, dites hautes, s'étendant selon une direction x d'un bord à l'autre de la tôle. Les directions x et y des séries d'ondulations sont perpendiculaires. Les ondulations 2, 3 sont, par exemple, saillantes du côté de la face interne de la tôle métallique 1, destinée à être mise en contact avec le fluide contenu dans la cuve. Les bords de la tôle métallique 1 sont ici parallèles aux ondulations 2, 3. Notons que les termes «haute» et «basse» ont un sens relatif et signifient que les ondulations 2, dites basses, présentent une hauteur inférieure aux ondulations 3, dites hautes. Dans une variante non représenté, les ondulations 2, 3 peuvent avoir la même hauteur.

La tôle métallique 1 comporte entre les ondulations 2, 3, une pluralité de surfaces planes 4. Au niveau de chaque croisement entre une ondulation basse 2 et une ondulation haute 3, la tôle métallique 1 comporte une zone de nœud 5. La zone de nœud 5 comporte une portion centrale 6 présentant un sommet en saillie vers l'intérieur ou l'extérieur de la cuve. Par ailleurs, la portion centrale 6 est bordée, d'une part, par une paire d'ondulations concaves 7 formées dans la crête de l'ondulation haute 3 et, d'autre part, par une paire de renforcements 8 dans lesquels pénètre l'ondulation basse 2.

Les ondulations 2, 3 de la tôle métallique 1 permettent à la membrane d'étanchéité d'être flexible afin de pouvoir se déformer sous l'effet des sollicitations thermiques et mécaniques générées par le gaz naturel liquéfié emmagasiné dans la cuve.

La tôle métallique 1 peut notamment être réalisée en acier inoxydable, en aluminium, en Invar ® : c'est-à-dire un alliage de fer et de nickel dont le coefficient de dilatation est typiquement compris entre  $1,2 \cdot 10^{-6}$  et  $2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , ou dans un alliage de fer à forte teneur en manganèse dont le coefficient de dilatation est typiquement de l'ordre de  $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Toutefois, l'utilisation d'autres métaux ou alliages est également envisageable.

A titre d'exemple, la tôle métallique 1 présente une épaisseur d'environ 1,2 mm. D'autres épaisseurs sont également envisageables, sachant qu'un épaissement de la tôle métallique 1 entraîne une augmentation de son coût et accroît généralement la rigidité des ondulations 2, 3. A titre d'exemple, la tôle métallique présente une largeur de 1 m et une longueur de 3 m.

Les figures 2 à 7 représentent une machine de pliage 9 permettant de former une ondulation basse 2, ainsi que la zone de nœud 5 entre cette ondulation basse 2 et une ondulation haute 3, dans une tôle métallique 1 dans laquelle l'ondulation haute 3 a préalablement été formée.

Par convention, l'orientation « longitudinale » de la machine de pliage 9 est dirigée parallèlement à l'axe y, c'est-à-dire parallèlement à la direction de l'ondulation 2 à former et l'orientation « transversale » est dirigée parallèlement à l'axe x, c'est-à-dire transversalement à la direction de l'ondulation 2 à former.

La machine de pliage 9 comporte un bâti supérieur 10 et un bâti inférieur 11, représentés schématiquement en traits pointillés sur la figure 2. Le bâti supérieur 10 et le bâti inférieur 11 sont mobiles verticalement l'un par rapport à l'autre entre une position de repos et une position de pliage.

Le bâti supérieur 10 est équipé d'un poinçon supérieur 12 et est ainsi apte à exercer sur la tôle métallique une pression permettant son pliage et la formation de l'ondulation 2. Le poinçon supérieur 12 est illustré, dans sa position de repos, sur les figures 2, 3, 4 et 6 et dans sa position de pliage, en fin de course, sur les figures 5 et 7. Le poinçon supérieur 12 comporte, à son extrémité inférieure, une tête qui s'allonge selon la direction longitudinale sur une longueur sensiblement égale à la dimension longitudinale de la tôle métallique 1 à plier. La tête présente une portion convexe 13 dont la section présente une forme de V correspondant à la forme de l'ondulation 2 à façonner.

La section en forme de V peut être soit constituée de deux faces latérales planes se rejoignant au niveau d'une zone de crête présentant un congé soit correspondre sensiblement à une forme semi-elliptique et par conséquent être constituée de deux faces latérales arquées. Dans le premier cas, la tôle métallique 1 5 réalisée au moyen de la machine de pliage 1 sera avantageusement conformée dans un second temps par un autre dispositif afin de donner à l'ondulation 2 ainsi formée une forme définitive semi-elliptique. Au contraire, dans le second cas, la machine de pliage 1 permet de conférer à l'ondulation 2 ainsi façonnée sa forme définitive.

10 La tête comporte également deux rebords 14, 15 bordant latéralement la portion convexe 13 en forme de V et se redressant vers l'horizontal.

Le poinçon supérieur 12 comporte en outre un doigt 16 faisant saillie de la zone médiane de la tête en direction du bâti inférieur 11. Le doigt 16 présente une forme de lamelle qui est apte à déformer la zone d'intersection entre l'ondulation 15 préformée 3 et l'ondulation à former 2 afin de façonner, dans la zone de nœud 5, un sommet en saillie.

Par ailleurs, la machine de pliage 9 comporte une matrice 17 qui est fixée sur le bâti inférieur 11 et présente une empreinte 18 concave de forme complémentaire à celle de la portion convexe 13 de la tête du poinçon supérieur 12. 20 La matrice 17 est disposée en-dessous de la tête du poinçon supérieur 12 de telle sorte que la portion convexe 13 s'engage à l'intérieur de l'empreinte 18 afin de façonner l'ondulation 2 lorsque le poinçon supérieur 12 se déplace de sa position de repos vers sa position de pliage. La matrice 17 présente de part et d'autre de l'empreinte 18 des bordures supérieures d'appui 21 qui se redressent vers 25 l'horizontal et sont destinées à contribuer au support de la tôle métallique 1 préalablement au déplacement du poinçon supérieur 12 en direction de sa position de pliage.

Sur les figures 2 à 7, la matrice 17 est formée de deux éléments 19, 20 disposés respectivement de part et d'autre d'un plan transversal médian et 30 ménageant ainsi entre eux un espace libre destiné à recevoir l'ondulation préformée 3. Comme représenté sur la figure 3, chacun des deux éléments 19, 20 est formée de deux demi-coques 19a, 19b, 20a, 20b qui portent chacune une demi-portion d'empreinte. Il convient toutefois de noter que la structure de la matrice 17 est

décrite ci-dessus à titre d'exemple et que la matrice peut être constituée d'un nombre différents d'éléments. La matrice 17 peut notamment être formée d'une seule pièce ou de deux demi-coques fixées l'une à l'autre et portant chacune une demi-empreinte. Dans tous les cas, la matrice 17 doit présenter, dans une portion  
5 médiane, un espace libre, c'est-à-dire une fente ou un interstice, autorisant le passage de l'ondulation préformée 3.

Par ailleurs, la machine de pliage 9 comporte également deux couteaux 22, 23, portés par le bâti inférieur 11 et un dispositif d'actionnement des couteaux, notamment représenté sur les figures 6 et 7. Les couteaux 22, 23 sont  
10 respectivement disposés de part et d'autre de l'empreinte 18 de la matrice 17, dans sa zone médiane, c'est-à-dire dans la zone au niveau de laquelle est ménagé l'espace libre autorisant le passage de l'ondulation préformée 3.

Les couteaux 22, 23 présentent chacun une lame dirigée vers le haut et s'étendant parallèlement à la direction longitudinale de l'empreinte 18. Les  
15 couteaux 22, 23 sont destinés à la déformation de l'ondulation préformée 3 de part et d'autre du croisement entre l'ondulation préformée 3 et l'ondulation à former 2 de manière à façonner des ondulations concaves dans la crête de l'ondulation préformée 3.

Les couteaux 22, 23 sont montés coulissants, par rapport au bâti inférieur  
20 11, selon une direction transversale entre une position écartée et une position rapprochée. Pour ce faire, les couteaux 22, 23 sont chacun fixés sur un chariot 24 monté coulissant sur un rail de guidage 25. Afin de limiter les frottements entre les chariots 24 et les rails de guidage 25, les chariots 24 sont avantageusement des chariots à roulements qui comportent une pluralité de corps roulants aptes à  
25 coopérer avec des chemins de roulements portés par le rail de guidage 25 respectif. Les rails de guidage 25 sont portés par un organe de support 26.

L'organe de support 26 est monté mobile verticalement par rapport au bâti inférieur 11 entre une position basse et une position haute de pliage de l'ondulation préformée dans laquelle les couteaux 22, 23 sont aptes à coopérer avec l'ondulation  
30 préformée afin de la façonner. Afin de guider la translation de l'organe de support 26 par rapport au bâti inférieur 11, l'organe de support 26 présente dans une portion centrale 27 disposée en vis-à-vis du doigt 16, un alésage cylindrique 28 qui coulisse

autour d'un tube-guide de forme complémentaire, non représenté, qui est fixé sur le bâti inférieur 11 et fait saillie en direction du bâti supérieur 11.

Des organes élastiques 29, illustrés sur les figures 4 et 5 assurent un rappel automatique des couteaux 22, 23 vers leur position écartée. Pour ce faire, les organes élastiques 29 agissent entre la portion centrale 27 de l'organe de support 26 et les couteaux 22, 23. Dans le mode de réalisation représenté, les organes élastiques 29 sont des ressorts hélicoïdaux qui comportent chacun une première extrémité insérée dans un logement 30 ménagé dans l'un des couteaux 22, 23 et une seconde extrémité en appui contre la portion centrale 27 de l'organe de support 26.

Les figures 6 et 7 représentent le dispositif d'actionnement des couteaux qui est apte à déplacer l'organe de support 26 vers le haut afin que les couteaux 22, 23 soient déplacés de leur position basse vers leur position haute de pliage, lorsque le poinçon supérieur 12 se déplace vers le bas, c'est-à-dire de sa position repos vers sa position de pliage. Pour ce faire, le dispositif d'actionnement comporte un mécanisme de transmission du mouvement qui présente deux surfaces d'appui 31, 32 positionnées à l'intérieur de l'empreinte 18 de la matrice 17. Les deux surfaces d'appui 31 affleurent au niveau des bordures supérieures d'appui 21 bordant l'empreinte 18 de la matrice 17, lorsque le poinçon supérieur 12 est dans sa position de repos (voir figure 6).

Ainsi, lors du mouvement du poinçon supérieur 12 de sa position de repos vers sa position de pliage, la tête du poinçon supérieur 12 vient, dans un premier temps, serrer la tôle métallique 1 contre lesdites surfaces d'appui 31, 32 lorsque le poinçon supérieur 12 arrive dans une position intermédiaire de contact avec la tôle métallique 1. Dans un second temps, le mouvement du poinçon supérieur 12 de sa position intermédiaire de contact précitée vers sa position de pliage, illustrée sur la figure 7, entraîne un déplacement desdites surfaces d'appui 31, 32 vers le bas, en direction du fond de l'empreinte 18.

Le mécanisme de transmission du mouvement est en outre agencé pour transmettre le mouvement des surfaces d'appui 31, 32 à l'organe de support 26 de telle sorte que les couteaux 22, 23 soient déplacés vers leur position haute de pliage lorsque les surfaces d'appui 31, 32 sont déplacées vers le bas.

Dans le mode de réalisation représenté, le mécanisme de transmission du mouvement comporte deux leviers 33, 34. Les leviers 33, 34 sont chacun montés articulés sur le bâti inférieur 11 autour d'un axe de rotation horizontal transversal 35, 36. Les leviers 33, 34 comportent chacun une première extrémité 37 passant au travers d'une ouverture ménagée dans la matrice 17 et débouchant à l'intérieur de l'empreinte 17 de la matrice 18. La première extrémité 37 de chacun des leviers 33, 34 porte une pièce de contact 38 qui est montée articulée sur la première extrémité 37 dudit levier 33, 34 autour d'un axe de rotation horizontal transversal. L'articulation de chaque pièce de contact 38 sur la première extrémité 37 de l'un des leviers 33, 34 est ici réalisée via une portion hémicylindrique de la pièce de contact 38 qui est logée dans un berceau de forme complémentaire ménagée dans la première extrémité 37 de l'un des leviers 33, 34. Par ailleurs, chaque pièce de contact 38 comporte une semelle plane d'appui constituant l'une des surfaces d'appui 31, 32 positionnées à l'intérieur de l'empreinte 18 de la matrice 17.

Par ailleurs, les leviers 33, 34 comportent une seconde extrémité 39 coopérant avec l'organe de support 26 afin de le déplacer verticalement lors du pivotement des leviers 33, 34. La seconde extrémité 39 de chaque levier 33, 34 coopère avec un rebord horizontal 40 porté par la portion centrale 27 de l'organe de support 26.

On observe que les leviers 33, 34 sont symétriques, par rapport à un plan médian transversal. Les leviers 33, 34 pivotent donc dans des sens de rotation opposés ce qui assure un équilibrage des efforts.

En fonctionnement, lorsque le poinçon supérieur 12 entre en contact avec la portion de la tôle métallique 1 à plier, le poinçon supérieur 12 exerce sur la première extrémité 37 de chacun des leviers 33, 34 une force tendant à faire pivoter ledit levier 33, 34 de telle sorte que la seconde extrémité 39 dudit levier 33, 34 agisse sur le rebord horizontal 40 de l'organe de support 26 et que les couteaux 22, 23 se déplacent vers leur position haute de pliage dans laquelle ils déforment la crête de l'ondulation préformée 3. Lorsque l'opération de pliage est terminée et que le poinçon supérieur 12 est remonté dans sa position de repos, l'organe de support 26 retourne dans sa position basse de repos sous l'effet de la gravité en entraînant un pivotement des leviers 33, 34 selon un sens de rotation opposée jusqu'à ce qu'il retrouve leur position initiale de repos, représentée sur la figure 6.

Le procédé d'utilisation de la machine de pliage 9 est décrit ci-dessous.

Dans un premier temps, une tôle métallique 1 dans laquelle une ondulation a été préalablement formée est placée en appui sur la matrice 17. La tôle métallique 1 repose alors sur les bordures supérieures d'appui 21 et sur les semelles planes  
5 des pièces de contact 38 portées par les premières extrémités 37 des leviers 33, 34. La tôle métallique 1 est positionnée de telle sorte que son ondulation haute préformée 3 soit dans le plan transversal médian dans lequel la matrice 17 présente un espace libre autorisant le passage de ladite ondulation préformée 3.

Selon un mode de réalisation, l'ondulation préformée 3 présente sur toute  
10 sa longueur une section en forme de V constituée de deux faces latérales planes se rejoignant au niveau d'une zone de crête présentant un congé. Selon un autre mode de réalisation, l'ondulation préformée 3 présente, en alternance, des sections en V de forme semi-elliptique dans chacune des zones intercalées entre deux zones de nœud à former adjacentes et des sections en forme de V constituées de deux faces  
15 latérales planes se rejoignant au niveau d'une zone de crête présentant un congé dans les zones destinées à être déformées par la machine de pliage. Ainsi, l'ondulation préformée présente sa forme définitive dans les zones qui ne sont pas destinées à être pliées par la machine de pliage 1 et présente, au contraire, dans les autres zones destinées à être pliées une géométrie leur permettant d'être  
20 facilement pliée.

Par la suite, le poinçon supérieur 12 est déplacé vers le bas en direction du bâti inférieur 11. Lorsque le poinçon supérieur 12 atteint une position intermédiaire de contact, la tôle métallique 1 est pincée entre ledit poinçon supérieur 12 et la semelle plane des pièces de contact 38.

Par la suite, lorsque la tête du poinçon supérieur 12 s'engage à l'intérieur de l'empreinte 18, la tôle métallique 1 exerce un effort sur les leviers 33, 34 tendant à les faire pivoter ce qui entraîne un mouvement des couteaux 22, 23 vers leur position haute de pliage. En parallèle, la tôle métallique 1 en se déformant exerce sur les couteaux 22, 23 un effort de traction qui tend à les faire coulisser vers leur  
30 position rapprochée.

Ainsi, lors du mouvement du poinçon supérieur 12 de sa position intermédiaire de contact jusqu'à sa position de pliage, une ondulation 2 est formée entre la tête du poinçon supérieure 12 et la matrice 17, des ondulations concaves 7

sont formées par les couteaux 22, 23 dans la crête de l'ondulation préformée 3 de part et d'autre de l'intersection entre les deux ondulations 2, 3 et une zone de sommet en saillie est façonnée par le doigt 16 dans la zone de nœud entre les ondulations 2, 3.

5 Le poinçon supérieur 12 peut ensuite être ramené vers le haut, en s'éloignant du bâti inférieur 11, vers sa position de repos. Dès lors que la tôle métallique 1 ainsi pliée est retirée, les couteaux 22, 23 sont automatiquement rappelés par leurs organes élastiques 29 respectifs vers leur position écartée. De plus, l'organe de support 26 retourne dans sa position basse de repos sous l'effet  
10 de la gravité en entraînant les leviers 33, 34 vers leur position de repos.

La figure 8 représente une machine de pliage 1 selon un autre mode de réalisation. La machine de pliage 1 de la figure 8 ne diffère de la machine de pliage représentée et décrite en relation avec les figures 2 à 7 que par la forme des deux rebords 14, 15 bordant latéralement la portion convexe 13 en forme de V du  
15 poinçon supérieur 12 et par celle des bordures supérieures d'appui 21 de la matrice 17. En effet, par rapport à la machine de pliage des figures 2 et 7, les portions 41 des rebords 14, 15, représentée en pointillés ont été ajoutées alors que les portions 42 des bordures supérieures d'appui 21 ont été retirées.

On observe ainsi que les rebords 14, 15 sont inclinées dans la direction  
20 longitudinale par rapport à l'horizontal. L'inclinaison des rebords 14, 15 est telle qu'ils s'éloignent du bâti supérieur 10 lorsqu'ils se rapprochent de la zone médiane de la tête 16. De manière complémentaire, les bordures supérieures d'appui 21 de la matrice sont inclinées par rapport à l'horizontal, dans la direction longitudinale, d'un angle identique. L'inclinaison des bordures supérieures d'appui 21 est donc  
25 telle que lorsqu'elles se rapprochent d'une zone médiane de la matrice 17, elles se rapprochent du bâti inférieur 11. L'angle d'inclinaison des rebords 14, 15 et des bordures supérieures d'appui 21 est, par exemple, de l'ordre de 1 à 4°. Comme dans le mode de réalisation précédent, les rebords 14, 15 et les bordures supérieures d'appui 21 s'étendent horizontalement selon la direction transversale.  
30 Selon un autre mode de réalisation non représenté, les rebords 14, 15 et les bordures supérieures d'appui 21 sont inclinées selon la direction transversale, parallèle à l'onde préformée d'un angle du même ordre, leur inclinaison étant telle qu'elles se dirigent vers le bâti inférieur lorsqu'elles se rapprochent de la portion convexe 13 en forme de V ou de l'empreinte 18.

De telles inclinaisons des rebords 14, 15 et des bordures supérieures d'appui 21 visent à compenser le retour élastique de la tôle se produisant lorsqu'aucune charge ne lui est plus appliquée. Ces inclinaisons visent ainsi à obtenir après pliage que toutes les zones planes 4 de la tôle métalliques s'étendent  
5 dans un même plan.

En relation avec les figures 9 et 10, on observe une machine de pliage selon un autre mode de réalisation. La machine de pliage des figures 9 et 10 diffère de la machine de pliage des figures 2 à 7 en ce qu'elle comporte en outre deux éléments latéraux de matrice 43 et deux contre-matrices supérieures 44. Sur les  
10 figures 9 et 10, un seul des deux éléments latéraux de matrice 43 et un seul des deux contre-matrices supérieures 44 sont représentés.

Les deux éléments latéraux de matrice 43 sont disposés respectivement de part et d'autre de l'empreinte 18 de la matrice 17 et sont montés coulissants sur le bâti inférieur selon une direction transversale, entre une position écartée,  
15 représentée sur la figure 9 et une position rapprochée représentée sur la figure 10. De manière avantageuse, la machine de pliage 1 est équipée d'organes de rappel, non représentés, tels que des ressorts hélicoïdaux, permettant de rappeler les éléments latéraux de matrice 43 vers leur position écartée. Les deux éléments latéraux de matrice 43 comportent chacun une rainure 45 en forme de V destinée à  
20 recevoir l'ondulation préformée 3.

Par ailleurs, les deux contre-matrices supérieures 44 sont disposées respectivement de part et d'autre du poinçon supérieure 12 respectivement au-dessus de l'un et l'autre des éléments latéraux de matrice 43. Les deux contre-matrices supérieures 44 sont, d'une part montées coulissantes sur le bâti supérieur  
25 10 selon une direction transversale entre une position écartée, représentée sur la figure 9 et une position rapprochée représentée sur la figure 10 et, d'autre part, montées mobiles verticalement sur le bâti supérieur. De manière avantageuse, la machine de pliage 1 est équipée d'organes de rappel, non représentés, tels que des ressorts hélicoïdaux, permettant de rappeler les deux contre-matrices supérieures  
30 44 vers leur position écartée. En outre, la machine de pliage est également équipée d'organes de rappel 47 permettant de rappeler les contre-matrices supérieures 44 vers le bas par rapport au bâti supérieur, c'est-à-dire à distance du bâti supérieur. Ces organes de rappel 47 sont par exemple des ressorts hélicoïdaux ou des vérins à gaz. Les deux contre-matrices supérieures 44 comportent chacun un élément

mâle 46 qui est destinée à venir s'introduire dans la rainure 45 de l'élément latéral de matrice 43 en vis-à-vis.

5 Avec une telle machine de pliage 1, lorsque la tôle métallique 1 dans laquelle une ondulation a été préalablement formée est placée en appui sur la matrice 17, la tôle métallique 1 repose également en appui sur les éléments latéraux de matrice 43. L'ondulation préformée est alors logée à l'intérieur de la rainure 45 de chacun des éléments latéraux de matrice 43.

10 Par la suite, le bâti supérieur 10 est déplacée vers le bas en direction du bâti inférieur 11 jusqu'à une position intermédiaire de contact, illustrée sur la figure 9. Dans cette position, les contre-matrices supérieures 44 sont positionnées dans une position de serrage dans laquelle leur élément mâle 46 est inséré à l'intérieur de la rainure 45 de l'une des éléments latéraux de matrice 43. Les contre-matrices supérieures 44 pincent alors la tôle métallique contre les éléments latéraux de matrice 43.

15 Lorsque le bâti supérieur 10 continue à descendre en direction du bâti inférieur 11, les organes de rappel 47 se compriment alors que le poinçon supérieur 12 déforme la tôle métallique 1.

20 La tôle métallique 1 étant pincée entre les contre-matrices supérieures 44 et les éléments latéraux de matrice 43, la tôle métallique, en se déformant sous l'effet du poinçon supérieur 12, exerce une force de traction sur les contre-matrices supérieures 44 et les éléments latéraux de matrice 43, à l'encontre de leurs organes de rappel, afin de les déplacer vers leur position rapprochée (Figure 10). Ainsi, les contre-matrices supérieures 44 et les éléments latéraux de matrice 43 sont déplacés vers leur position rapprochée de manière synchronisée avec le  
25 déplacement du poinçon supérieur 12, et cela sans nécessiter de moyen d'actionnement dédié.

Lorsque le poinçon supérieur 12 a atteint sa position extrême, le bâti supérieur 10 peut alors être ramené vers le haut, en s'éloignant du bâti inférieur 11. Dès lors, les contre-matrices supérieures 44 et les éléments latéraux de matrice 43  
30 sont automatiquement rappelés par leurs organes de rappel respectifs vers leur position écartée.

Nous observons que si les machines de pliage 9 décrites ci-dessus permettent de former une ondulation dans une tôle métallique 1 présentant une

seule ondulation préformée 3, l'invention n'est nullement limitée à de tels modes de réalisation. En particulier, il est possible de former une ondulation dans une tôle métallique présentant une pluralité d'ondulations préformées 3 parallèles en alignant une pluralité de machines de pliage 9 telles que décrites ci-dessus, les unes à la  
5 suite des autres selon leur direction longitudinale.

Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec plusieurs modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

10 L'usage du verbe « comporter », « comprendre » ou « inclure » et de ses formes conjuguées n'exclut pas la présence d'autres éléments ou d'autres étapes que ceux énoncés dans une revendication. L'usage de l'article indéfini « un » ou « une » pour un élément ou une étape n'exclut pas, sauf mention contraire, la présence d'une pluralité de tels éléments ou étapes.

15 Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

## REVENDICATIONS

1. Machine de pliage (9) d'une tôle métallique (1) présentant une première ondulation préformée (3), pour former une seconde ondulation (2) perpendiculaire à la première ondulation préformée (3) ; la machine de pliage (9)
- 5 comportant un bâti inférieur (11) et un poinçon supérieur (12) mobile verticalement par rapport au bâti inférieur (11) entre une position de repos et une position de pliage ;
- le poinçon supérieur (12) comportant une tête s'allongeant selon une direction longitudinale et présentant une portion convexe (13) en forme de V de forme

10 complémentaire à la forme de la seconde ondulation (2) à former et deux rebords (14, 15) se redressant vers l'horizontal bordant la portion convexe (13) ;

  - le bâti inférieur (11) étant équipé d'une matrice (17) fixe par rapport audit bâti inférieur (11), disposée en-dessous de la tête du poinçon supérieur (12), la matrice (17) comportant une empreinte (18) concave présentant une forme complémentaire

15 à celle de la portion convexe (13) et destinée à recevoir ladite portion convexe (13) lorsque le poinçon supérieur (12) est dans sa position de pliage ;
- la machine de pliage comportant en outre :
- deux couteaux (22, 23), destinés à la déformation de la première ondulation préformée (3), de part et d'autre de la zone de croisement entre la première

20 ondulation préformée (3) et la seconde ondulation à former (2), les deux couteaux (22, 23) étant disposés de part et d'autre de l'empreinte (18) de la matrice (17) et étant montés mobiles sur le bâti inférieur (11) entre une position basse et une position haute de pliage de la première ondulation préformée (3) ; et  - un dispositif d'actionnement des couteaux comportant un mécanisme de

25 transmission du mouvement, le mécanisme de transmission comportant au moins une surface d'appui (31, 32), disposée en vis-à-vis de la tête du poinçon supérieur (12) et positionnée à l'intérieur de l'empreinte (18) de la matrice (17) de manière à ce que, en fonctionnement, lors du mouvement du poinçon supérieur (12) de sa position de repos vers sa position de pliage, la tôle métallique (1) soit pincée entre

30 la surface d'appui (31, 32) et le poinçon supérieur (12) ; ledit mécanisme de transmission du mouvement étant agencé pour transmettre un mouvement entre ladite surface d'appui (31, 32) et les couteaux (22, 23) de manière à ce que les couteaux (22, 23) soient déplacés vers leur position haute de pliage lors du

mouvement du poinçon supérieur (12) de sa position de repos vers sa position de pliage.

2. Machine de pliage (9) selon la revendication 1, dans laquelle les couteaux (22, 23) sont chacun montés coulissants, selon une direction transversale  
5 perpendiculaire à la direction longitudinale de la tête, sur un organe de support (26) entre une position écartée et une position rapprochée.

3. Machine de pliage (9) selon la revendication 2, dans laquelle chacun des couteaux (22, 23) est porté par un chariot (24) monté coulissant sur un rail de guidage (25) qui est fixé à l'organe de support (26) et s'étend selon la  
10 direction transversale.

4. Machine de pliage (9) selon la revendication 2 ou 3, comprenant un ou plusieurs organes élastiques (30) agencés pour rappeler chacun des couteaux (22, 23) vers leur position écartée.

5. Machine de pliage (9) selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, dans laquelle l'organe de support (26) est monté mobile verticalement sur le bâti inférieur (11) et dans laquelle le mécanisme de transmission du mouvement coopère avec l'organe de support (26) et est agencé de manière à ce que l'organe de support (26) soit déplacé verticalement vers le haut par rapport au bâti inférieur (11) afin de déplacer les couteaux (22, 23) de leur position basse vers leur position  
15 haute de pliage lors du mouvement du poinçon supérieur (12) de sa position de repos vers sa position de pliage.

6. Machine de pliage (9) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle le mécanisme de transmission du mouvement comprend :  
- deux surfaces d'appui (31, 32), disposées en vis-à-vis de la tête du poinçon supérieur (12) et positionnées à l'intérieur de l'empreinte (18) de la matrice (17) ; et  
- deux leviers (33, 34) qui sont chacun montés articulés sur le bâti inférieur (11) et comportent chacun une première extrémité (37) portant l'une des surface d'appuis (31, 32) de sorte à entraîner un pivotement des leviers (33, 34) lors du mouvement du poinçon supérieur (12) de sa position de repos vers sa position de pliage et une  
25 seconde extrémité (39) ; les secondes extrémités (39) des leviers (33, 34) étant agencées pour transmettre un mouvement aux couteaux (33, 34) de manière à les déplacer de leur position basse vers leur position haute de pliage lors du pivotement  
30

des leviers (33, 34) entraîné par un mouvement du poinçon supérieur (12) de sa position de repos vers sa position de pliage.

7. Machine de pliage (9) selon les revendications 5 et 6 prises en combinaison, dans laquelle la seconde extrémité (39) de chacun des leviers (33, 34) coopère avec l'organe de support (26) de manière à le déplacer verticalement lors du pivotement des leviers (33, 34).

8. Machine de pliage (9) selon la revendication 6 ou 7, dans laquelle la première extrémité (39) de chacun des leviers (33, 34) porte une pièce de contact (38) qui est, d'une part, montée articulée sur la première extrémité (37) dudit levier (33, 34) autour d'un axe d'articulation perpendiculaire à la direction longitudinale de la tête et, d'autre part, comporte une semelle plane constituant l'une des surfaces d'appui (31, 32) destinées à coopérer avec la tôle métallique (1) lors du mouvement du poinçon supérieur (2) de sa position de repos vers sa position de pliage.

9. Machine de pliage (9) selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans laquelle les leviers (33, 34) sont symétriques l'un par rapport à l'autre, par rapport à un plan médian transversal perpendiculaire à la direction longitudinale de la tête du poinçon supérieur (12).

10. Machine de pliage (9) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle le poinçon supérieur (12) comporte un doigt (16) faisant saillie d'une zone médiane de la tête en direction du bâti inférieur (11) et destiné à déformer la zone de croisement entre la première ondulation préformée (3) et la seconde ondulation à former (2) afin de façonner un sommet en saillie dans la tôle métallique (1).

11. Machine de pliage (9) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans laquelle la matrice (18) est interrompue dans une zone médiane afin de permettre le passage de l'ondulation préformée (3).

12. Machine de pliage (9) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, comprenant en outre :  
- deux éléments latéraux de matrice (43) disposés de part et d'autre de l'empreinte (18) et comportant chacun une rainure (45) en forme de V, destinée à recevoir la première ondulation préformée (3) ; les deux éléments latéraux de matrice (43) étant chacun montés coulissants sur le bâti inférieur (11), selon une direction transversale perpendiculaire à la direction longitudinale de la tête du poinçon

supérieur (12) entre une position écartée et une position rapprochée ;  
- deux contre-matrices supérieures (44) disposées de part et d'autre du poinçon supérieur (12), respectivement au-dessus de l'un et l'autre des deux éléments latéraux de matrice (43), les deux contre-matrices supérieures (44) comportant  
5 chacun un élément mâle (46) apte à venir s'introduire dans la rainure (45) de l'un des éléments latéraux de matrice (43) ; les deux contre-matrices supérieures (44) étant, d'une part, montés coulissants sur un bâti supérieur (10) portant le poinçon supérieur (12) selon une direction transversale perpendiculaire à la direction longitudinale de la tête du poinçon supérieur (12), entre une position écartée et une  
10 position rapprochée et, d'autre part, mobiles verticalement par rapport au bâti supérieur (10).

13. Procédé d'utilisation d'une machine de pliage (9) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, pour former, dans une tôle métallique (1) présentant une première ondulation préformée (3), une seconde ondulation (2)  
15 perpendiculaire à la première ondulation préformée (3) ; ledit procédé comportant :

- le positionnement d'une tôle métallique (1) en appui contre la matrice (17);
- le déplacement du poinçon supérieur (12) vers sa position de pliage dans laquelle la tête du poinçon supérieur (12) presse la tôle métallique (1) à l'intérieur de l'empreinte (18) de la matrice (17) afin de former l'ondulation (2)  
20 et déformer l'ondulation préformée (3) de part et d'autre de la zone de croisement entre les deux ondulations (2, 3).

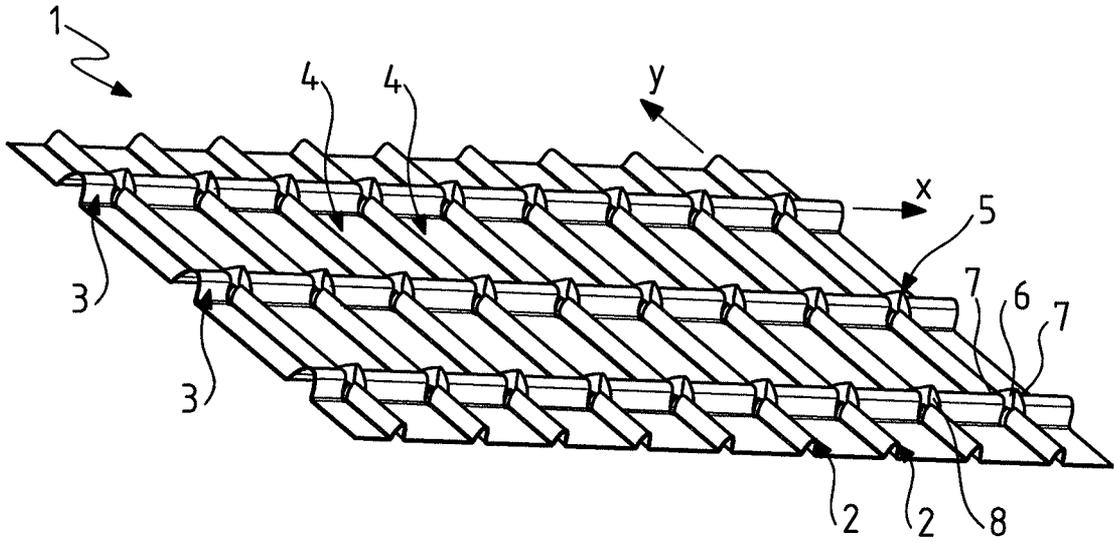


FIG. 1

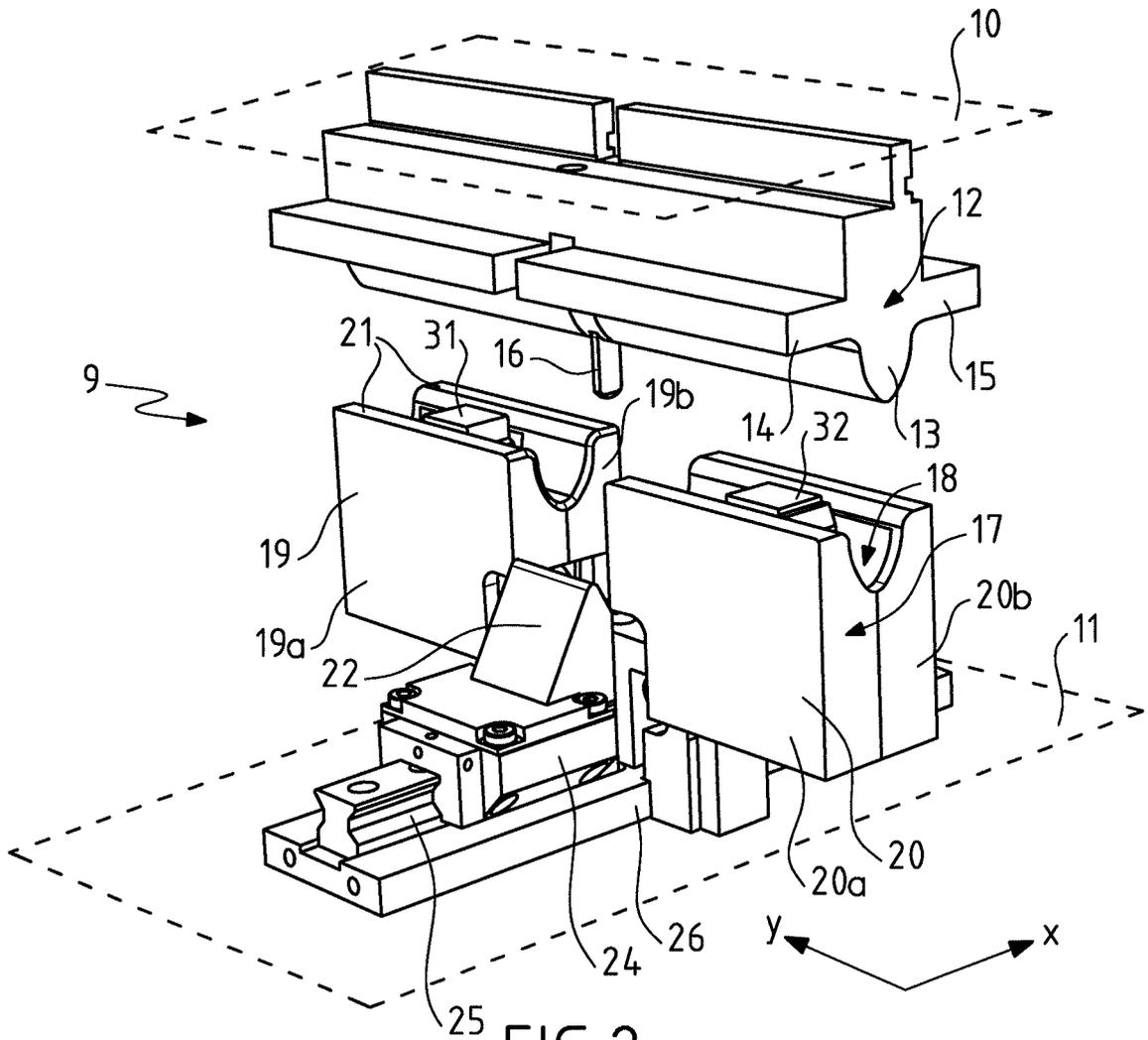


FIG. 2





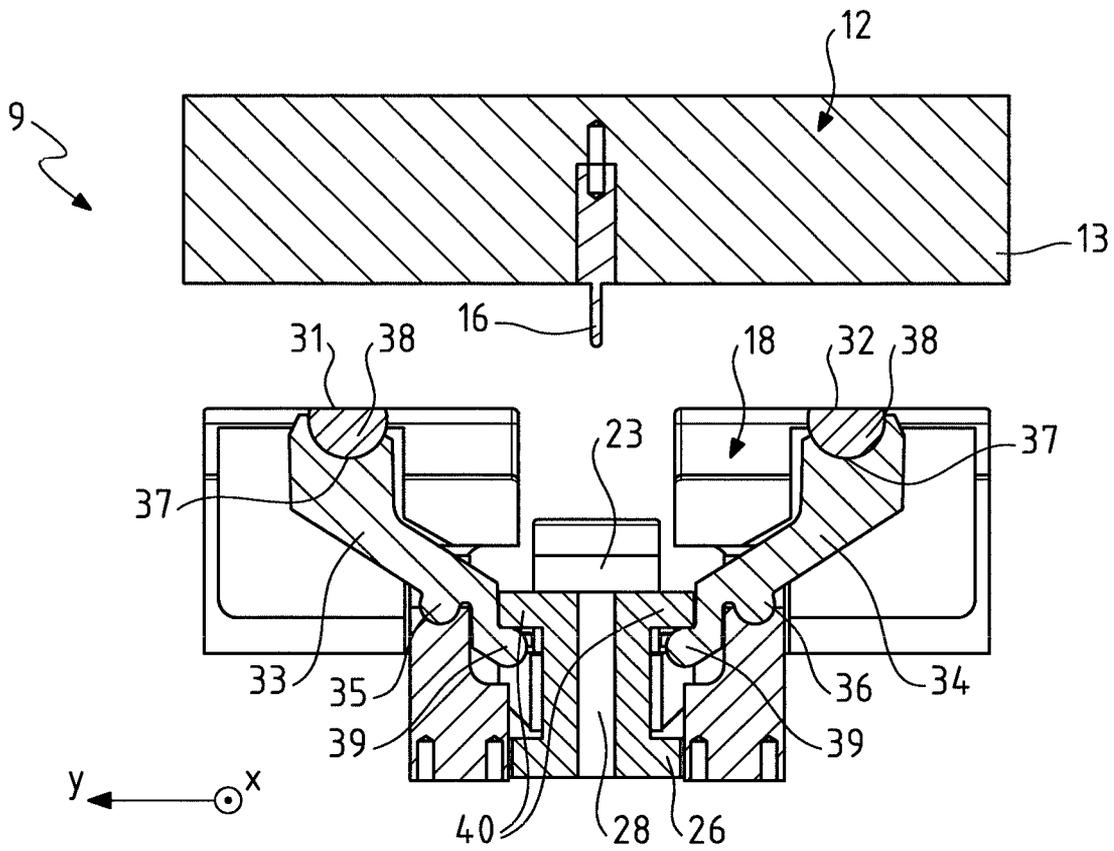


FIG. 6

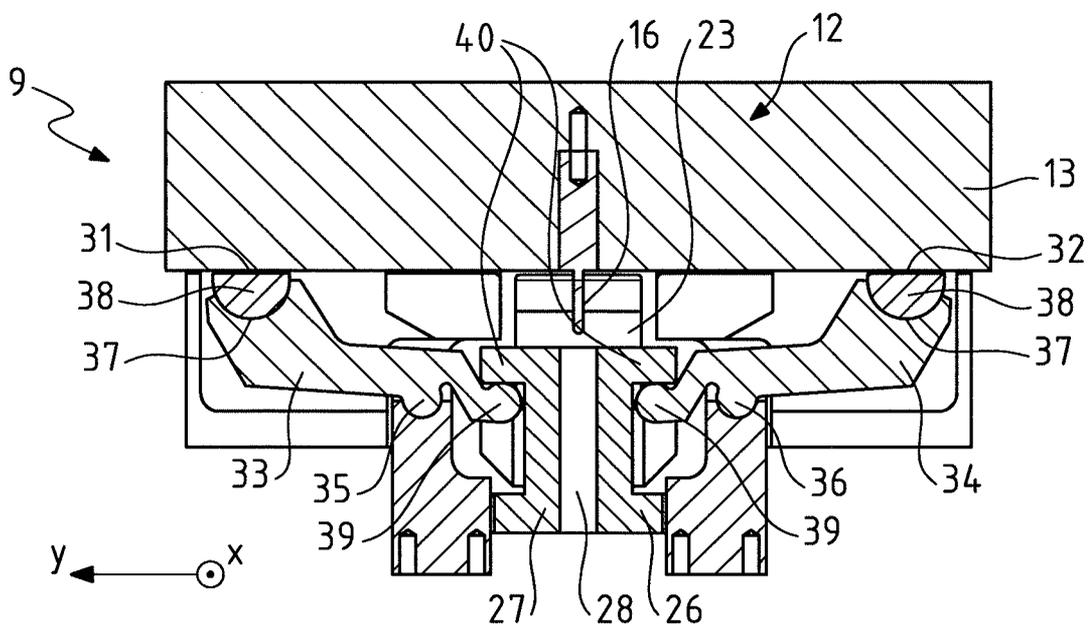


FIG. 7



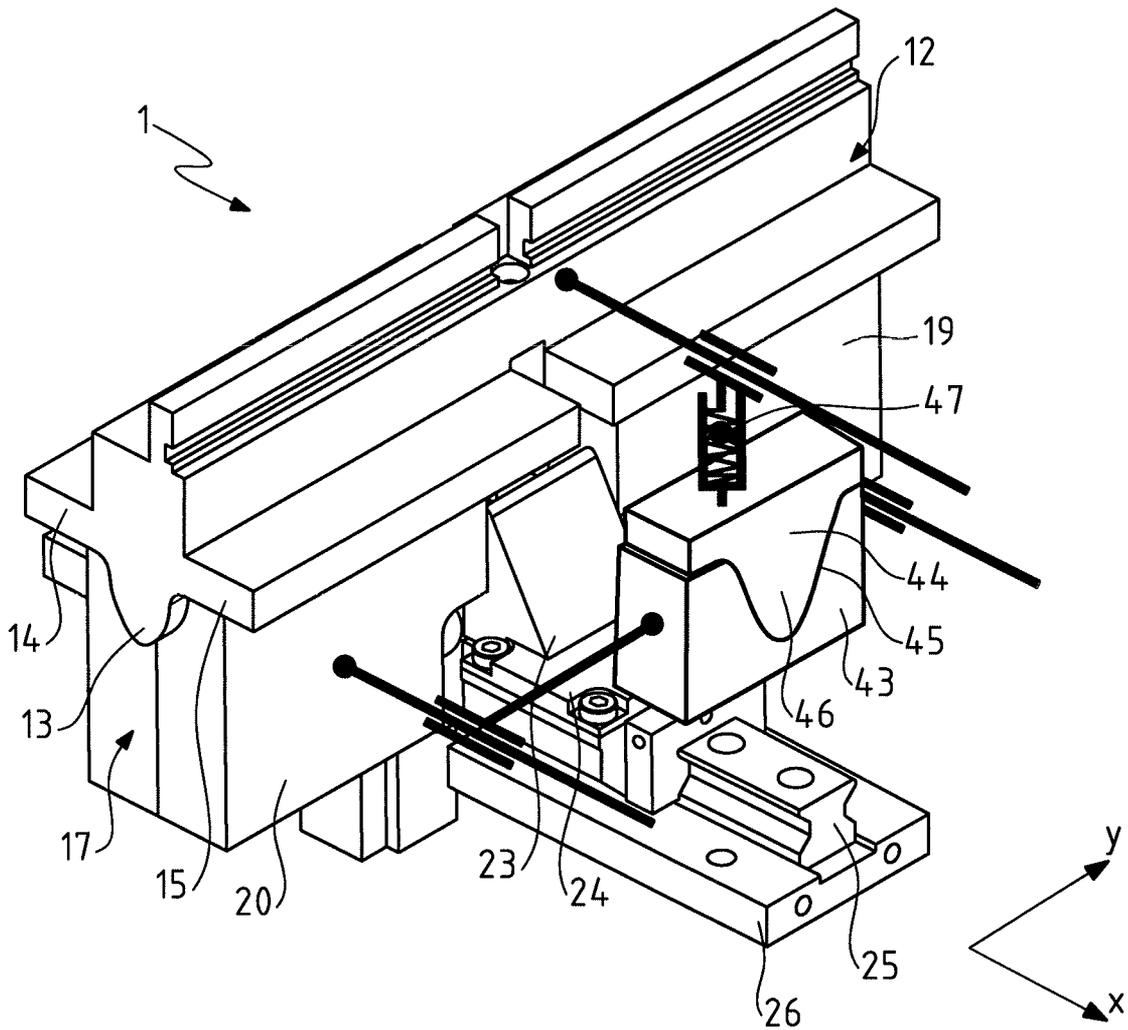


FIG. 10

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/FR2016/052744

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. B21D13/02 B21D17/02  
 ADD. F17C3/06

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)  
 B21D F17C B63B

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.
A	KR 100 762 083 B1 (HYUN DAI HEAVY IND CO LTD [KR]) 1 October 2007 (2007-10-01) cited in the application figures	1-13
A	----- KR 100 766 309 B1 (SAMWOO MEMCOR CO LTD [KR]) 12 October 2007 (2007-10-12) figures -----	1-13

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  1 February 2017	Date of mailing of the international search report  23/02/2017
----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

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  Knecht, Frank
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/052744

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
KR 100762083	B1	01-10-2007	NONE
-----			
KR 100766309	B1	12-10-2007	NONE
-----			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/052744

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. B21D13/02 B21D17/02 ADD. F17C3/06				
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB				
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B21D F17C B63B				
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				
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>				
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées		
A	KR 100 762 083 B1 (HYUN DAI HEAVY IND CO LTD [KR]) 1 octobre 2007 (2007-10-01) cité dans la demande figures	1-13		
A	KR 100 766 309 B1 (SAMWOO MEMCOR CO LTD [KR]) 12 octobre 2007 (2007-10-12) figures	1-13		
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe				
* Catégories spéciales de documents cités:				
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;">                     "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                 </td> <td style="vertical-align: top;">                     "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                      "&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets                 </td> </tr> </table>			"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
"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 <p style="text-align: center;">1 février 2017</p>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <p style="text-align: center;">23/02/2017</p>		
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 <p style="text-align: center;">Knecht, Frank</p>		

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/052744

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
KR 100762083	B1	01-10-2007	AUCUN
-----			
KR 100766309	B1	12-10-2007	AUCUN
-----			