



(11) EP 2 865 456 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
29.04.2015 Bulletin 2015/18

(51) Int Cl.:  
**B07C 5/36 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: 14180762.8

(22) Date de dépôt: 13.08.2014

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
 Etats d'extension désignés:  
**BA ME**

(30) Priorité: 24.10.2013 FR 1360399

(71) Demandeur: **VEOLIA PROPRETE**  
92000 Nanterre (FR)

(72) Inventeurs:  

- **Leconte, Nicolas**  
78200 MANTES LA JOLIE (FR)
- **Reynard, Julien**  
63160 MONTMORIN (FR)

(74) Mandataire: **Novagraaf Technologies**  
**Bâtiment O2**  
**2, rue Sarah Bernhardt**  
**CS90017**  
**92665 Asnières-sur-Seine Cedex (FR)**

### (54) Caisson d'éjection pour objets éjectés par jet d'air

(57) La présente invention concerne un caisson (1) d'éjection pour objets (2) éjectés par jet d'air, le caisson (1) comprenant au moins une paroi supérieure (3) présentant un plafond (4), où sa hauteur (z) est maximale entre une première extrémité (5) à une entrée (7) et une deuxième extrémité (6) à une sortie (8), la paroi supérieure (3) délimitant un espace intérieur (9) dans lequel au moins un jet (10) d'air généré au voisinage de l'entrée (7) et orienté vers le plafond (4) fait circuler les objets (2)

éjectés de l'entrée (7) où les objets entrent, vers la sortie (8) où les objets (2) éjectés sortent du caisson (1), l'espace intérieur (9) présentant une ouverture inférieure (11) destinée à être orientée vers des réceptacles (12, 13) d'objets, le caisson (1) étant caractérisé en ce que la paroi supérieure (3) présente au moins une portion de forme concave (14) de sorte à former une rampe de guidage d'un écoulement (15) du jet d'air pour conduire et guider, vers la sortie (8), les objets (2) éjectés.

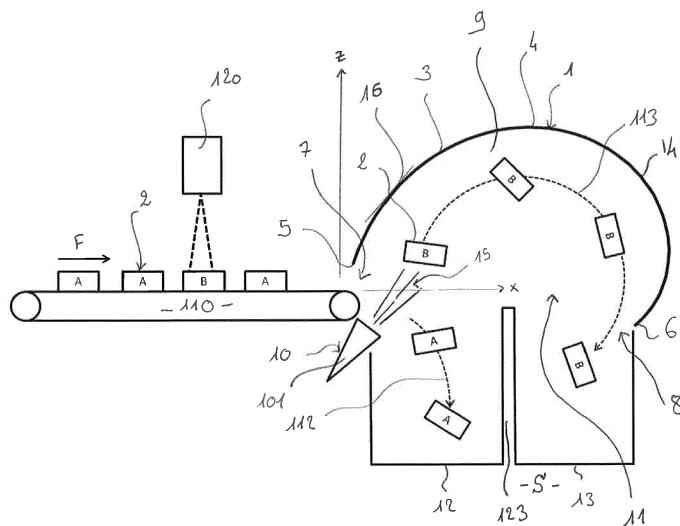


Fig. 5

**Description****DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION**

**[0001]** La présente invention concerne un caisson d'éjection pour objets éjectés par jet d'air et un appareillage de tri d'objets associé, par exemple de déchets.

**ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE**

**[0002]** Les appareillages de tri d'objets ont connu de nombreuses améliorations depuis une dizaine d'années, notamment en ce qui concerne l'automatisation du tri des déchets par l'intermédiaire d'appareillages utilisant des équipements dits de « tri optique ».

**[0003]** De façon générale, ces équipements permettent de reconnaître des objets de caractéristiques différentes, comme la forme, la couleur ou le matériau, grâce à des capteurs colorimétriques ou spectrométriques, par exemple par l'utilisation de rayonnements infrarouges, puis ces objets sont séparés par activation sélective de buses d'air comprimé, à l'instant précis où les objets à extraire arrivent en bout d'un convoyeur.

**[0004]** Un exemple de ce type d'appareillage est illustré figure 1. Plus précisément, est illustré un appareillage 100' de tri d'objets comprenant :

- un convoyeur 110' pour transporter des objets 2' de types différents : un premier objet de type A et un deuxième de type B différent du premier;
- un système de détection 120' des objets 2' commandant des buses à air comprimé situées à une extrémité du convoyeur 1', les buses - ou jets 10' d'air - permettant l'éjection des déchets du premier ou deuxième type A, B ;
- des premier et deuxième réceptacles 12', 13' d'objets pour recevoir les objets non éjectés A et éjectés B, ces réceptacles 12', 13' étant ici posés au sol S' et séparés par une séparatrice inter-réceptacle 123' ; et
- un caisson 1' d'éjection de forme parallélépipédique, comprenant une paroi supérieure 3' présentant un plafond 4', où sa hauteur z' est maximale entre une première extrémité 5' à une entrée 7' et une deuxième extrémité 6' à une sortie 8', la paroi supérieure 3' délimitant un espace intérieur 9' dans lequel les jets 10' d'air positionnés au voisinage de l'entrée 7' et orienté vers le plafond 4' font circuler les objets 2' éjectés B de l'entrée 7', où les objets 2' entrent, vers la sortie 8', où les objets 2' éjectés B sortent du caisson 4', l'espace intérieur 9' présentant une ouverture inférieure 11' orientée vers les réceptacles 12', 13' d'objets au sol S'.

**[0005]** De cette manière, soit :

- l'objet transporté par le convoyeur 110', et détecté par le système de détection 120', est du premier type A, les buses - ou jets 10' d'air - n'étant alors pas actionnées, et l'objet 2', arrivé à l'extrémité terminale du convoyeur 110' située au niveau de l'entrée 7' du caisson 1', tombe par gravitation dans le premier réceptacle 12' d'objets en suivant une première trajectoire 112' ;  
soit

- l'objet transporté par le convoyeur 110', et détecté par le système de détection 120', est du deuxième type B, les buses - ou jets 10' d'air - étant alors actionnées par le système de détection 120', et l'objet 2', arrivé à l'extrémité du convoyeur 110' au niveau de l'entrée 7' du caisson 4', est éjecté par les jets 10' d'air avant de tomber, par gravitation, dans le deuxième réceptacle 13' d'objets, selon une deuxième trajectoire 113' sensiblement parabolique.

**[0006]** Pour améliorer les performances de ces appareillages de tri d'objets et en particulier les appareillages de « tri optique », il est fréquent de développer à la fois les technologies de capteurs et les algorithmes de traitement du signal.

**[0007]** Néanmoins, ces solutions ne permettent pas d'améliorer l'éjection des objets en tant que tel. En effet, un objet peut être dans un premier temps bien reconnu par le système de détection mais dans un second temps mal éjecté.

**[0008]** Par ailleurs, une fois un objet éjecté, celui-ci peut suivre des trajectoires différentes dépendant de ses caractéristiques intrinsèques telles que par exemple sa forme, son poids et/ou son volume. Ces caractéristiques engendrent un grand nombre d'aléas dont les trajectoires dépendent, rendant difficile le contrôle de leur trajectoire.

**[0009]** L'une des problématiques constatées pour ces caissons, est aussi celle de l'influence des perturbations aérauliques au niveau du plafond du caisson (voir la figure 2). En l'espèce, lorsque l'on dirige le jet d'air des buses contre une paroi du caisson, par exemple le plafond, l'air se divise et se répartit dans différentes directions influençant par conséquent la trajectoire du déchet éjecté.

**[0010]** En effet, lorsque le flux d'air généré par les buses pour éjecter un objet atteint le plafond du caisson, ce flux se répartit dans différentes directions :

- en partie vers l'avant, c'est-à-dire vers la sortie du caisson où les objets sont éjectés ; et
- en partie vers l'arrière, c'est-à-dire vers l'entrée du caisson.

**[0011]** En conséquence, des objets éjectés peuvent être captés par ce flux d'air vers l'arrière du caisson et être ainsi dirigés vers l'entrée dudit caisson, puis finir leur

trajectoire dans le premier réceptacle destiné aux objets non-éjectés. C'est par exemple particulièrement le cas avec des objets légers comme des déchets de papier ou d'emballage.

**[0012]** Une autre problématique constatée dans le cas de ces caissons utilisés est celle des rebonds dans le caisson lorsque les jets d'air sont dirigés vers le plafond.

**[0013]** Ces rebonds sont dus au fait que, lorsque les objets rencontrent la paroi du caisson, cette paroi fait un angle avec le vecteur vitesse-instantanée de l'objet. Les objets ayant une vitesse parfois importante, par exemple entre 5 à 20 m/s, il en résulte un rebond dont les conséquences sont aléatoires, notamment selon la vitesse, la forme et le matériau de l'objet, et peuvent entraîner un retour de l'objet éjecté dans le mauvais réceptacle, en l'occurrence le premier réceptacle d'objets non-éjectés. Une dégradation prématuree du caisson peut-être aussi constatée, celle-ci étant plus ou moins importante en fonction du matériau du caisson et de celui des objets éjectés.

**[0014]** La trajectoire d'un objet éjecté, par exemple un déchet, présente donc de nombreux aléas qui rendent son contrôle difficile. En sus, les erreurs constatées lors du tri des objets entraînent de nombreux inconvénients dans le processus de tri comme le temps perdu à corriger les erreurs de tri ou dans le cas de déchets, la qualité plus faible des matériaux recyclés a posteriori.

## EXPOSE DE L'INVENTION

**[0015]** Le dispositif décrit par la suite vise à remédier à tout ou partie des inconvénients de l'état de la technique et notamment à réaliser de manière simple et fiable un caisson d'éjection permettant l'amélioration de la qualité du tri d'objets, notamment de déchets.

**[0016]** A cet effet, l'invention a pour objet un caisson d'éjection pour objets éjectés par jet d'air, le caisson comprenant au moins une paroi supérieure présentant un plafond, où sa hauteur est maximale entre une première extrémité à une entrée et une deuxième extrémité à une sortie, la paroi supérieure délimitant un espace intérieur dans lequel au moins un jet d'air généré au voisinage de l'entrée et orienté vers le plafond fait circuler les objets éjectés de l'entrée où les objets entrent, vers la sortie où les objets éjectés sortent du caisson, l'espace intérieur présentant une ouverture inférieure destinée à être orientée vers des réceptacles d'objets, le caisson étant caractérisé en ce que la paroi supérieure présente au moins une portion de forme concave de sorte à former une rampe de guidage d'un écoulement du jet d'air pour conduire et guider, vers la sortie, les objets éjectés.

**[0017]** Selon une caractéristique technique particulière, les objets sont des déchets.

**[0018]** Est entendu par le vocabulaire « au voisinage », le fait que le ou les jet(s) d'air sont générés à une distance raisonnable de la paroi supérieure pour que l'objet, une fois convoyé jusqu'au caisson d'éjection, puisse entrer dans ledit caisson d'éjection et se placer notamment en-

tre le ou les jet(s) d'air et ladite paroi supérieure, cela malgré le volume dudit objet. De cette manière le jet d'air pourra propulser un objet éjecté contre ladite paroi supérieure du caisson, la partie concave formant rampe de guidage de l'écoulement du flux pour conduire et guider, vers la sortie, ledit objet éjecté.

**[0019]** Est entendu par le vocabulaire « hauteur », une dimension du caisson d'éjection suivant un axe vertical, perpendiculaire au sol formant un plan horizontal.

**[0020]** Est entendu par le vocabulaire « réceptacle », tout moyen de récupération de l'objet pour le réceptionner, en sortie du caisson notamment après que ledit objet ait traversé l'ouverture inférieure. Un réceptacle peut être par exemple :

- une alvéole de stockage, ou un bac, posée au sol ou bien encore suspendue dessous l'ouverture inférieure, positionnée en fin de trajectoire de l'objet éjecté ou non éjecté ; ou

- un autre convoyeur, dans ce cas des parois de guidage peuvent être prévues entre le caisson et le convoyeur pour guider les objets vers ledit convoyeur.

**[0021]** Dans une telle configuration, le caisson est destiné à être placé au-dessus des réceptacles, par rapport à l'axe vertical, lesquels sont placés en regard de son ouverture inférieure. La puissance des jets d'air orientés vers le plafond dudit caisson permet l'éjection dudit objet éjecté vers ce plafond et la portion concave permet quant à elle son guidage tout en étant propulsé et conduit par le jet d'air, vers la sortie du caisson, et en particulier vers le réceptacle dans lequel il est destiné.

**[0022]** En outre, une telle forme concave permet de diminuer l'angle existant entre un vecteur vitesse de l'objet éjecté et la paroi du caisson, au niveau du choc sur sa surface intérieure. Ceci à pour conséquence de mieux diriger l'objet, tel qu'un déchet, éjecté en cas de rebonds.

**[0023]** Par ailleurs, cette forme concave permet également de favoriser le contact entre l'objet éjecté et la paroi dudit caisson favorisant ainsi une perte d'énergie par frottement ce qui limite les risques de rebonds durant sa trajectoire jusqu'à la sortie dudit caisson.

**[0024]** Est entendu par le vocabulaire « pour conduire et guider » le fait que la paroi supérieure forme un moyen de guidage de l'écoulement du fluide, ici l'air, et que l'objet alors éjecté par ce même fluide est entraîné dans son mouvement par lui. En d'autres termes, l'écoulement du fluide transporte l'objet, par exemple le déchet, de l'entrée où il est éjecté jusqu'à la sortie en lui faisant parcourir une trajectoire sensiblement de forme parabolique tout en étant guidé, au moins localement sur sa trajectoire, par la paroi supérieure.

**[0025]** De préférence, cette forme concave est courbe. Cela permet notamment d'améliorer la qualité de l'écoulement du flux tout en limitant les pertes de charges de cet écoulement.

**[0026]** Toutefois, et dans un mode de réalisation alter-

natif, cette forme concave peut être obtenue par une succession de portions rectiligne. Dans ce cas, plus le nombre de portions rectilignes est important de sorte notamment à tendre vers une forme courbe et plus les pertes de charges seront réduites.

**[0027]** Selon une caractéristique particulière, la forme concave s'étend au moins du plafond jusqu'à la deuxième extrémité à la sortie.

**[0028]** Cela permet de guider de manière améliorée l'objet éjecté, alors propulsé par le jet d'air, entre le plafond - vers lequel est dirigé le ou les jets(s) d'air - jusqu'à la sortie du caisson conduisant ledit objet éjecté vers le réceptacle souhaité.

**[0029]** Selon une autre caractéristique, la paroi supérieure présente, au niveau de l'entrée, une pente initiale présentant une inclinaison voisine de celle d'un vecteur vitesse des objets à éjecter donnée par l'orientation du ou des jet(s) d'air.

**[0030]** Une telle caractéristique permet de diriger de manière plus contrôlée les objets éjectés de sorte d'éviter un éventuel retour en arrière d'un objet éjecté, c'est-à-dire pour éviter son retour vers l'entrée du caisson.

**[0031]** En effet, dans une telle configuration, le ou les jet(s) d'air étant orienté(s) vers le plafond du caisson, la pente dudit caisson au niveau de l'entrée agit, au moins localement, comme une barrière à la fois pour le flux d'air et pour l'objet éjecté.

**[0032]** Ainsi, une telle pente permet de guider également l'objet éjecté et forme au moins localement un moyen de guidage de l'écoulement de l'air, et de l'objet éjecté permettant un contrôle plus fin de sa trajectoire.

**[0033]** De cette manière, lorsque l'on dirige le ou les jet(s) d'air pour qu'ils soient générés avec un certain angle et que la paroi supérieure présente, au niveau de l'entrée, une pente initiale présentant une inclinaison d'un angle semblable, l'écoulement du ou des jet(s) d'air est guidé au moins en partie vers le plafond avec une certaine angulation de sorte que, au niveau du plafond vers lequel le jet d'air est dirigé, l'air se divise et se répartit dans différentes directions dont la composante vers l'arrière est ainsi limitée voire supprimée.

**[0034]** En outre, une telle combinaison d'une pente initiale et d'une portion de forme concave formant une rampe de guidage de l'écoulement du jet d'air pour conduire et guider, vers la sortie, des objets éjectés, permet de résoudre à la fois le problème de retour en arrière des objets éjectés et également celui de leurs rebonds sur la paroi supérieure, notamment lorsque les objets sont des déchets.

**[0035]** Selon une configuration technique particulière, le ou les jet(s) d'air est(sont) générés par une ou plusieurs buses. Dans ce cas, l'orientation, du ou des jet(s) d'air au niveau de l'entrée de la paroi supérieure est donnée par l'orientation de la ou des buses, de préférence positionnée(s) au voisinage de l'entrée du caisson.

**[0036]** Avantageusement encore, la paroi supérieure est courbe entre sa pente initiale et son plafond, et présente, au niveau de ce plafond, la même pente que ledit

plafond. Généralement au niveau du plafond, cette pente est horizontale au niveau de la hauteur maximale.

**[0037]** Une telle caractéristique offre l'avantage que la paroi supérieure forme une barrière au fluide du ou des jet(s) de l'entrée jusqu'au plafond de sorte à supprimer toutes perturbations aérauliques au niveau du plafond du caisson qui seraient orientés vers l'arrière du caisson.

**[0038]** En d'autres termes, cela a pour effet de guider le flux d'air et les objets uniquement vers l'avant du caisson, c'est-à-dire vers la sortie, et jamais vers l'arrière, du côté de l'entrée dudit caisson.

**[0039]** De façon générale, la pente initiale au niveau de l'entrée du caisson dépend de l'angle formé entre le ou les jet(s) d'air, ou encore la ou les buses, et le plan horizontal, de la puissance du flux d'air soufflé (pression, débit, durée d'ouverture de la buse), et du type d'objet ou de déchet éjecté. Ainsi, pour un type d'objet donné, il est possible d'évaluer la plage de pentes prises par les trajectoires des objets.

**[0040]** De préférence cette pente initiale formera avec le plan horizontal un angle compris entre 15 et 70 degrés.

**[0041]** Selon une caractéristique technique avantageuse, un rayon de courbure entre la première extrémité à l'entrée et le plafond de la paroi supérieure est supérieur à un rayon de courbure entre le plafond et la deuxième extrémité à la sortie de la paroi supérieure.

**[0042]** Cela a pour effet de guider le flux d'air et les objets uniquement vers la partie avant du caisson et ce, tout en limitant les risques de rebonds.

**[0043]** Avantageusement encore, le rayon de courbure de la paroi supérieure évolue de façon décroissante au moins du plafond jusqu'à la deuxième extrémité à la sortie de la paroi supérieure, et de préférence de la première extrémité à l'entrée jusqu'à la deuxième extrémité à la sortie de la paroi supérieure.

**[0044]** Ceci permet notamment d'apporter une modification progressive de la pente, tout le long de la paroi supérieure de sa première extrémité à l'entrée jusqu'à sa deuxième extrémité au niveau de la sortie des objets éjectés. Ainsi, même avec une vitesse initiale importante de l'objet éjecté, cedit objet éjecté sera guidé jusqu'à la sortie sans que la rencontre entre l'objet éjecté et la paroi du caisson n'engendre de choc susceptible de provoquer un rebond vers l'arrière du caisson. En effet, celui-ci est alors guidé par la paroi du caisson de sorte que, à chaque instant durant sa trajectoire dans l'espace intérieur du caisson, son vecteur vitesse est sensiblement parallèle à la pente du caisson d'éjection.

**[0045]** Le contact avec la paroi favorise par ailleurs la perte d'énergie par frottement et limite les risques de rebonds à l'arrivée dans l'alvéole de sortie.

**[0046]** Avantageusement encore, la paroi supérieure est continue. Cela permet d'éviter toute discontinuité dans le guidage du fluide comme celui de l'objet éjecté, ce qui limite d'autant plus les risques de rebonds.

**[0047]** Par ailleurs, l'écoulement du fluide lorsque la paroi supérieure est continue permet de limiter la perte de charge du flux et donc améliore le guidage de l'objet

éjecté. A puissance de jet équivalent, le guidage de l'objet sera ainsi plus fiable dans le cas d'une paroi supérieure continue de sa première à sa deuxième extrémité.

**[0048]** Un type de courbe avec modification progressive de la pente, c'est-à-dire lorsque le rayon de courbure de la paroi supérieure évolue de façon décroissante de la première extrémité jusqu'à la deuxième extrémité peut, par exemple, être obtenu en considérant un arc de spirale, par exemple de spirale logarithmique, dont l'équation paramétrique peut s'écrire comme suit :

$$X = a \cdot \cos(t) \cdot e^{bt}$$

$$Y = a \cdot \sin(t) \cdot e^{bt}$$

**[0049]** L'intérêt d'utiliser un arc de spirale plutôt qu'une autre forme telle qu'un arc de cercle réside dans l'augmentation de la compacité du système. En effet, à rayon de courbure constant, il faut un caisson de dimensions beaucoup plus grandes pour rediriger les objets vers le bas.

**[0050]** Par ailleurs, cette forme en arc de spirale offre l'avantage pour le caisson de présenter à la fois une forme courbe et continue avec modification progressive de la courbure de l'entrée jusqu'à la sortie et de comporter une pente initiale à l'entrée de sorte à permettre l'éjection des objets de la manière la plus fiable en limitant au mieux tout risque de rebonds non contrôlés et de retour en arrière.

**[0051]** Selon un autre aspect, l'invention a pour objet un appareillage de tri d'objets comprenant :

- un convoyeur pour transporter des objets,
- un système de détection des déchets commandant au moins une buse à air comprimé située à une extrémité du convoyeur,
- au moins deux réceptacles d'objets pour recevoir les objets éjectés et non éjectés ; et
- un caisson d'éjection tel que décrit ci-dessus.

**[0052]** Dans une configuration technique particulière, les objets à trier sont des déchets.

**[0053]** Un tel appareillage permet d'améliorer la qualité du tri des objets, notamment des déchets, au moyen du caisson d'éjection tel que décrit ci-dessus. En effet, la diminution des rebonds, combiné de préférence avec la suppression des retours en arrière des objets éjectés permet de diminuer le nombre d'erreurs de tri d'objets.

#### BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

**[0054]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit, donnée uniquement à titre d'exemple, en référence aux figures annexées, qui illustrent :

- figure 1, un appareillage de tri d'objets, par exemple de déchets, selon l'art antérieur ;
- figure 2, un caisson d'éjection pour objets éjectés par jet d'air, par exemple des déchets, selon l'art

antérieur ;

- figures 3A et 3B, deux graphes illustrant des trajectoires de déchets éjectés selon l'art antérieur et présentant des retours indésirables vers l'arrière, respectivement avec des films plastiques et avec des feuilles de papiers ;
- figure 4, un graphe illustrant des trajectoires de déchets éjectés selon l'art antérieur et présentant des rebonds ;
- figure 5, un appareillage de tri de déchets selon ce mode de réalisation de l'invention ;
- figures 6, 7, 8 et 9, un caisson d'éjection pour déchets éjectés par jet d'air selon un mode de réalisation de l'invention ;
- figure 10A et 10B, deux profils de caisson d'éjection pour déchets éjectés par jet d'air selon des modes de réalisation de l'invention ;
- figure 11, une partie arrière d'un caisson d'éjection pour déchets éjectés par jet d'air selon un mode de réalisation de l'invention ;

**[0055]** Pour plus de clarté, les éléments identiques ou similaires sont repérés par des signes de référence identiques sur l'ensemble des figures.

#### DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

**[0056]** La figure 1 illustre un appareillage de tri d'objets, par exemple de déchets selon l'art antérieur, lequel a été décrit précédemment. La figure 2 illustre un caisson d'éjection pour objets éjectés par jet d'air selon ce même mode de réalisation de l'art antérieur et illustre, en particulier, l'écoulement de l'air dans une telle configuration.

**[0057]** En effet, lorsque le jet 10' d'air est actionné pour éjecter un objet 2', le flux d'air alors généré est dirigé dans une direction DE vers le plafond 4' du caisson 1'. Lorsque le flux d'air atteint le plafond 4' du caisson 1', ce flux se répartit dans différentes directions. Ainsi, l'écoulement 15' de l'air, au contact dudit plafond 4' est divisé :

- en un écoulement  $E_{AV}$  vers l'avant, c'est-à-dire vers la sortie 8' du caisson 1' où les objets sont éjectés ; et
- en un écoulement  $E_{AR}$  vers l'arrière, c'est-à-dire vers l'entrée 7' de ce caisson 1' où les objets sont éjectés.

**[0058]** Ceci illustre la problématique du retour en arrière d'objets, notamment de déchets. Cette problématique est d'autant plus importante lorsque les objets à éjecter sont légers.

**[0059]** Les figures 3A et 3B illustrent, à ce sujet, deux

graphes de trajectoires de déchets éjectés par ce même appareillage de l'art antérieur et dont l'effet de l'écoulement  $E_{AR}$  dirigé vers l'arrière a eu pour conséquence d'entraîner les objets vers l'arrière.

**[0060]** Sur chacun de ces graphes est représenté un repère, en particulier une hauteur  $z$  de l'objet éjecté en fonction d'une distance  $x$  longitudinale d'éjection, le caractère longitudinal étant considéré ici dans le prolongement du convoyeur 110'. Ces distances sont exprimées en mètres sur ces figures.

**[0061]** Cette distance  $x$  longitudinale représente sensiblement l'éloignement du déchet 2' éjecté par rapport à son point d'éjection, ou encore par rapport à l'entrée du caisson 1'.

**[0062]** Sur chacun des graphes sont représentées deux trajectoires de deux objets de forme distinctes mais de matière identique, l'une avec des pointillés, l'autre avec des tirets.

**[0063]** Ces deux graphes diffèrent seulement par la nature des déchets, les objets éjectés étant, dans le cas de la figure 3A, des films plastiques et, dans le cas de la figure 3B, des feuilles de papier.

**[0064]** Quelles que soient les trajectoires, les retours en arrière des objets éjectés ont pour conséquence que ceux-ci viennent se loger dans le mauvais réceptacle 12' des objets non éjectés ce dont il résulte des erreurs dans le tri des déchets.

**[0065]** La figure 4 illustre quant à elle, de manière similaire aux figures 3A et 3B, des trajectoires de différents objets de même matières, lesquels sont entrés en collision avec la paroi supérieure 3' du caisson 1'. Les déchets utilisés dans cette exemple sont des flaconnages constitués tous de Polyéthylène haute densité (PEHD).

**[0066]** Il est à noter que, sur cette figure 4, les rebonds visibles sur les trajectoires ne sont pas localisés précisément au niveau du contour représenté du caisson 1', car ces trajectoires sont celles des centres de gravité des objets, qui ne rentrent pas en contact avec le caisson.

**[0067]** Un autre décalage peut aussi apparaître avec le phénomène de parallaxe, c'est-à-dire dans notre cas que le contour du caisson représenté est celui situé « au premier plan ».

**[0068]** La figure 5 illustre un caisson 1 appareillage de tri de déchets comportant un caisson 1 d'éjection pour déchets éjectés par jet d'air selon un mode de réalisation de l'invention.

**[0069]** Plus précisément, est illustrée une vue schématique d'un appareillage 100 de tri de déchets comprenant :

- un convoyeur 110 pour transporter des déchets 2 ;
- un système de détection 120 des déchets commandant des jets 10 d'air comprimé générés en bout du convoyeur 110, à une extrémité terminale dudit convoyeur 110 ;
- deux réceptacles 12, 13 de déchets 2 pour recevoir

respectivement les déchets 2 non éjectés d'une part et éjectés, d'autre part ; et

- un caisson d'éjection 1.

**[0070]** Comme illustré en détail sur les figures 6 à 9, le caisson 1 d'éjection prévu pour conduire et guider, vers la sortie 8, les déchets 2 éjecté par les jets 10 d'air, comprend une paroi supérieure 3 présentant un plafond 4, où sa hauteur  $z$  est maximale entre une première extrémité 5 située à une entrée 7 dudit caisson et une deuxième extrémité 6 située à une sortie 8 dudit caisson.

**[0071]** La paroi supérieure 3 délimite un espace intérieur 9 dans lequel l'objet, c'est-à-dire ici le déchet 2, éjecté peut se déplacer.

**[0072]** Les jets 10 d'air sont générés par des buses 101 (voir par exemple figure 5) positionnées au voisinage de l'entrée 7 et dirigées vers le plafond 4 de sorte que lesdits jets d'air ainsi générés soient orientés vers le plafond 4. Ceci permet de faire circuler les déchets 2 éjectés de l'entrée 7 où les déchets entrent une fois arrivés en bout de convoyeur 110, vers la sortie 8 où les déchets 2 éjectés sortent du caisson 1 d'éjection.

**[0073]** Par ailleurs, le caisson est ouvert vers le bas, c'est-à-dire que l'espace intérieur 9 présente une ouverture inférieure 11 destinée à être orientée vers des réceptacles 12, 13 de déchets 2 par exemple positionnés sur le sol S ou suspendus.

**[0074]** La paroi supérieure 3 présente une portion de forme concave 14 de sorte à former une rampe de guidage d'un écoulement 15 des jets 10 d'air pour conduire et guider, vers la sortie 8, les déchets 2 éjectés.

**[0075]** Il est entendu par le vocable « concave » que la paroi supérieure 3 présente une surface creuse, cette surface creuse délimitant ici une partie de l'espace intérieur du caisson 1.

**[0076]** Dans ce mode de réalisation la forme concave 14 s'étend continument de l'entrée 7 jusqu'à la sortie 8 du caisson 1 d'éjection de sorte que cette forme creuse délimite l'espace intérieur 9.

**[0077]** Plus précisément, le profil de ce caisson 1 d'éjection est représenté sur la figure 5 et sur la figure 9, cette dernière illustrant une vue en coupe A-A du caisson 1 d'éjection dans un plan vertical s'étendant suivant l'axe longitudinal, c'est-à-dire dans un plan contenant les axes vertical et longitudinal.

**[0078]** La paroi supérieure 3 présente une forme concave, courbe, continue, en forme d'arc de spirale, dont le rayon de courbure évolue de façon progressive, de préférence comme c'est le cas ici, de façon continument progressive, de l'entrée 7 du caisson 1 d'éjection jusqu'à sa sortie 8.

**[0079]** En particulier, cette forme en arc de spirale est orientée de sorte que le rayon de courbure entre l'entrée 7 et le plafond 4 est supérieur au rayon de courbure entre le plafond 4 et la sortie 8. En d'autres termes, et dans ce cas, le rayon de courbure de la paroi supérieure 3 évolue de façon décroissante, et même de façon continument

décroissante, de la première extrémité 5 à l'entrée 7 jusqu'à la deuxième extrémité 6 à la sortie 8 de la paroi supérieure 3.

**[0080]** Une telle forme en arc de spirale présente également, dans cette configuration, et au niveau de l'entrée 7, une pente initiale 16 dont une inclinaison  $\alpha$  est voisine de celle d'un vecteur vitesse V des déchets 2 à éjecter donnée par l'orientation des jets 10 d'air, ou encore des buses 101 les générant lesquelles sont situées au voisinage de l'entrée 7 du caisson 1. Cette pente initiale 16 est décrite plus en détail en relation avec la figure 11.

**[0081]** La paroi supérieure 3 est continue dans le sens longitudinal sur toute son étendue, c'est-à-dire plus précisément que la surface du côté intérieur de la paroi supérieure 3 est continue de l'entrée 7 jusqu'à la sortie 8, de sorte à limiter les pertes de charges du flux d'air et améliorer l'entraînement des déchets 2 par les jets 10 d'air.

**[0082]** Dans un mode de réalisation alternatif où la paroi supérieure 3 n'est pas continue, on peut envisager qu'au niveau du plafond 4, il existe un décalage vertical entre la partie arrière et la partie avant du caisson. La partie arrière désigne ici la partie du caisson 1 entre l'entrée 7 et le plafond 4 et la partie avant désigne la partie du caisson 1 entre ledit plafond 4 et la sortie 8. Un tel décalage vertical, c'est-à-dire en hauteur, peut être utilisé pour y loger par exemple des buses complémentaires pour générer des jets d'air qui seraient orientés de sorte d'alimenter le flux d'air des jets 10 d'air et dirigés dans le même sens que l'écoulement 15 de l'air à cet endroit afin de compenser d'éventuelles pertes de charges de l'écoulement 15 du fluide. Outre les pertes de charges, un tel flux complémentaire peut être configuré pour différer en fonction des types de déchets 2 à trier, sa configuration étant également fonction de celle de l'espace intérieur 9 du caisson 1, ceci afin d'adapter la trajectoire des objets éjectés pour assurer le meilleur tri de déchets 2.

**[0083]** Toutefois, et même en présence d'un décalage vertical au niveau du plafond, la paroi supérieure 3 de la partie avant du caisson 1 au niveau du plafond 4, ici courbe, présentera de préférence une même pente par rapport au plan horizontal que celle de la partie arrière du caisson 1 au niveau de ce plafond 4.

**[0084]** Est également illustré, notamment figure 9, une séparatrice 123 inter-réceptacles. En particulier, est fixé sous le caisson 1 d'éjection, au niveau de son ouverture inférieure 11 des parois 130 dressées verticalement et délimitant longitudinalement le réceptacle 13 des déchets 2 éjectés, l'une des parois 130 étant fixée à la deuxième extrémité 6 de la paroi supérieure 3 du caisson 1 d'éjection, c'est-à-dire encore au niveau de la sortie 8 du caisson, l'autre paroi 130 étant située sensiblement au milieu du caisson 1, entre l'entrée 7 et la sortie 8 de celui-ci. Ces parois 130 sont fixées à leur extrémité supérieure audit caisson 1 d'éjection et sont reliées à leur extrémité inférieure par un convoyeur de sortie (non illustré) placé sensiblement perpendiculairement à l'axe longitudinal du convoyeur 110 placé à l'entrée et permet-

tant d'entraîner les objets éjectés et reçus dans ce réceptacle 13 des déchets 2 éjectés. Dans ce cas l'espace entre les parois 130 correspond sensiblement à la largeur du convoyeur de sortie.

**[0085]** La séparatrice 123 inter-réceptacles est disposée au niveau de la paroi 130 verticale du réceptacle 13 située au milieu du caisson 1 d'éjection, fixée sensiblement à son extrémité supérieure, et présente en particulier une paroi sensiblement plane et formant un angle sensiblement égal à 45 degrés par rapport au plan horizontal de sorte que cette paroi soit sensiblement orientée vers l'entrée 7. Cette inclinaison peut varier en fonction de l'espace disponible dans le caisson 1 d'éjection, une telle inclinaison permettant à un maximum de déchets 2 éjectés de pouvoir être redirigés dans le bon réceptacle 13 des déchets 2 éjectés tout en minimisant la gêne occasionnée par la séparatrice 123 inter-réceptacles au niveau de la trajectoire du déchet 2 une fois éjecté dans l'espace intérieur 9 du caisson 1 d'éjection. En effet, la séparatrice 123 inter-réceptacles traverse en partie l'ouverture inférieure 11 du caisson, une partie de la séparatrice 123 étant disposée dans l'espace intérieur 9 et toute gêne de cette pièce 123 dans l'éjection des déchets 2 doit être évitée.

**[0086]** Le caisson 1 d'éjection peut être monobloc ou pas en fonction de la dimension de la pièce et de son usinage.

**[0087]** Les figures figure 10A et 10B illustrent deux profils de caisson 1 d'éjection pour déchets 2 éjectés par jet 10 d'air selon des modes de réalisation différents.

**[0088]** Dans ces deux modes de réalisation, il s'agit de profils dont la courbe présente avantageusement une modification progressive de sa pente entre sa première 5 et sa deuxième 6 extrémité permettant de guider et conduire le déchet éjecté 2 de façon contrôlée. Cette modification progressive de la pente évolue dans le sens d'une diminution du rayon de courbure de l'entrée 7 vers la sortie 8.

**[0089]** Ce type de courbe, à savoir avec modification progressive de la pente peut, par exemple, être obtenu par des formes suivant une courbe de spirale paramétrique, comme illustré figure 10A ou bien encore d'autres types de courbe, comme par exemple celle illustrée figure 10B.

**[0090]** En ce qui concerne le cas particulier des profils modélisés par une courbe de spirale paramétrique, du type de celle illustrée aussi dans les figures 5, 6, 7, 8 et 9, plusieurs paramètres peuvent varier.

**[0091]** Tout d'abord, une spirale est une courbe qui tourne sur elle-même avec un rayon de courbure qui évolue de façon continue en fonction d'un paramètre. Un caisson 1 en arc de spirale paramétrique permet donc d'avoir une courbure progressive de la paroi, depuis l'entrée 7 jusqu'à la sortie 8.

**[0092]** Il existe mathématiquement de nombreux types de spirales paramétriques (logarithmique, hyperbolique, parabolique,...) et globalement toutes les équations de courbes du type  $r = a P^{bt}$ , avec

- $r$  : une distance à l'origine d'un repère  $(0 ; 0)$  ;
- $a, b, P$  : des constantes ;
- $t$  : un paramètre.

**[0093]** Tout type d'arc de spirale peut convenir pour le caisson 1 d'éjection, à partir du moment où :

- la pente initiale 16 présente une inclinaison voisine de celle d'un vecteur vitesse  $V$  des objets 2 à éjecter donnée par l'orientation du ou des jet(s) 10 d'air ;

- la portion courbe obtenue est suffisamment large dans la direction longitudinale pour permettre la mise en place, en dessous du caisson 1 et en regard de son ouverture intérieure 11 des deux réceptacles 12, 13 pour recueillir les déchets 2 non éjectés et éjectés. Typiquement, pour des déchets 2 de collecte sélective ou des déchets industriels broyés, chacun des réceptacles 12, 13 doit présenter une ouverture de dimension dans le sens longitudinal, comprise de préférence entre 30 et 50 cm. De telles dimensions prennent également en compte une marge de sécurité sur les dimensions des déchets 2 ou objets à trier, afin d'éviter des « bourrages » provoqués par des déchets 2 trop gros qui viendraient se bloquer en travers l'une de ces ouvertures de réceptacles 12, 13 en sortie du caisson 1 ;

- la portion courbe obtenue est suffisamment large dans la direction verticale pour que les objets 2 éjectés puissent passer au dessus de la séparatrice 123, par exemple une plaque métallique, qui sépare les deux ouvertures des réceptacles 12, 13 formant sorties respectivement des déchets 2 non éjectés et éjectés

- le rayon de courbure décroît de façon suffisamment importante pour que les dimensions « hors-tout » du caisson 1 soient compatibles avec les exigences de compacité d'un centre de tri. Généralement ces dimensions sont comprises entre 1m et 2m dans le sens longitudinal et de 1m à 2 m dans le sens de la hauteur z.

**[0094]** Ainsi, par exemple, dans le cas où le profil du caisson 1 présente une courbe formant un arc de spirale logarithmique, son équation paramétrique peut s'écrire :

$$\begin{cases} X = X_1 - a \cdot \cos(t) \cdot e^{bt} \\ Y = Y_1 + a \cdot \sin(t) \cdot e^{bt} \end{cases}$$

où :

- $b$  est un facteur de l'évolution du rayon de courbure, ce facteur influençant l'allure de la courbe obtenue de la façon suivante :

- 5 • si  $b$  est nul, c'est-à-dire que sa valeur est égale à 0, alors le rayon de courbure est constant formant alors un arc de cercle ;
- si  $b$  est strictement positif, c'est-à-dire que sa valeur est strictement supérieure à 0, alors le rayon de courbure augmente ; et
- si  $b$  est strictement négatif, c'est-à-dire que sa valeur est strictement inférieure à 0, alors le rayon de courbure diminue ;

15 dans notre cas  $b$  est donc choisi strictement négatif de sorte à ce que le rayon de courbure décroît entre l'entrée 7 et la sortie 8 du caisson 1 ;

- 20 • a correspond au rayon du cercle que l'on obtiendrait pour une valeur de  $b$  nulle ;

- $(X_1 ; Y_1)$  : correspondent :

- 25 • aux coordonnées du point vers lequel la spirale converge, pour  $b$  strictement inférieur à zéro et  $t$  tendant vers l'infini ; et
- aux coordonnées du centre du cercle obtenu pour  $b = 0$  dans notre cas  $X_1$  et  $Y_1$  permettent de centrer la courbe vis-à-vis de repère choisi. Ces deux paramètres n'ont donc aucun impact 30 sur la forme de la courbe en tant que telle.

- 35 •  $t$  est le paramètre de la spirale, une plage de valeurs pour ce paramètre devant être définie pour tracer un arc de spirale.

**[0095]** De préférence, et de manière générale, on choisira des valeurs numériques comprises pour :

- 40 •  $a$ , entre 0,5 et 3 m ;

- $b$ , entre 0 et -2.

**[0096]** Par exemple, pour la définition de la courbe illustrée à la figure 10A, les valeurs numériques utilisées sont les suivantes :

$$a = 1,4 \text{ m} ;$$

$$50 \quad b = -0,25 ;$$

$$X_1 = 1,4 \text{ m} ;$$

$$Y_1 = 0,3 \text{ m} ;$$

$$t = 0,06 \text{ à } t = 3,7.$$

**[0097]** Grâce à de telles valeurs, on obtient un caisson

1 d'éjection d'encombrement compatible avec les contraintes d'un centre de tri, à savoir dans ce cas une hauteur de 1,3 m et une longueur de 2 m.

**[0098]** On obtient par ailleurs :

- une pente initiale 16 d'angle  $\alpha$  sensiblement égale à  $70^\circ$  par rapport à l'horizontale et qui diminue à  $50^\circ$  pour X égale à 50 cm ; et
- en considérant que la position où les déchets 2 quittent le convoyeur 110 est située aux coordonnées (0 ; 0), alors la première extrémité 5 de la paroi supérieure 3 du caisson 1 est située à 40 cm à la verticale au dessus de ce point d'origine, ce qui permet de laisser une certaine marge pour le passage des plus gros objets.

**[0099]** L'intérêt d'utiliser une forme en arc de spirale plutôt qu'en arc de cercle est d'augmenter la compacité du système, c'est-à-dire qu'à rayon de courbure constant tel qu'un cercle, il faudrait un caisson 1 beaucoup plus grand pour rediriger les objets ou déchets 2 vers sa sortie. Dans l'exemple cité ci-avant en considérant les mêmes valeurs numériques, la longueur du caisson serait en forme d'arc de cercle de diamètre égale à 2,8 m au lieu d'une longueur de 2 m dans le cas d'un arc de spirale.

**[0100]** En outre, d'autres types de profils peuvent être modélisés par des courbes de types différents. En effet d'autres courbes que les spirales peuvent convenir, par exemple par combinaison ou raccordement d'au moins deux courbes, par exemple encore de type arcs de cercle. Dans ce cas, les arcs sont raccordés de telle façon que les tangentes aux arcs soient parallèles au niveau d'un point de raccord. Des cas particuliers de ce type de raccordement d'arcs de cercles sont la Spirale dites d'Archimède, de Fibonacci, spirale d'Or, etc...

**[0101]** Dans une telle configuration de combinaisons de courbes en arc de cercle, les arcs sont tels que leur rayon diminue d'un arc à l'autre, les arcs à grand rayon étant utilisés pour le début de la trajectoire, c'est-à-dire dont le profil se situe à l'entrée 7 du caisson 1 au niveau de l'éjection des déchets 2, et les arcs à petit rayon étant utilisés pour la fin de la trajectoire, c'est-à-dire entre le plafond et la sortie 8 dudit caisson 1.

**[0102]** Ceci permet en effet :

- d'obtenir une réduction régulière, même si non continue, du rayon de courbure ; et
- d'obtenir une forme plus facile à réaliser industriellement qu'une forme basée sur une spirale paramétrique.

**[0103]** De manière alternative, à l'entrée 7 du caisson 1, la pente initiale 16, plutôt que d'être obtenue par un arc de cercle à grand rayon de courbure, peut aussi être constituée, dans sa première partie, par une partie rectiligne dont le profil est modélisé par une ligne droite.

**[0104]** Dans un tel cas, cette partie rectiligne, ou ligne droite, doit être raccordée à une portion courbée telle

que celle obtenue par un arc de cercle ou de spirale, avec parallélisme des tangentes au point de contact. Dans le cas contraire, le caisson perd en compacité.

**[0105]** De manière alternative, à la sortie 8 du caisson 1, la paroi à la sortie du caisson peut :

- soit continuer à s'incurver dans la direction de l'entrée 7, cela au niveau de la deuxième extrémité 6 de la paroi supérieure 3 du caisson 1 d'éjection, comme illustré sur la figure 10A ;
- soit se terminer, au niveau de la deuxième extrémité 6 de la paroi supérieure 3 du caisson 1, par une partie rectiligne sensiblement verticale, raccordée au point de la portion incurvée et concave 14 du caisson 1 qui la précède où la tangente est verticale, comme illustré sur la figure 10B.

**[0106]** Dans ces deux cas, les caissons 1 présentent le même encombrement, si l'on considère uniquement le caisson 1.

**[0107]** Toutefois et en comparaison de ces deux modes de réalisation illustrés figures 10A et 10B, le caisson présentant une paroi supérieure 3 présentant un profil obtenu par une courbe telle que celle illustrée figure 10A offre les avantages :

- de permettre une plus grande compacité du système, notamment par rapport à son implantation dans une ligne de tri de déchets 2 car ainsi la sortie 8 est plus rapprochée de l'entrée 7, cela permettant de rapprocher les réceptacles 12, 13 de l'entrée 7 ; et
- de permettre le ralentissement des objets en fin de trajectoire, au niveau de la deuxième extrémité 6 de la paroi supérieure 3 par le changement toujours progressif, de direction de ladite paroi supérieure 3 et par les frottements contre cette paroi supérieure 3 qui sont alors engendrés.

**[0108]** Par ailleurs, et toujours en comparaison de ces deux modes de réalisation illustrés figures 10A et 10B, le caisson 1 présentant une paroi supérieure 3 présentant un profil obtenu par une courbe telle que celle illustrée figure 10B offre l'avantage de permettre de conduire et guider tous les déchets éjectés ainsi que le flux d'air vers la sortie 8 du caisson, sans leur donner en fin de trajectoire une composante de vitesse négative sur un axe longitudinal ce qui correspondrait à un retour vers l'entrée 7 du caisson 1, ce qui pourrait :

- pour les déchets 2 éjectés : conduire certains de ces déchets à repasser par dessus la séparatrice interréceptacle 123 ; et
- pour le flux d'air générés par les buses 101 : entraîner la formation de tourbillons nuisant à la séparation des autres matériaux.

**[0109]** Néanmoins, ce mode de réalisation présente, comparativement toujours, les inconvénients suivants :

- ce caisson 1 ne permet pas autant de compacité pour l'installation globale, puisque la deuxième extrémité 6, c'est-à-dire, la sortie 8 du caisson et donc le réceptacle 13 agencé pour recueillir les déchets 2 éjectés est alors plus éloignée de l'entrée 7 dudit caisson ; et
- cette forme transmettrait une plus grande vitesse verticale vers le réceptacle, notamment en direction du sol S, aux objets en fin de trajectoire, ce qui pourrait aussi entraîner des rebonds indésirables au niveau du réceptacle 13 des déchets éjectés, par exemple sur un autre convoyeur récupérant lesdits déchets 2 éjectés, ce convoyeur pouvant être disposé perpendiculairement à cette trajectoire verticale.

**[0110]** Différents essais sur des caissons du type de celui illustré figures 5-9 et présentant un profil du type de celui illustré figure 10A ont pu être menés. En particulier, des études ont pu être menées pour observer le guidage par la paroi supérieure 3 de l'écoulement 15 de l'air et des déchets 2 éjectés.

**[0111]** Une telle influence de la circulation de l'air dans le caisson, c'est-à-dire de l'écoulement 15 de l'air dans l'espace intérieur 9 du caisson 1 de l'entrée 7 à la sortie 8 du caisson, sur le mouvement des objets éjectés et donc leur trajectoire peut être observée par des essais balistiques pour différents types d'objets tels que des films de collecte sélective, des papiers, des cartons, des déchets en plastique ou encore en bois, etc...

**[0112]** Une telle observation peut consister à comparer deux trajectoires pour un même objet éjecté :

- sa trajectoire réelle, obtenue par exemple par l'enregistrement de la trajectoire au moyen d'une caméra grande vitesse (100 images par seconde), le visionnage de la trajectoire et extraction des coordonnées des positions successives de l'objet pour une modélisation graphique de ladite trajectoire ; et
- sa trajectoire théorique idéale, c'est-à-dire avec frottement de l'air, basée sur la direction et le module du même vecteur vitesse initial au moment de l'éjection dudit déchet 2, ceci en utilisant les équations connues de la mécanique du point dans le vide sans toutefois tenir compte d'hypothèses sur du frottement dans l'air ; et
- sa trajectoire théorique avec frottement de l'air estimé, basée sur la direction et le module du même vecteur vitesse initial au moment de l'éjection dudit déchet 2, ceci en utilisant les équations connues de la mécanique du point dans le vide et en considérant des hypothèses sur les frottements dans l'air.

**[0113]** Il a été ainsi constaté que les courbes des trajectoires réellement obtenues d'un objet éjecté sont généralement plus proche des courbes « théoriques sans frottement » ou « trajectoires dans le vide », que des courbes « théorique avec frottement estimé ». En effet, dans la plupart des cas, les courbes des trajectoires réelles ne se situent pas au-dessous verticalement des courbes des trajectoires théoriques sans frottement, comme c'est le cas pour les courbes des trajectoires théoriques avec frottement estimé, mais se situent au dessus des courbes des trajectoires théoriques sans frottement par rapport à l'axe vertical.

**[0114]** En d'autres termes, cela illustre le fait qu'il existe une autre force, autre que le poids ou le frottement de l'air, négligée dans les trajectoires théoriques et qui s'applique sur les objets après qu'ils aient été éjectés par les jets 10 d'air et quitté le convoyeur 110. Cette force est celle appliquée par l'écoulement du flux d'air entre la paroi et l'objet 2.

**[0115]** En outre, cette force n'est négligeable puisque sa valeur est généralement au moins assez importante pour compenser les frottements de l'air, comme cela a été observé pour des déchets 2 tels que des films, des feuilles ou encore des revues/magazines, et que dans certains cas elle est même supérieure à la force de frottement de l'air comme cela a été constaté avec des déchets en cartons, polyéthylène haute densité (PeHD) ou encore en bois, et pour lesquelles la courbe de leur trajectoire réelle se situe, par comparaison, au dessus de la courbe de la trajectoire théorique sans frottement calculée par rapport à l'axe vertical.

**[0116]** Une telle force non négligeable et s'appliquant sur tout ou partie de la trajectoire des objets durant leur trajectoire illustre notamment l'importance du rôle joué par le caisson 1 pour guider le flux d'air et diriger vers la sortie 8 les déchets 2 éjectés. En outre, le guidage de l'écoulement 15 de l'air dans le caisson dépend également de la position des jets d'air ou buses à l'entrée dudit caisson pour éjecter les déchets 2 ce qui implique le rôle important joué par la position desdits jets 10 d'air ou buses par rapport à la pente initiale 16.

**[0117]** Dans notre cas, la position de la pente initiale 16 de la paroi supérieure 3 au niveau de l'entrée 7 du caisson 1, de telle sorte qu'elle présente une inclinaison  $\alpha$  voisine de celle d'un vecteur vitesse V des déchets 2 à éjecter donnée par l'orientation du ou des jet(s) 10 d'air ainsi que la portion de forme concave 14 permettent de mieux guider le flux d'air sur tout ou partie de sa trajectoire, jusqu'à la sortie 8 des déchets 2 éjectés.

**[0118]** En d'autres termes, en canalisant le flux d'air dans la direction désirée, cela permet à la fois d'éviter qu'une partie du flux d'air se dirige dans la mauvaise direction, avec une probabilité d'emporter des déchets éjectés dans cette direction, et cela permet d'appliquer plus de force mieux contrôlée sur les déchets éjectés pour les envoyer dans la direction souhaitée.

**[0119]** Un tel caisson 1 permet donc de mieux contrôler la trajectoire des déchets éjectés et d'assurer une qualité

de tri supérieure aux dispositifs et aux méthodes de tri existants.

**[0120]** Il a ainsi été mesuré des performances de 95 à 100% de réussite, les 5% d'échec correspondant quasi exclusivement à des échecs de coordination des buses d'éjection avec le passage de l'objet éjecté, sans lien avec la géométrie du caisson 1.

**[0121]** La figure 11 représente une partie arrière d'un caisson d'éjection pour déchets éjectés par jet d'air selon un mode de réalisation.

**[0122]** Dans ce mode de réalisation, à la différence de celui illustré précédemment, la pente initiale 16 comporte une portion sensiblement rectiligne.

**[0123]** Cette pente initiale 16, située au niveau de l'entrée 7, présente une inclinaison  $\alpha$  voisine de celle d'un vecteur vitesse V des déchets 2 à éjecter donnée par l'orientation des jets 10 d'air, c'est-à-dire aussi celle de buses 101. Cette pente initiale 16 forme localement au niveau de l'entrée 7 du caisson 1 un moyen de guidage de l'écoulement 15 de sorte à le canaliser dès éjection du déchet 2 à éjecter.

**[0124]** Par ailleurs, cette pente initiale 16 se poursuit de manière rectiligne puis présente une portion courbe entre ladite pente initiale 16 et le plafond 4 orienté sensiblement horizontalement, c'est-à-dire sensiblement parallèle au plan horizontal, de telle sorte que cette portion courbe présente au niveau du plafond, une pente également sensiblement horizontale. Cette jonction entre cette portion courbe et le plafond est ici également continue de sorte à permettre un meilleur guidage de l'écoulement 15 de l'air sans induire de perte de charge qui serait due à la géométrie du caisson 1.

**[0125]** Cette figure 11 illustre également l'écoulement  $E_{AY}$  de l'air exclusivement dirigé vers l'avant du fait de la présence de cette pente initiale 16 et par conséquent illustre l'un des avantages du caisson selon l'invention qui est d'éviter tout retour en arrière d'un déchet 2 éjecté durant sa trajectoire. En effet, toute composante arrière  $E_{AR}$  de l'écoulement 15 de l'air est supprimée.

**[0126]** Cette pente initiale 16 au niveau de l'entrée 7 du caisson 1 d'éjection permet ainsi le guidage du fluide et permet par conséquent de conduire également le déchet éjecté par les jets 10 d'air. Cette pente initiale 16 au niveau de l'entrée du caisson peut donc varier en fonction d'un certain nombre de paramètre dont notamment l'angle formé entre les jets d'air et le plan horizontal, de la puissance du flux d'air soufflé (pression, débit, durée d'ouverture de la buse), et du type d'objet ou déchet éjecté. Ainsi, pour un type d'objet donné, il est possible d'évaluer la plage de pentes prises par les trajectoires des objets.

**[0127]** De préférence cette pente initiale 16 forme avec le plan horizontal un angle compris entre 15 et 70 degrés.

**[0128]** Par exemple, des essais réalisés à une pression donnée, par exemple 7 bars, ont permis de mesurer une plage angulaire optimale de la pente initiale 16 de préférence comprise :

- entre 53 et 61 degrés par rapport au plan horizontal pour des déchets 2 de type films plastiques issus de déchets industriels banals ;

5 - entre 40 et 64 degrés par rapport au plan horizontal pour des déchets 2 de type films plastiques issus de déchets de collectes sélectives ;

10 - entre 45 et 61 degrés par rapport au plan horizontal pour des déchets 2 de type papiers/cartons sous forme de petits fragments ;

15 - entre 44 et 53 degrés par rapport au plan horizontal pour des déchets 2 de type feuilles de papier ;

20 - entre 26 et 55 degrés par rapport au plan horizontal pour des déchets 2 de type revues/magazines ;

- entre 22 et 49 degrés par rapport au plan horizontal pour des déchets 2 de type cartons ondulés ;

25 - entre 38 et 53 degrés par rapport au plan horizontal pour des déchets 2 de type flaconnage polyéthylène haute densité (PEHD) ;

- entre 17 et 37 degrés par rapport au plan horizontal pour des déchets 2 de type fragments de bois issus de déchets banals.

30 **[0129]** En résumé, durant la trajectoire d'un déchet 2 éjecté, notamment entre l'entrée 7 du caisson 1 d'éjection et le plafond 4, ledit déchet 2 éjecté est à la fois dirigé de manière contrôlée par la pente initiale 16 en supprimant tout retour en arrière et guidant l'écoulement 15 de l'air et conduisant vers l'avant du caisson 1 d'éjection, en direction du plafond 4, le déchet 2 éjecté.

35 **[0130]** Toujours durant la trajectoire de ce déchet éjecté, notamment entre le plafond 4 et la sortie 8 du caisson 1 d'éjection, la portion de forme concave 14 de la paroi supérieure, ici courbe et de rayon de courbure continuement décroissant de l'entrée 7 vers la sortie 8, permet de former une rampe de guidage de l'écoulement 15 du jet 10 d'air pour conduire et guider, vers la sortie 8, les déchets 2 éjectés et ainsi les placer dans le réceptacle 13 correspondant.

40 **[0131]** De cette manière la paroi supérieure 2 du caisson, c'est-à-dire sa face intérieure dirigée vers l'espace intérieur 9 à l'intérieur duquel est éjecté le déchet 2 est, durant toute sa trajectoire de l'entrée 7 vers la sortie 8 guidé et conduit par l'écoulement 15 de l'air de manière contrôlée et répondant aux problématiques de retour en arrière et de rebonds.

45 **[0132]** L'invention est décrite dans ce qui précède à titre d'exemple. Il est entendu que l'homme du métier est à même de réaliser différentes variantes de réalisation de l'invention sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

**Revendications**

1. Caisson (1) d'éjection pour objets (2) éjectés par jet d'air, le caisson (1) comprenant au moins une paroi supérieure (3) présentant un plafond (4), où sa hauteur (z) est maximale entre une première extrémité (5) à une entrée (7) et une deuxième extrémité (6) à une sortie (8), la paroi supérieure (3) délimitant un espace intérieur (9) dans lequel au moins un jet (10) d'air générés au voisinage de l'entrée (7) et orienté vers le plafond (4) fait circuler les objets (2) éjectés de l'entrée (7) où les objets entrent, vers la sortie (8) où les objets (2) éjectés sortent du caisson (1), l'espace intérieur (9) présentant une ouverture inférieure (11) destinée à être orientée vers des réceptacles (12, 13) d'objets le caisson (1) étant **caractérisé en ce que** la paroi supérieure (3) présente au moins une portion de forme concave (14) de sorte à former une rampe de guidage d'un écoulement (15) du jet d'air pour conduire et guider, vers la sortie (8), les objets (2) éjectés.
2. Caisson (1) d'éjection selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, la forme concave (14) s'étend au moins du plafond (4) jusqu'à la deuxième extrémité (6) à la sortie (8).
3. Caisson (1) d'éjection selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la paroi supérieure (3) présente, au niveau de l'entrée (7), une pente initiale (16) présentant une inclinaison ( $\alpha$ ) voisine de celle d'un vecteur vitesse (V) des objets (2) à éjecter donnée par l'orientation du ou des jet(s) (10) d'air.
4. Caisson (1) d'éjection selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la paroi supérieure (3) est courbe entre sa pente initiale (16) et son plafond (4), et présente, au niveau de ce plafond (4), la même pente que ledit plafond (4).
5. Caisson (1) d'éjection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** un rayon de courbure entre la première extrémité (5) à l'entrée (7) et le plafond (4) de la paroi supérieure (3) est supérieur à un rayon de courbure entre le plafond (4) et la deuxième extrémité (6) à la sortie (8) de la paroi supérieure (3).
6. Caisson (1) d'éjection selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le rayon de courbure de la paroi supérieure (3) évolue de façon décroissante de la première extrémité (5) à l'entrée (7) jusqu'à la deuxième extrémité (6) à la sortie (8) de la paroi supérieure (3).
7. Caisson (1) d'éjection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la paroi supérieure (3) est continue.
8. Caisson (1) d'éjection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la paroi supérieure (3) présente une forme en arc de spirale.
9. Caisson (1) d'éjection selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les objets (2) sont des déchets.
10. Appareillage (100) de tri d'objets comprenant :
- un convoyeur (110) pour transporter des objets (2),
  - un système de détection (120) des objets commandant au moins un jet (10) d'air comprimé situé à une extrémité du convoyeur (110),
  - au moins deux réceptacles (12, 13) d'objets (2) pour recevoir les objets (2) éjectés et non éjectés ; et
  - un caisson d'éjection (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes.
11. Appareillage (100) de tri d'objets selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** les objets (2) à trier sont des déchets.

5

15

20

25

30

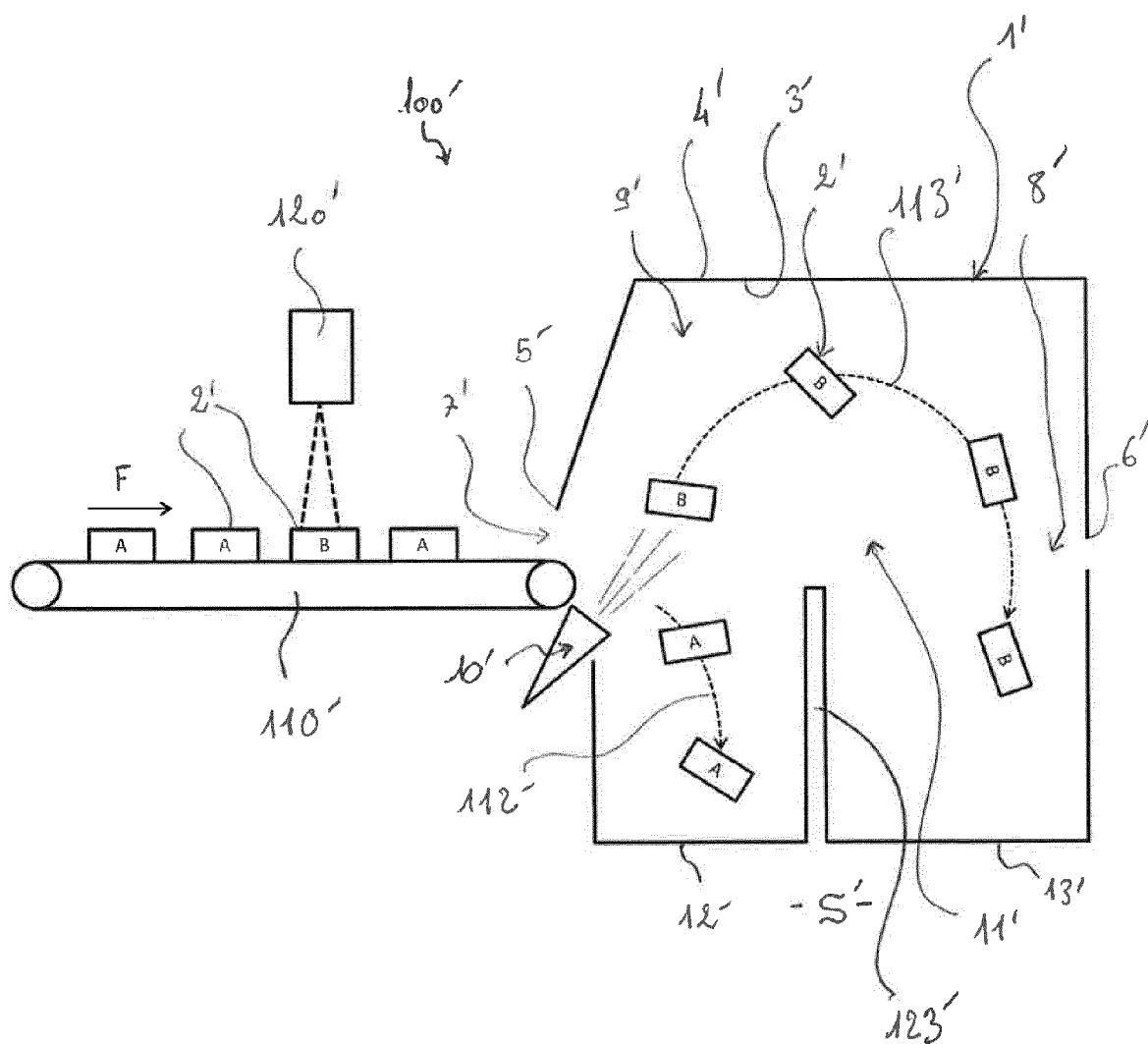
35

40

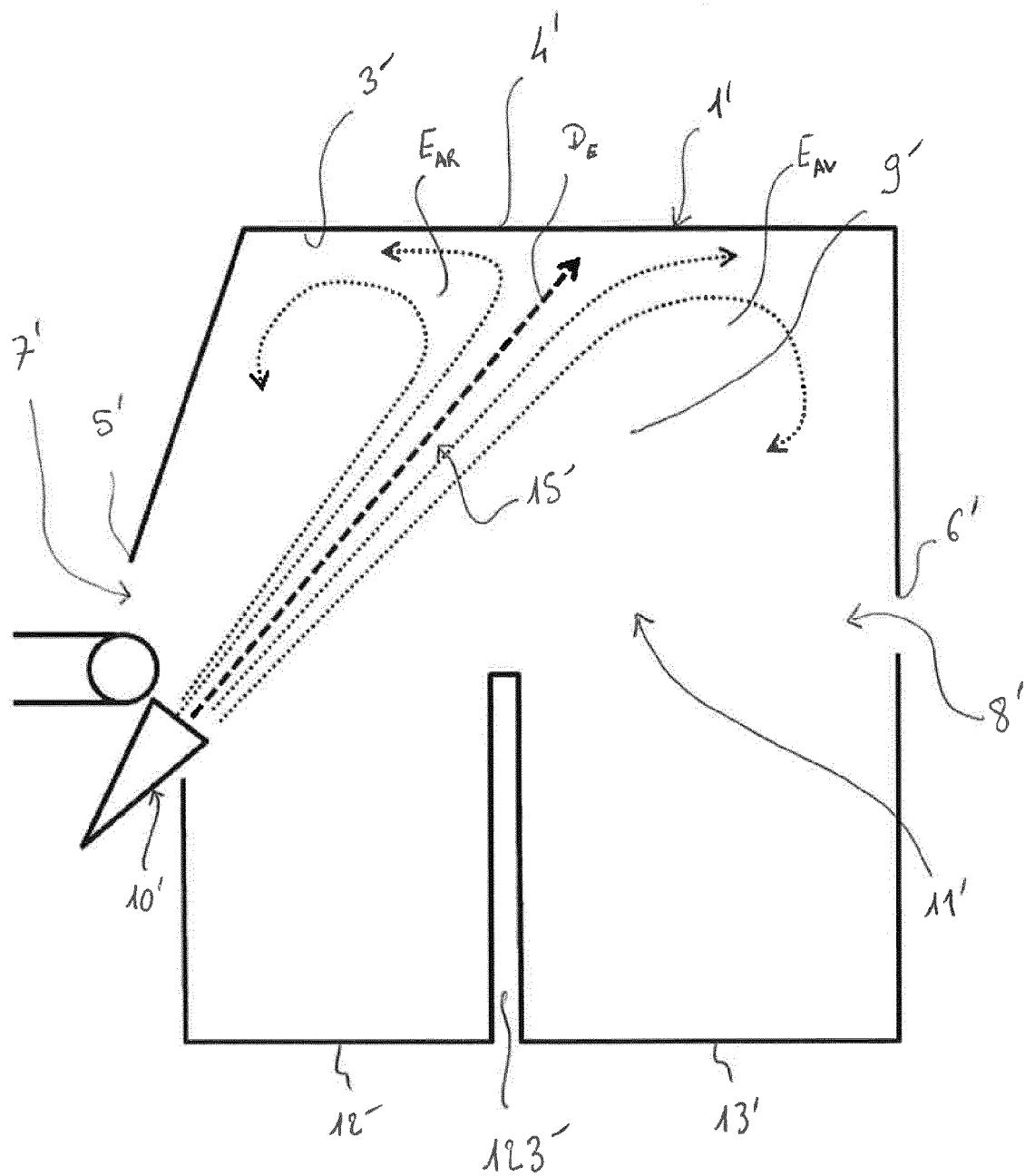
45

50

55

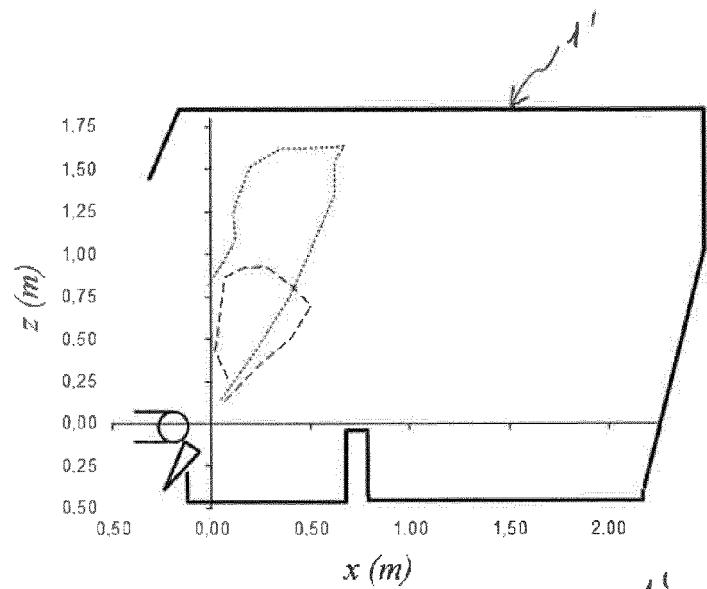


**Fig. 1**  
*Art antérieur*

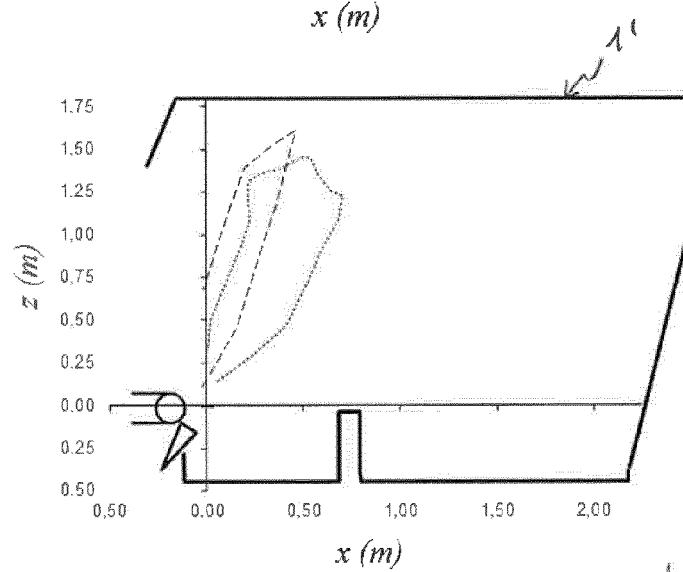


**Fig. 2**  
*Art antérieur*

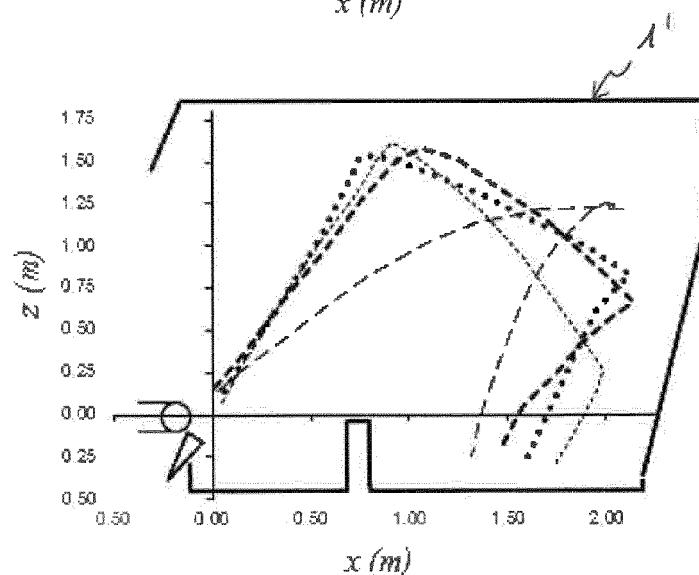
**Fig. 3A**  
*Art antérieur*



**Fig. 3B**  
*Art antérieur*



**Fig. 4**  
*Art antérieur*



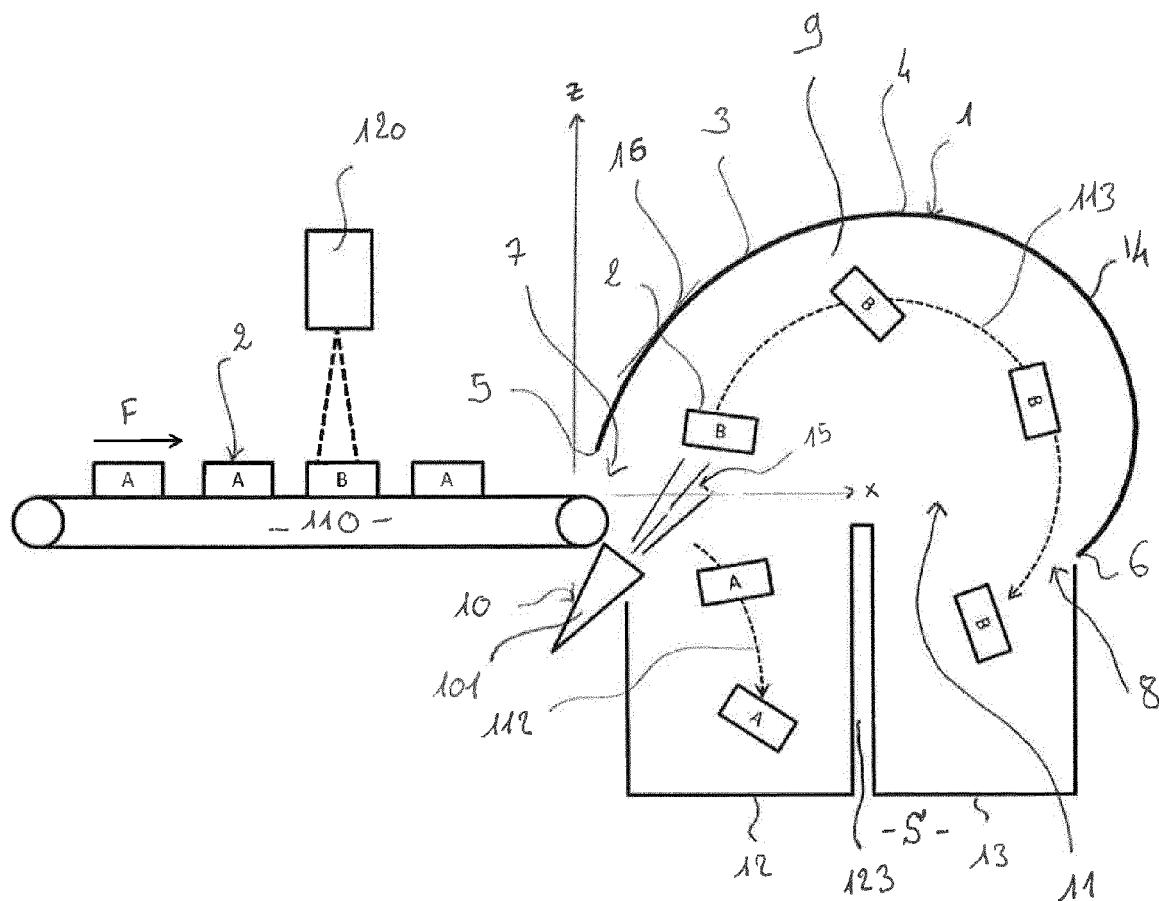


Fig. 5

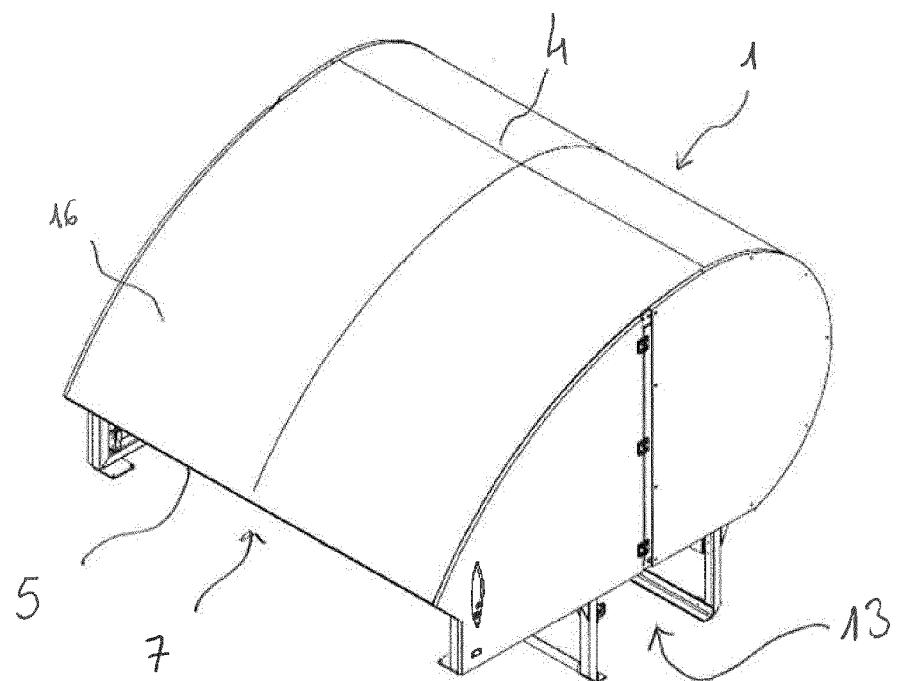


Fig. 6

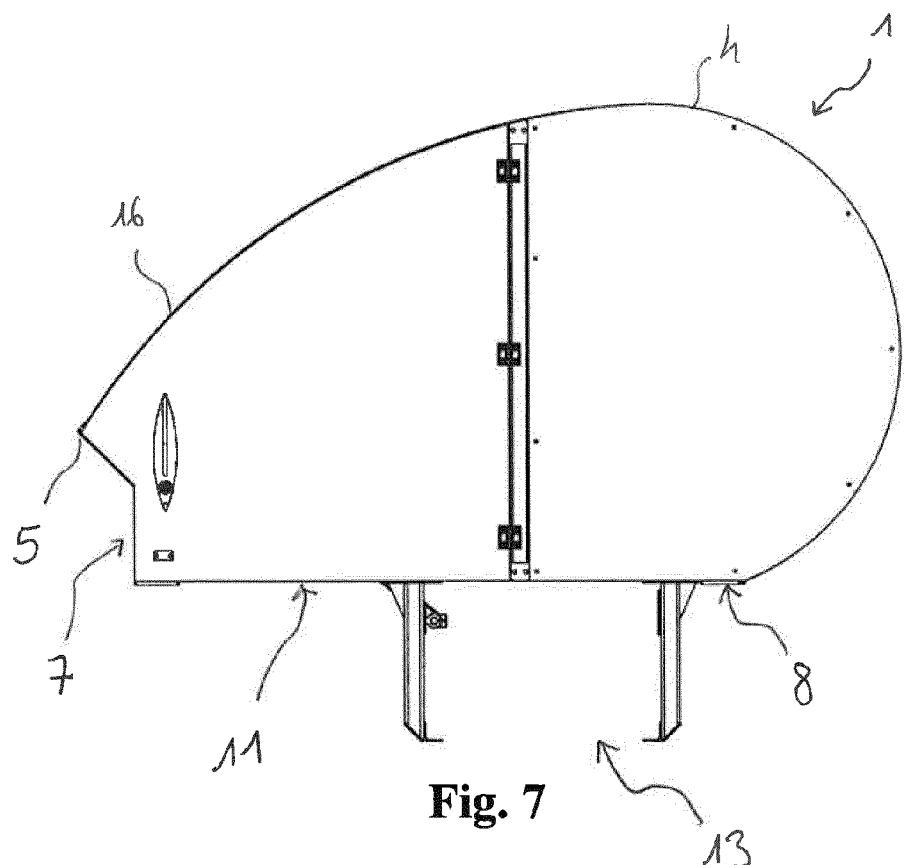


Fig. 7

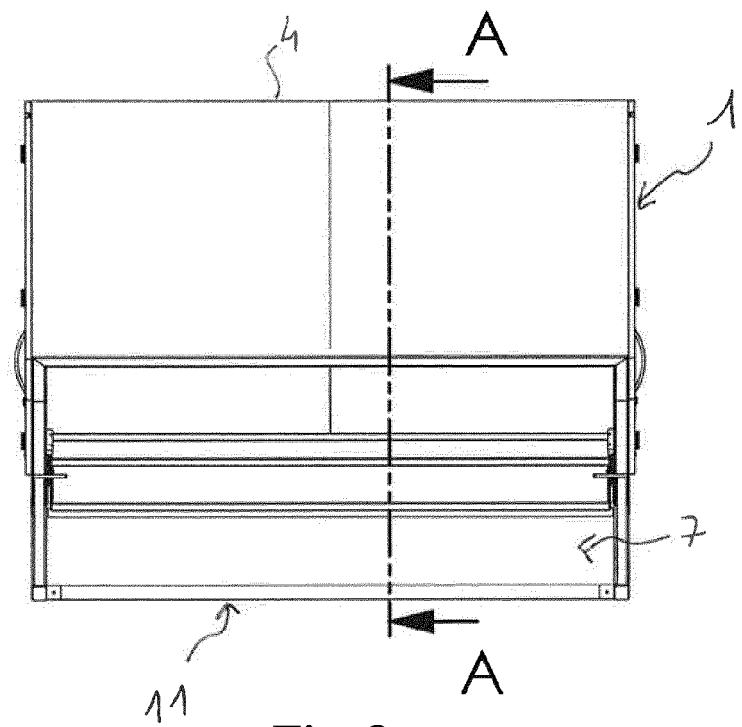


Fig. 8

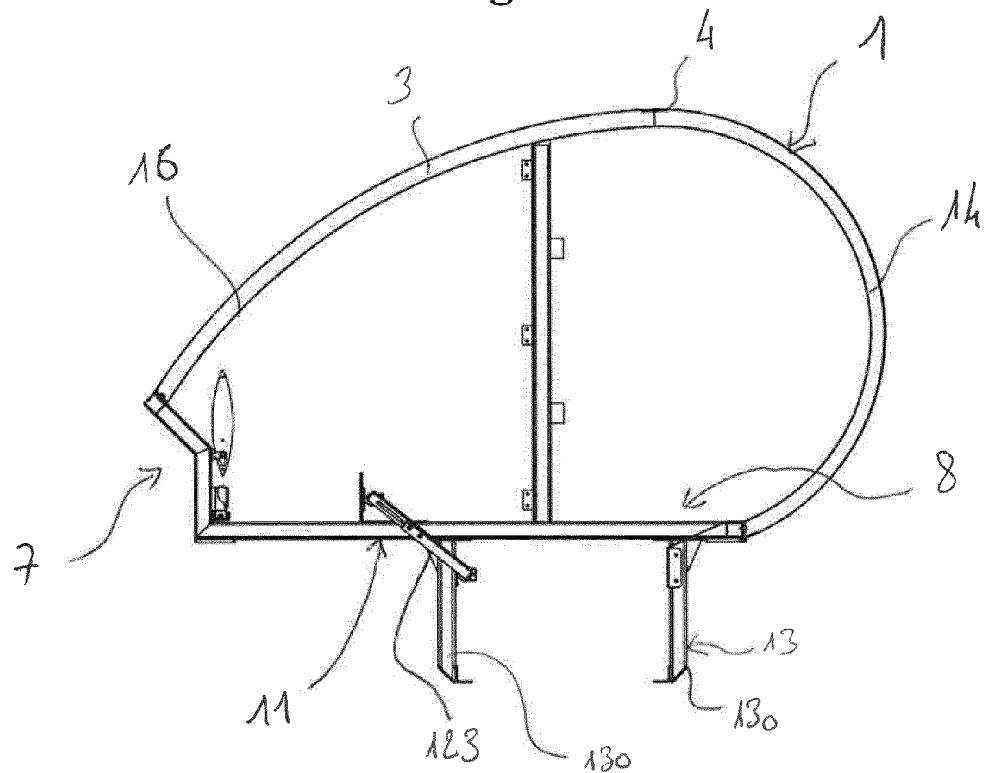
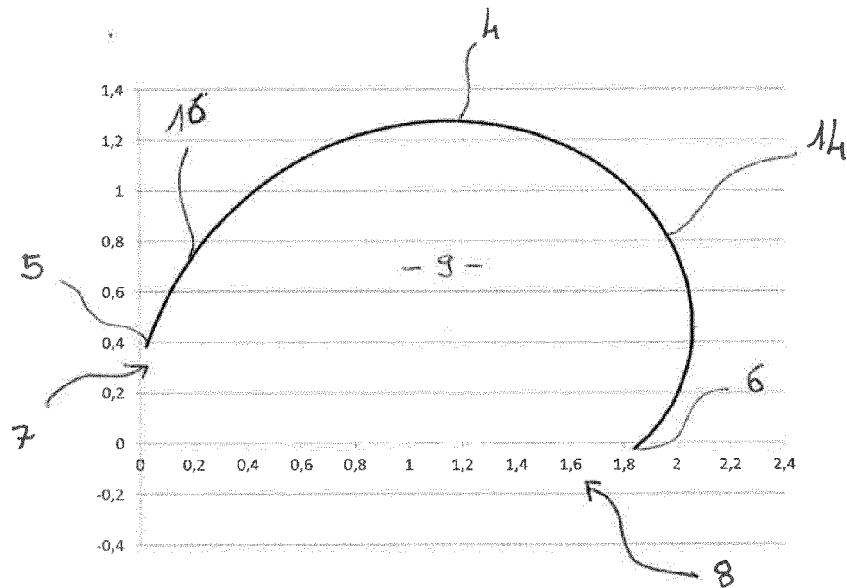
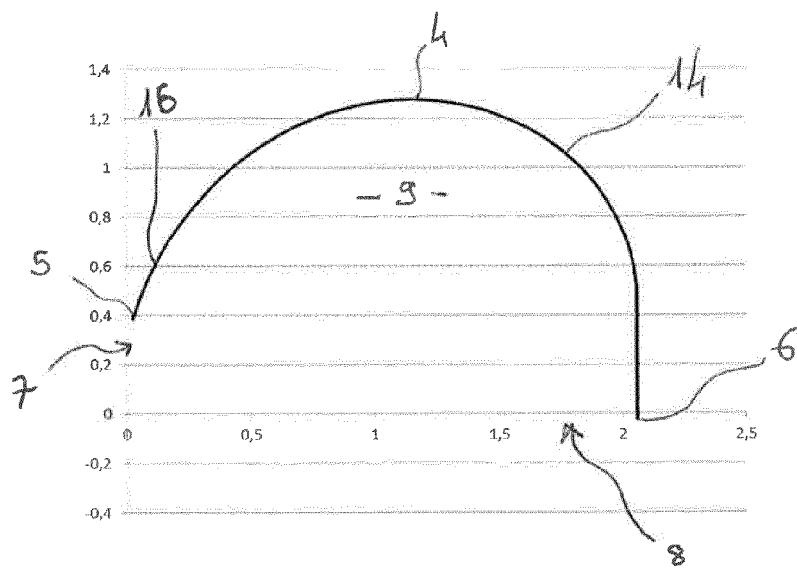


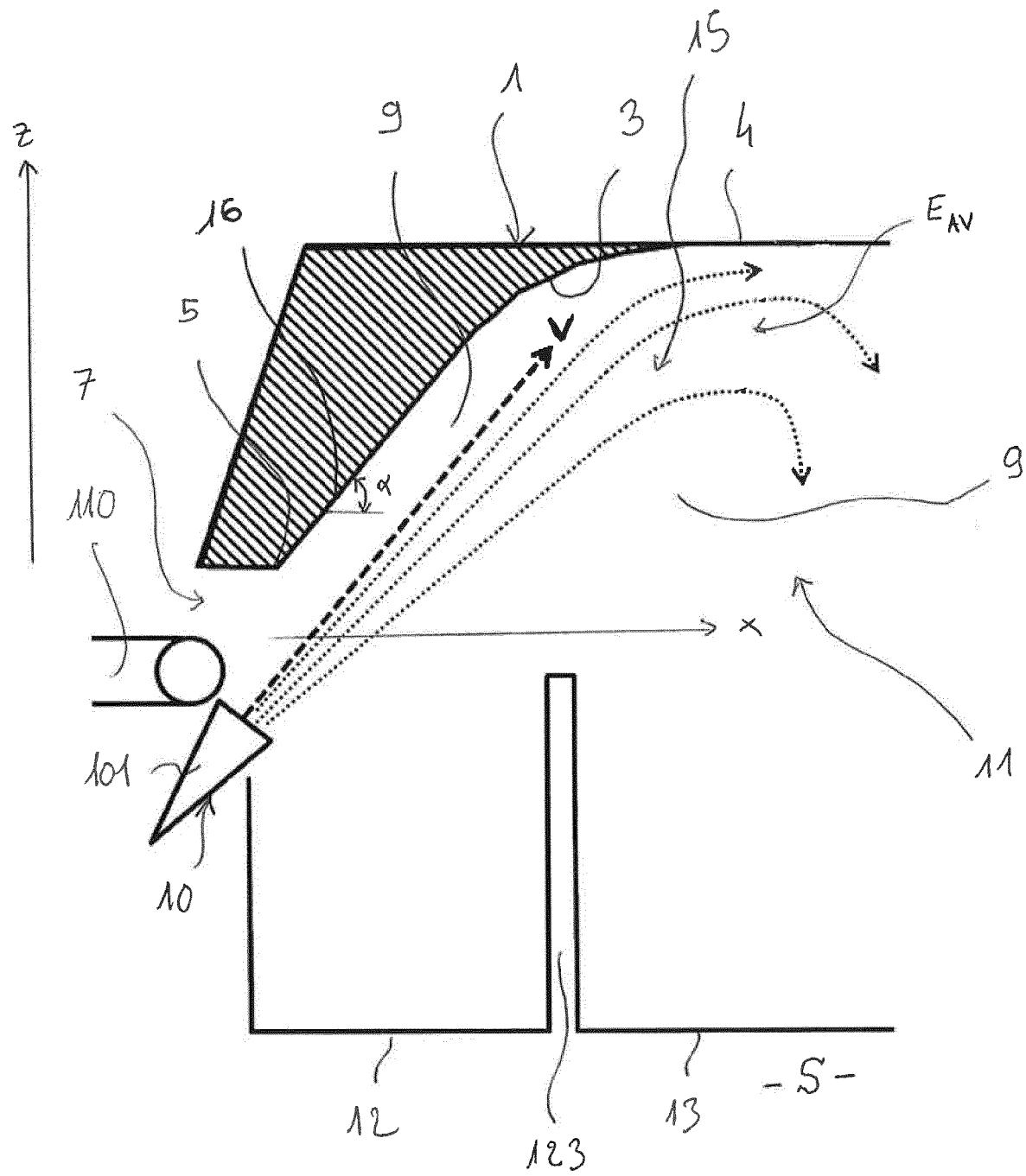
Fig. 9  
Coupe A-A



**Fig. 10A**



**Fig. 10B**

**Fig. 11**



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 14 18 0762

5

10

15

20

25

30

35

40

45

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	DE 101 23 304 A1 (TRIENEKENS AG [DE]) 5 décembre 2002 (2002-12-05) * figures *	1-11	INV. B07C5/36
A	EP 0 353 457 A2 (S & S ELEKTRONIK GERATEBAU GMB [DE] S & S ELEKTRONIK GERAETEBAU [DE]) 7 février 1990 (1990-02-07) * figures *	1-11	
A	US 2010/185319 A1 (PETZOLD GUENTHER [DE] ET AL) 22 juillet 2010 (2010-07-22) * figures *	1-11	
	-----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B07C
	Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications		
1	Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
50	Munich	25 mars 2015	Wich, Roland
55	CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-érite P : document intercalaire		
EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)	T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 14 18 0762

5

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

25-03-2015

10

	Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
	DE 10123304	A1	05-12-2002	AUCUN		
15	EP 0353457	A2	07-02-1990	DE 3827024 A1 EP 0353457 A2 ES 2060700 T3	08-02-1990 07-02-1990 01-12-1994	
	US 2010185319	A1	22-07-2010	AUCUN		
20						
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55	EPO FORM P0460					

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82