(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 493 680 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
**11.03.2020 Bulletin 2020/11**

(21) Numéro de dépôt: **10788108.8**

(22) Date de dépôt: **28.10.2010**

(51) Int Cl.:
***B30B 11/02*** *(2006.01)* ***B30B 11/06*** *(2006.01)*
***B30B 11/00*** *(2006.01)* ***B30B 1/18*** *(2006.01)*
***B30B 15/30*** *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
**PCT/FR2010/052314**

(87) Numéro de publication internationale:
**WO 2011/051626 (05.05.2011 Gazette 2011/18)**

# (54) INSTALLATION POUR LA RÉALISATION D'UN PRODUIT SOLIDE À PARTIR D'UN OU DE PLUSIEURS MATÉRIAUX PULVÉRULENTS

ANLAGE ZUR HERSTELLUNG EINES FESTPRODUKTS MITHILFE EINES ODER MEHRERER PULVERMATERIALIEN

FACILITY FOR PRODUCING A SOLID PRODUCT USING ONE OR MORE POWDER MATERIALS

(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**

(30) Priorité: **30.10.2009 FR 0957643**

(43) Date de publication de la demande:
**05.09.2012 Bulletin 2012/36**

(73) Titulaire: **Medelpharm**
**01000 Bourg En Bresse (FR)**

(72) Inventeurs:
- **MERCADO, Henri**
  **F-01000 Saint Denis Les Bourg (FR)**
- **VILLA, Bruno**
  **F-69370 Saint Didier au Mont d'Or (FR)**

(74) Mandataire: **Cabinet Laurent & Charras**
**Le Contemporain**
**50 Chemin de la Bruyère**
**69574 Dardilly Cedex (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A1- 0 358 770**
**EP-A1- 0 893 239**
**WO-A1-2008/104969**
**US-A- 3 158 109**
**US-A- 4 104 014**

- **DATABASE WPI Section Ch, Week 198316 Thomson Scientific, London, GB; Class M22, AN 1983-38857K XP002625084, -& SU 935 313 A1 (BERT V; GOFMAN ALBERT KH; KUZNET) 15 juin 1982 (1982-06-15)**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 2 493 680 B1

## Description

### DOMAINE DE L'INVENTION

**[0001]** L'invention vise une installation permettant de réaliser, à partir d'un ou de plusieurs matériaux pulvérulents, un produit solide, monocouche ou multicouche.

**[0002]** Elle s'inscrit plus spécifiquement dans les domaines pharmaceutiques et chimiques, dans le cadre de la fabrication automatisée de tablettes, comprimés et autres doses, susceptibles d'intégrer un ou plusieurs principes actifs.

### ART ANTERIEUR

**[0003]** La réalisation de produits solides à partir de produits pulvérulents passe traditionnellement par la compression au niveau d'une matrice du matériau pulvérulent de base, cette compression étant réalisée au moyen de poinçons coulissant au niveau de ladite matrice, cette dernière conférant la forme souhaitée au produit solide fini.

**[0004]** Pour les besoins de la recherche et du développement, tendant à mettre au point des presses de simulation des presses industrielles ou pour certaines applications spécifiques, des presses mono-poinçons fonctionnant lentement et utilisant une faible quantité de poudre ont été développées. Chacun desdits poinçons, respectivement supérieur et inférieur, est motorisé tel que par exemple au moyen d'un organe bielle-manivelle, permettant de faire varier la hauteur de translation desdits poinçons, et corolairement, le taux de compression. Dans de telles installations, le remplissage de la matrice en poudre s'effectue par positionnement spécifique du poinçon inférieur, et la compression est réalisée en actionnant le poinçon supérieur de telle sorte à le faire descendre au sein de ladite matrice.

**[0005]** Outre le fait que la mise en œuvre d'un tel système d'actionnement des poinçons présente une inertie importante et une vitesse faible par rapport aux machines de production, on observe également des problèmes de fiabilité au niveau de la cohésion du produit solide en résultant, dans la mesure où l'on observe fréquemment soit un éclatement dudit produit, soit un manque de cohésion de ce dernier, se traduisant par un retour à la forme pulvérulente. Dans tous les cas, ces presses se caractérisent par une simulation imparfaite voire nulle des phénomènes se produisant au niveau des presses de production industrielle.

**[0006]** Les machines de production de comprimés font typiquement varier la hauteur de translation des poinçons par un système continu d'entrainement des poinçons en rotation par une tourelle et de compression par des galets. Ce dispositif est plus difficilement utilisable en R&D de par le volume minimum de poudre nécessaire ainsi que par les contraintes mécaniques que ce type de presse rotative impose au comprimé.

**[0007]** Afin de s'affranchir de ces inconvénients, on a tout d'abord proposé, par exemple dans le document FR-A-2 791 602, un dispositif comprenant des moyens d'entraînement respectifs des poinçons respectivement supérieur et inférieur, mettant en œuvre des moyens de transmission interposés cinématiquement entre des moyens moteur et lesdits poinçons, ces moyens de transmission intégrant chacun une came. Ce faisant, on élimine le déplacement sinusoïdal des poinçons de l'état antérieur de la technique par un déplacement linéaire, favorisant la phase de compression. En outre, l'utilisation de cames permet de modifier de façon simple l'allure de la course des poinçons en fonction de la nature des produits pulvérulents utilisés, favorisant dès lors l'adaptabilité du dispositif.

**[0008]** On a également proposé dans le document FR-A-2 855 094, un perfectionnement de cet état antérieur de la technique. Ce perfectionnement consiste à munir l'une au moins des deux cames du dispositif décrit précédemment d'un profil extérieur déformable, destiné à induire des actions particulières au moins du poinçon inférieur au niveau de la matrice, et notamment à favoriser l'éjection du produit hors de la matrice après réalisation. La vitesse de compression de ce système est alors similaire à celle des presses de production industrielle.

**[0009]** Le document EP-0358770A1 divulgue une presse munie des caractéristiques du préambule de la revendication 1. Si incontestablement, ce perfectionnement constitue une amélioration significative par rapport aux dispositifs de l'état antérieur de la technique, (presses hydrauliques extrêmement couteuses), il s'avère cependant complexe à réaliser, et coûteux à produire. L'objectif visé par la présente invention est de proposer un dispositif du type en question, à la fois plus simple à réaliser, et donc moins coûteux, tout en offrant une certaine fiabilité en termes de compression.

**[0010]** En outre, elle vise un dispositif permettant la fabrication de produits solides se présentant sous la forme de comprimés multicouches dans l'objectif de mettre au point les lignes de fabrication desdits produits solides à partir de matériaux pulvérulents.

**[0011]** La réalisation de tels produits multicouches se heurte en effet à un certain nombre de difficultés, parmi lesquelles le maintien de la cohésion de chacune des couches intermédiaires, la fonction de dosage par un déplacement adapté des couches intermédiaires et le risque de mélange des produits constitutifs desdites couches.

**[0012]** Or, les dispositifs connus à ce jour ne permettent pas de réaliser de tels comprimés multicouches de manière fiable, c'est-à-dire, sans risquer le retour de l'une, voire de plusieurs des couches intermédiaires à l'état pulvérulent, ou en faisant abstraction de la fonction dosage/arasage.

**[0013]** Les problèmes indiqués ci-dessus sont résolus par une presse de simulation mono-poinçons selon la revendication 1.

## EXPOSE DE L'INVENTION

**[0014]** Aussi l'invention vise-t-elle une presse de simulation pour la réalisation d'un produit solide à partir d'un ou de plusieurs matériaux pulvérulents, comprenant :

- des moyens d'alimentation en matériau(x) pulvérulent(s) ;
- une matrice de réception dudit ou desdits matériaux pulvérulents, et de conformation du produit solide à réaliser, solidarisée avantageusement réversiblement à une table porte-matrice solidaire du bâti de l'installation ;
- un poinçon supérieur et un poinçon inférieur, aptes à coopérer entre eux au niveau de ladite matrice afin d'assurer la compression du ou des matériaux pulvérulents et la réalisation du produit solide.

**[0015]** Selon l'invention le poinçon inférieur est associé à un système de désaccouplement des moyens ou organes assurant son déplacement, ledit système étant lui-même muni d'un frein, apte à limiter la course dudit poinçon en direction du bas afin de conserver le contact dudit poinçon avec le matériau pulvérulent présent dans la matrice lors de la réalisation du produit solide, multicouche notamment, et corollairement, afin de ne pas engendrer de compression additionnelle lors du déplacement dans la matrice des différents amalgames de produit pulvérulent lors des phases intermédiaires de remplissage pour chaque couche de produit.

**[0016]** En d'autres termes, le poinçon inférieur jouit d'une certaine liberté ou d'un certain jeu par rapport à l'organe ou aux organes qui assurent son déplacement, ce jeu s'étendant bien évidemment selon la même direction que la direction de déplacement dudit piston. Le frein visé supra a pour vocation de contrebalancer le poids dudit piston, de telle sorte, lors des étapes de remplissage et de tassement du matériau pulvérulent, notamment pour la réalisation de comprimés multicouches, à maintenir systématiquement en contact l'extrémité supérieure dudit piston avec le produit pulvérulent alors rajouté et par son réglage à doser le tassement induit par le déplacement.

**[0017]** Selon une première variante de l'invention, le poinçon supérieur n'est mobile en translation qu'entre deux positions, respectivement haute et basse, ledit poinçon supérieur étant statique lors de la ou des phases de compression. Cette variante est simple à réaliser et à mettre en œuvre, et par conséquent peu chère tout en permettant la réalisation de comprimés multicouches.

**[0018]** En d'autres termes, selon cette première variante, le poinçon supérieur ne joue pas de rôle positif lors de la ou des étapes de compression, ce rôle n'étant dévolu qu'au seul poinçon inférieur. Le poinçon supérieur ne remplit donc qu'une fonction de contre-réaction lors de l'actionnement du poinçon inférieur. Il sera décrit dans le cadre de la description détaillée de l'invention, le rôle additionnel du poinçon supérieur, tendant à tasser le matériau pulvérulent alors introduit dans la matrice, soit au contact de la couche inférieure réalisée lors de l'étape de compression précédente, soit au contact de l'extrémité supérieure du poinçon inférieur lors de la réalisation de la première couche.

**[0019]** Ce faisant, on résout les problèmes inhérents aux presses mono poinçons de R&D dans lesquelles le poinçon inférieur n'est pas mobile lors des phases de remplissage et dans lesquelles la compression est exercée par le poinçon supérieur. En effet un poinçon inférieur fixe ne permet pas un surdosage par remplissage en excès de la poudre puis dosage en remontant vers le haut avant l'arasage. Simultanément un poinçon inférieur entièrement libre ne maintiendrait pas de contact avec le lit de poudre et engendrerait une rupture du lit de poudre empêchant le dosage correct de chaque couche, ainsi que leur séparation.

**[0020]** Selon une autre variante de l'invention, on contrôle le déplacement du poinçon supérieur à tout moment, permettant ainsi de disposer de plus de flexibilité et de la possibilité d'avoir un poinçon supérieur fixe ou mobile pendant la phase de compression.

**[0021]** Selon l'invention, le poinçon inférieur est animé d'un mouvement de translation au niveau de la matrice au moyen d'une vis à billes ou à rouleaux actionnée par un moteur électrique.

**[0022]** En l'espèce, ledit poinçon inférieur est donc animé d'un mouvement de translation ascendant ou descendant, directement par des moyens agissant en prise directe sur ledit poinçon, en l'absence de tout élément intermédiaire du type came, cardan ou autres. La mise en œuvre d'un tel système de vis à billes ou à rouleaux permet de disposer d'une puissance élevée selon une distance réduite, et corolairement de générer une très faible inertie, propre à favoriser les cycles de compression dans un laps de temps particulièrement réduit. Au demeurant, la capacité de charge et donc de pression susceptible d'être appliquée, peut atteindre des valeurs très élevées, typiquement plus de 10 tonnes.

**[0023]** En outre, la compression intervient par le poinçon inférieur, contrairement à tous les dispositifs de l'art antérieur qui mettent en œuvre une compression par le poinçon supérieur. Les principaux avantages de l'invention résident donc dans le contrôle du dosage par déplacement du poinçon inférieur et la possibilité de fabriquer des comprimés multicouche en y associant le débrayage avec frein dudit poinçon inférieur.

**[0024]** A cet effet, le poinçon inférieur est associé à un chariot inférieur, mobile en translation, en l'espèce ascendante et descendante, et guidé au niveau de colonnes de guidage à billes montées au sein du bâti recevant l'installation en question.

**[0025]** Ce faisant, en raison de la précision de telles colonnes à bille, le poinçon en tant que tel n'a plus besoin d'être guidé, ce guidage étant inhérent au seul guidage du chariot auquel il est solidarisé sur lesdites colonnes de guidage à bille.

**[0026]** Selon la première variante de l'invention, et

comme déjà énoncé, le poinçon supérieur n'est mobile qu'entre deux positions, respectivement haute et basse. Ce déplacement est assuré au moyen d'un système de type bielle - manivelle, la position haute étant mise en œuvre lorsque l'on procède à l'alimentation de la matrice avec le ou les matériaux pulvérulents et lors de l'éjection du produit solide hors de la matrice.

**[0027]** Cependant, selon l'autre variante de l'invention, le poinçon supérieur peut lui-même être soumis à l'action d'un système vis à billes ou à rouleaux, actionnée également par un moteur électrique, lorsque l'on souhaite complexifier le cycle de compression. Les avantages inhérents à la mise en œuvre d'un tel système sont identiques à ceux décrits en relation avec le poinçon inférieur. Cette combinaison de mouvements permet avantageusement de simuler le déplacement des poinçons sur presses de production rotatives avec très peu de matériau pulvérulent.

**[0028]** Le ou les moteur électrique actionnant la vis à billes ou à rouleaux est de type brushless et sont avantageusement couplés à un variateur programmable, de telle sorte à contrôler et synchroniser le déplacement du poinçon inférieur et, le cas échéant du poinçon supérieur.

**[0029]** Avantageusement, on munit le support des poinçons inférieur et supérieur d'un capteur de force permettant de mesurer le taux de compression exercée et de procéder au réglage de l'installation.

**[0030]** En outre, un système de mesure des déplacements respectifs des poinçons peut également être mis en œuvre, afin de contrôler la position des poinçons supérieur et inférieur. En l'espèce, ce système de mesure peut être constitué d'un ou de plusieurs capteurs de mesure linéaire du déplacement des poinçons, destinés à déterminer la position respective des poinçons inférieur et supérieur, et corollairement la hauteur de remplissage de la matrice en matériau pulvérulent et l'épaisseur du produit solide réalisé.

## DESCRIPTION SOMMAIRE DES FIGURES

**[0031]** La manière dont l'invention peut être réalisée et les avantages qui en découlent, ressortiront mieux des exemples de réalisation qui suivent, donnés à titre indicatif et non limitatif, à l'appui des figures annexées.

La figure 1 est une représentation schématique en perspective de l'installation conforme à une première forme de réalisation de l'invention.

La figure 2 est une vue analogue de la figure 1 vue sous un autre angle.

La figure 3 est une vue schématique en perspective d'une seconde forme de réalisation de l'invention mettant en œuvre deux vis à billes ou à rouleaux, actionnant respectivement le poinçon inférieur et le poinçon supérieur.

La figure 4 est une vue analogue à la figure 3 vue sous un autre angle.

La figure 5 est une vue schématique en section transversale de l'installation des figures 1 et 2.

La figure 6 est une représentation schématique en section transversale d'un détail de l'installation des figures 1 et 2.

La figure 7 est une représentation schématique illustrant la coopération des poinçons inférieur et supérieur avec la matrice.

Les figures 8a à 8m sont des représentations schématiques d'une fabrication d'un comprimé bicouche à l'aide de l'installation de l'invention.

## DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

**[0032]** La description qui suit est plus particulièrement orientée vers la réalisation de comprimés à usage médical. Il est cependant bien entendu que l'invention ne saurait se limiter à cette seule application.

**[0033]** On a donc représenté en relation avec les figures 1 et 2 une vue en perspective d'un mode de réalisation de l'invention.

**[0034]** Cette installation comprend fondamentalement un bâti (1), notamment métallique, reposant sur le sol par le biais d'une embase. Ce bâti (1) comporte un système de guidage vertical assurant la précision du déplacement des poinçons décrits ci-après. En l'espèce, ce système comporte deux colonnes verticales évidées (3, 4), permettant de loger les moyens de guidage des organes mobiles essentiels de l'installation. Ces deux colonnes (3) et (4) sont rapportées de part et d'autre d'une table (5), dont l'une des premières fonctions est d'assurer la fixation de la matrice au sein de laquelle sont destinés à être réalisés les produits solides conformément à l'invention. A cet effet, elle comporte deux alésages (6) ménagés au sein de son épaisseur, et aptes à recevoir chacun une vis de fixation d'un porte-matrice, permettant ainsi l'interchangeabilité de la matrice et par voie de conséquence, permettant d'adapter l'installation à la forme du produit solide souhaitée.

**[0035]** Selon l'invention, l'installation comporte un poinçon inférieur (7) et un poinçon supérieur (8) destinés à coopérer au sein de la matrice (9), afin d'assurer la compression du matériau pulvérulent préalablement introduit au sein de la matrice et corollairement la réalisation en un produit solide, en l'espèce un comprimé.

**[0036]** A cet effet, le poinçon inférieur (7) est associé à un chariot mobile (10) susceptible de se déplacer entre les colonnes (3) et (4) du bâti. Plus précisément, ce chariot mobile est pourvu au niveau de ses deux extrémités de guides à billes (11) coopérant avec deux colonnes de guidage (12) parallèles entre elles et fixées au sein des colonnes respectivement (3) et (4). En raison de la précision de ces guides à billes, on peut s'affranchir de tout système de guidage du poinçon proprement dit, le réglage s'effectuant lors de la construction.

**[0037]** Le chariot mobile (10) est mu en translation ascendante ou descendante au moyen d'une vis à billes ou à rouleaux satellites (13), elle-même mue en rotation au moyen d'un moteur électrique (14) de type brushless.

A cet effet, elle est solidarisée au niveau de son extrémité inférieure à une poulie (16) entrainée en rotation par ledit moteur (14) par l'intermédiaire d'une courroie crantée (15).

**[0038]** Les vis à billes ou à rouleaux satellites sont d'un type en soi connu, de sorte qu'il n'y a pas lieu de les décrire ici plus en détail. Il convient simplement de rappeler qu'elles constituent un mécanisme assurant la conversion d'un mouvement de rotation en un mouvement de translation selon une liaison hélicoïdale. Elles permettent une transmission de puissance tout en assurant la précision requise en termes de déplacement de ladite translation.

**[0039]** Ce faisant, il devient possible, en coopération avec le moteur brushless, de disposer d'une très grande souplesse et d'assurer par le mouvement de rotation de la vis (13) une translation selon une distance courte, tout en assurant le transfert de puissance requis. En l'espèce, la force de compression exercée par le poinçon inférieur est susceptible de dépasser plus de 10 tonnes de pression.

**[0040]** Selon l'invention, le poinçon inférieur (7) est associé à un système de débrayage et de frein (39), en l'espèce constitué par un ressort réglable agissant radialement sur ledit poinçon, destiné à limiter sa course en direction du bas. On a représenté sur la figure 6 ce principe. Ce faisant, le poinçon inférieur n'est en contact avec la vis (13) et le chariot mobile inférieur (10) que dans le sens ascendant ou vers le haut, ladite vis (13) et le chariot mobile (10) pouvant par ce système de débrayage redescendre d'une longueur fixe sans action sur ledit poinçon, ce dernier étant maintenu par le frein - ressort (39), par ailleurs réglable, pour maintenir le poinçon en contact avec la poudre et effectuer sur cette dernière un premier tassement d'intensité réglable. Ceci afin de ne pas détruire la cohésion de chacune des couches constitutives d'un comprimé multicouches lors des phases subséquentes de remplissage en poudre de la matrice, afin de réaliser les couches supérieures. En d'autres termes, le poinçon inférieur (7) jouit d'un jeu dans le sens de son déplacement. Il n'est donc pas solidarisé aux organes assurant son déplacement, et en l'espèce au chariot mobile (10), ce dernier n'entrant en contact avec l'extrémité inférieure du poinçon que lors des phases de compression, de dosage et d'éjection.

**[0041]** On observe en outre sur la figure 6, et par ailleurs sur les figures 8, que le jeu du poinçon (7) est limité, typiquement d'une hauteur de 8 millimètres, (en l'espèce constituant la hauteur standard dans l'industrie pour la pénétration du poinçon supérieur), de par la coopération de la base (45) dudit poinçon avec un adaptateur (46), destiné à permettre l'interchangeabilité du poinçon en fonction de la matrice mise en œuvre, ledit adaptateur étant lui-même fixé sur l'ensemble intégrant le porte-capteur (19).

**[0042]** On peut également observer sur la figure 6 que c'est l'ensemble des éléments regroupés sous la référence (47) qui est soumis à l'action de la vis (13) et du chariot mobile inférieur (10).

**[0043]** Selon une première forme de réalisation de l'invention, le poinçon supérieur (8) n'assure que la fonction de contre-réaction lorsqu'il coopère avec le poinçon inférieur (7) au sein de la matrice. Ce faisant, et dans cette forme de réalisation, il n'est animé d'un mouvement ascendant que pour permettre le remplissage de la matrice en produit pulvérulent et l'éjection du comprimé une fois réalisé. Il est animé d'un mouvement descendant et ne pénètre dans la matrice que pour prendre sa position sans exercer de force notoire (Cf. supra). Il fonctionne ainsi en principe « tout ou rien » à l'aide d'un ensemble bielle-manivelle (20), actionné par un moteur électrique (18), et agissant sur un chariot supérieur (21), lui-même reçu au niveau de colonnes de guidage (22) à l'instar du chariot inférieur (10).

**[0044]** Cependant, ledit chariot supérieur (21) est également reçu, contrairement au chariot inférieur, sur des ressorts extérieurs (23) de telle sorte à équilibrer le poids de l'ensemble. Ainsi, deux ressorts de compression (23) réglables sont solidarisés au chariot (21) à chacune de ses extrémités pour équilibrer l'ensemble du chariot et de ses équipements. Ce dispositif procure de plus une sécurité contre la chute du chariot en cas de défaillance du système électrique.

**[0045]** On a décrit en relation avec les figures 8, le fonctionnement du dispositif de l'invention pour la réalisation d'un comprimé bicouche.

**[0046]** Figure 8a : stade zéro, c'est-à-dire qu'une étape précédente de réalisation d'un tel comprimé s'est terminée par l'éjection du comprimé obtenu : l'extrémité supérieure du poinçon inférieur (7) affleure avec la face supérieure de la table (5), et corollairement, avec l'extrémité supérieure de la matrice. Le poinçon supérieur (8) est en position haute, afin de permettre cette étape d'éjection.

**[0047]** Figure 8b : Le poinçon supérieur est maintenu en position haute, et corollairement, les organes assurant le déplacement du poinçon inférieur sont abaissés. En raison du débrayage de ces organes par rapport au poinçon, outre de la présence du frein (39), ledit poinçon inférieur ne s'abaisse que partiellement, suffisamment en tout cas pour libérer le volume nécessaire au remplissage par le matériau pulvérulent constitutif de la couche inférieure du comprimé bicouche à réaliser.

**[0048]** Figure 8c : les organes assurant le déplacement du poinçon inférieur (7) remontent, de telle sorte à induire la poussée vers le haut de ce dernier, et corollairement permettre le dosage et l'arasage du matériau pulvérulent en excès.

**[0049]** Figure 8d : les organes de déplacement du poinçon inférieur sont à nouveau descendus, mais le dit poinçon demeure sensiblement en place, en raison du frein et de sion débrayage par rapport auxdits organes.

**[0050]** Figure 8e : le poinçon supérieur (8) est descendu, pénètre dans la matrice, assurant un tassage « léger » du matériau présent dans la matrice, le poinçon inférieur descendant doucement, ralenti en cela par le

frein dont le réglage contrôle l'intensité de tassage.

**[0051]** Figure 8f : étape de compression: le poinçon inférieur est remonté sous l'action des organes assurant son déplacement, et corollairement, le poinçon supérieur, alors en position basse, assure la contre-réaction : la première couche du comprimé est ainsi réalisée.

**[0052]** Figure 8g : le poinçon supérieur est remonté en position haute, sans que le piston inférieur ne soit libéré des organes assurant sa progression : il reste donc à sa place.

**[0053]** Figure 8h : en raison de l'escamotage du poinçon supérieur, on libère l'accès à la matrice, dont le volume est partiellement comblé par ladite couche inférieure du comprimé : une nouvelle étape de remplissage de ladite matrice par un second matériau pulvérulent est réalisée.

**[0054]** Figure 8i : nouvelle étape d'arasage : identique à l'étape de la figure 8c.

**[0055]** Figure 8j : identique à la figure 8d : le poinçon inférieur est libéré de l'action des organes assurant son déplacement, mais est maintenu en place par le frein (39).

**[0056]** Figure 8k : identique à la figure 8e : tassage doux du second matériau pulvérulent au contact de ladite couche inférieure, en suite de la descente du poinçon supérieur dans sa position basse.

**[0057]** Figure 8l : identique à la figure 8f : compression de la seconde couche du comprimé par remontée du poinçon inférieur, avec une force exercée susceptible d'atteindre 10 tonnes.

**[0058]** Figure 8m : le poinçon supérieur est repositionné dans sa position haute, et le poinçon inférieur remonte à son tour, repoussant le comprimé bicouche ainsi réalisé hors de la matrice, permettant alors l'éjection de ce dernier.

**[0059]** On observe ainsi que lors de la réalisation de tels comprimés multicouches, après réalisation de la première couche ou couche inférieure, le poinçon supérieur (8), après avoir été escamoté pour permettre l'introduction d'une nouvelle quantité de matériau pulvérulent apte à constituer la seconde couche, puis réintroduit dans la matrice, induit le déplacement à l'intérieur de la matrice, et donc en direction du bas, du lit de poudre précomprimé ainsi réalisé, lorsque le poinçon inférieur adopte sa position basse. Ce positionnement est obtenu en utilisant la liberté apportée par le système. Ainsi, le déplacement exercé par le poinçon supérieur en contact avec la poudre lors de sa descente se traduit par la descente du comprimé en cours de réalisation dans la matrice sans exercer de force notoire, c'est à dire uniquement la faible force du frein (39) à vaincre, et permettant de repositionner le comprimé en cours de réalisation sans altérer sa cohésion.

**[0060]** Le moteur brushless associé à la vis à billes permet la programmation et le contrôle du déplacement du poinçon associé. Ce contrôle associé à la synchronisation des deux poinçons permet une reproduction du déplacement dans le temps des poinçons, permettant la reproduction des déplacements des éléments des machines dites rotatives lors des différentes phases de réalisation des comprimés.

**[0061]** En effet, la problématique de la compression est inhérente au comportement du matériau pulvérulent lorsque ce dernier est soumis à une pression, en l'espèce de compactage pour aboutir à un produit solide. Ainsi, chaque poudre ou matériau pulvérulent réagit différemment aux déplacements des poinçons (réduction de volume du lit de poudre au sein de la matrice), et donc corollairement à la pression exercée. Il convient donc de pouvoir agir sur le déplacement des poinçons, et dans le mode de réalisation décrit du poinçon inférieur en fonction de la force mesurée au niveau de la poudre.

**[0062]** Cette force n'est que la force de réaction de la poudre à la réduction de volume imprimée par le mouvement relatif des poinçons.

**[0063]** Ainsi, certains matériaux pulvérulents réagissent très tôt : le contact dudit matériau avec le poinçon créant un compact et une force élevés avec très peu de déplacement dans le lit de poudre.

**[0064]** D'autres matériaux pulvérulents autorisent une réduction de volume par échappement d'air sans toutefois aboutir à la cohésion du compact ni générer de force résultante avant un déplacement important dans le lit de poudre.

**[0065]** Un système extérieur, typiquement constitué d'un asservissement électronique au niveau duquel aboutissent les mesures réalisées par les capteurs, contrôle la force et le déplacement des poinçons, et à tout le moins du poinçon inférieur, permettant ainsi d'influencer sur ledit déplacement en fonction de la force de compression résultante mesurée (par exemple déplacement arrêté dès qu'un niveau de force est atteint).

**[0066]** A cet effet, le chariot (10) reçoit un support de capteur (19) intégrant un capteur de force proprement dit (28), typiquement constitué d'une jauge de contrainte, et permettant de caler la force exercée par le poinçon inférieur.

**[0067]** En outre, le moteur brushless (14) est équipé d'un frein ou d'un maintien en couple, susceptible d'opposer un couple voisin de 80 N/m. Ce frein peut être intégré au moteur ou extérieur à celui-ci, et ce, de manière connue.

**[0068]** Le système permet donc de contrôler le déplacement du poinçon inférieur en fonction des deux modes de comportement des matériaux pulvérulents décrits ci-dessus.

**[0069]** S'agissant du poinçon supérieur ; là encore, est solidarisé au chariot (21) un porte capteur (24) intégrant un capteur de force proprement dit d'un type analogue à celui associé au chariot inférieur (10) et permettant de déterminer en coopération avec ce dernier la contrainte et donc la pression exercée au niveau du matériau pulvérulent, et corollairement le déplacement dudit poinçon inférieur.

**[0070]** Cette première forme de réalisation correspond à un mode simplifié de l'installation de l'invention. Elle

met en œuvre le principe essentiel visée par l'invention, à savoir la compression du matériau pulvérulent par le bas, associée à un système de freinage et de débrayage du poinçon inférieur, tout particulièrement novateur au regard de l'état antérieur de la technique.

**[0071]** Dans cette configuration, le poinçon inférieur (7) permet d'assurer les phases de remplissage/dosage, de par sa course libre, et de compression.

**[0072]** Les figures 3 et 4 sont des vues analogues aux figures 1 et 2, à la réserve près que le déplacement du poinçon supérieur (8) est, dans ce mode de réalisation particulier, également réalisé par une vis à billes ou à rouleaux satellites du type de la vis (13) animant en translation le poinçon inférieur. Cette réalisation plus couteuse apporte de nombreux avantages en termes de contrôle et de simulation de presses de production aux déplacements symétriques.

**[0073]** A cet effet, cette vis (non représentée pour ne pas surcharger la figure) est animée en rotation par le biais d'un moteur électrique brushless (25) actionnant une poulie (26) par le biais d'une courroie crantée (27).

**[0074]** L'avantage de l'actionnement du poinçon inférieur et du poinçon supérieur par une vis à billes ou à rouleaux réside dans le fait qu'on se rapproche davantage de la simulation des presses dites rotatives. En effet, sur de telles presses rotatives, la compression se fait simultanément par les poinçons inférieur et supérieur. Dans l'invention, le fait de mettre en œuvre une vis motorisée pour assurer le déplacement du poinçon inférieur et du poinçon supérieur permet de se situer dans la même configuration et de disposer des mêmes mouvements qu'une presse rotative.

**[0075]** En combinant le contrôle précis en force résultant de la mise en œuvre de vis à billes ou à rouleaux, la programmation du moteur brushless à l'aide d'un variateur, et l'analyse et l'anticipation de l'évolution dans le temps de la force exercée lors de la compression et/ou du déplacement des poinçons que permettent de réaliser les éléments de mesure (capteurs de force et de déplacement), les modèles mis en œuvre par l'installation de l'invention peuvent soit simuler complètement le comportement des machines de production industrielle (traditionnellement contrôlées en déplacement sur les presses rotatives), soit comprimer en utilisant la force comme seul élément de contrôle afin d'avoir une densité du comprimé indépendante des variations inhérentes au remplissage. Ces résultats sont particulièrement novateurs et apportent de nombreux avantages en termes de développements, d'aide à la production d'obtention de comprimés et de leur caractéristique sans perte de poudre initiale.

**[0076]** En outre, le mouvement des poinçons inférieur et supérieur est contrôlé en position ou en force ou alternativement en position et en force au moyen d'un asservissement extérieur électronique, favorisant la simulation. La simulation de machine rotative de production utilisant ces deux principes de contrôle est alors possible.

**[0077]** On a représenté en relation avec la figure 7 la coopération des poinçons inférieur (7) et supérieur (8) avec la matrice (9). La matrice est amovible, et est reçu dans un outil porte-matrice (29) solidarisé à la table (5). Les poinçons, respectivement inférieur (7) et supérieur (8) sont quant à eux reçus chacun dans un adaptateur, respectivement inférieur (46) et supérieur (47), permettant leur interchangeabilité en fonction des dimensions de la matrice mise en œuvre.

**[0078]** On conçoit tout l'intérêt de l'installation conforme à l'invention. Tout d'abord, et notamment en relation avec les figures 1 et 2, on appréhende facilement la simplicité technologique de cette installation par la mise en œuvre d'une seule compression par le bas et non par le double actionnement des poinçons inférieur et supérieur, puisqu'aussi bien dans cette forme de réalisation, le poinçon supérieur ne remplit, comme déjà dit, qu'une fonction de contre-réaction.

**[0079]** On conçoit également l'intérêt du guidage des chariots respectivement supérieur et inférieur au niveau de colonnes de guidage latérales permettant de s'affranchir de tout système de guidage des poinçons proprement dits, délicat à mettre en œuvre. Ainsi, un simple réglage par construction permet ensuite de s'affranchir de tout réglage du guidage du ou des poinçons au niveau de la matrice.

**[0080]** Au surplus, à l'aide d'un système d'alimentation adapté, il devient possible de manière aisée de réaliser des produits solides monocouches, bicouches ou tricouches, ce que l'on ne savait faire efficacement et simplement à ce jour, notamment avec compression intermédiaire de chacune des couches.

## Revendications

1. Presse de simulation mono-poinçons pour presses industrielles destinées à la réalisation d'un produit solide à partir d'un ou de plusieurs matériaux pulvérulents, comprenant :

   • des moyens d'alimentation (31, 32, 38) en matériau(x) pulvérulent(s) ;
   • une matrice (9) de réception dudit ou desdits matériaux pulvérulents, et de conformation du produit solide à réaliser, solidarisée avantageusement réversiblement à une table porte-matrice (5) solidaire du bâti de la presse ;
   • un poinçon supérieur (8) et un poinçon inférieur (7), animés d'un mouvement en translation, aptes à coopérer entre eux au niveau de ladite matrice (9) afin d'assurer la compression du ou des matériaux pulvérulents et la réalisation du produit solide ;

   ***caractérisée*** **:**

   • **en ce que** le poinçon inférieur (7) est associé à un système de désaccouplement des moyens

ou organes assurant son déplacement, lesdits moyens ou organes étant constitués d'un chariot inférieur (10), mobile en translation et guidé au niveau de colonnes de guidage à billes (11, 12) montées au sein du bâti de la presse, ledit chariot inférieur mobile (10) étant lui-même mu en translation au moyen d'une vis à billes ou à rouleaux (13) actionnée par un moteur électrique, et assurant audit poinçon inférieur un mouvement de translation au niveau de la matrice (9);

• **en ce que** le poinçon inférieur (7) n'est pas solidaire dudit chariot inférieur mobile (10) ;

• **en ce que** le poinçon inférieur (7) est associé à un système de débrayage et de frein (39), constitué par un ressort réglable agissant radialement sur ledit poinçon, et destiné à limiter la course de ce dernier en direction du bas de telle sorte que ledit poinçon inférieur (7) n'est en contact avec la vis et le chariot inférieur mobile (10) que dans le sens ascendant ou vers le haut, ladite vis (13) et le chariot inférieur mobile (10) étant susceptible par ce système de débrayage et de frein de redescendre d'une longueur fixe sans action sur ledit poinçon, ce dernier étant maintenu par le frein - ressort (39) pour maintenir le poinçon en contact avec le matériau pulvérulent présent dans la matrice lors de la réalisation du produit solide et effectuer sur ce dernier un premier tassement d'intensité réglable, l'extrémité inférieure dudit poinçon inférieur (7) n'étant donc au contact dudit chariot inférieur mobile (10) que lors des phases de compression, de dosage et d'éjection.

**2.** Presse de simulation mono-poinçons selon la revendication 1, ***caractérisée* en ce que** le poinçon supérieur (8) n'est mobile en translation qu'entre deux positions, respectivement haute et basse, ledit poinçon supérieur étant statique lors de la ou des phases de compression.

**3.** Presse de simulation mono-poinçons selon la revendication 2, ***caractérisée* en ce que** le poinçon supérieur (8) est mobile en translation au moyen d'un système de type bielle -manivelle (20), la position haute étant mise en œuvre lorsque l'on procède à l'alimentation de la matrice avec le ou les matériaux pulvérulents et lors de l'éjection du produit solide hors de la matrice, et la position basse étant mise en œuvre lors des phases de compactage du produit pulvérulent.

**4.** Presse de simulation mono-poinçons selon la revendication 1, ***caractérisée* en ce que** le déplacement du poinçon supérieur (8) est contrôlé à tout moment.

**5.** Presse de simulation mono-poinçons selon la revendication 4, ***caractérisée* en ce que** le poinçon supérieur (8) est animé d'un mouvement de translation au niveau de la matrice au moyen d'une vis à billes ou à rouleaux actionnée par un moteur électrique.

**6.** Presse de simulation mono-poinçons selon l'une des revendications 1 à 5, ***caractérisée* en ce que** le moteur électrique actionnant la vis à billes ou à rouleaux est de type brushless et est couplé à un variateur programmable, de telle sorte à contrôler et synchroniser le déplacement du poinçon inférieur (7), voire du poinçon supérieur (8).

**7.** Presse de simulation mono-poinçons selon l'une des revendications 1 à 6, ***caractérisée* en ce que** le support des poinçons inférieur (7) et supérieur (8) intègre un capteur de force permettant de mesurer le taux de compression exercée et de procéder au réglage de la presse.

**8.** Presse de simulation mono-poinçons selon l'une des revendications 1 à 7, ***caractérisée* en ce qu'**elle comprend en outre un ou plusieurs capteurs de mesure linéaire du déplacement des poinçons, destinés à déterminer la position respective des poinçons inférieur et supérieur, et corollairement la hauteur de remplissage de la matrice en matériau pulvérulent et l'épaisseur du produit solide réalisé.

**9.** Presse de simulation mono-poinçons selon la revendication 8, ***caractérisée* en ce que** le mouvement des poinçons inférieur et supérieur sont contrôlés en position ou en force ou alternativement en position et en force au moyen d'un asservissement extérieur électronique.

**Patentansprüche**

**1.** Ein- Stempel- Simulationspresse für industrielle Pressen zur Herstellung eines Festproduktes aus einem oder mehreren Pulvermaterialien, die umfasst:

• Zufuhrvorrichtungen (31, 32, 38) für Material(ien);

• eine Aufnahmematrize (9) für das oder die Pulvermaterialien, mit der Form des herzustellenden Festproduktes, vorteilhafterweise reversibel an einem Stanzsatteltisch (5) befestigt, der mit dem Pressenrahmen fest verbunden ist;

• ein oberer Stempel (8) und ein unterer Stempel (7), angetrieben durch eine Längsbewegung, die miteinander in Höhe dieser Aufnahmematrize (9) zusammenarbeiten können, um die Kompression des oder der Pulvermaterialien und die Herstellung des Festproduktes zu gewährleisten;

***dadurch gekennzeichnet, dass*** :

• der Unterstempel (7) mit einem System zum Entkoppeln der Vorrichtungen oder Organe verbunden ist, die für seine Bewegung sorgen, wobei diese Vorrichtungen oder Organe aus einem Unterschlitten (10) besteht, der in Längsrichtung mobil ist und auf Höhe von Führungssäulen einer Kugelführung (11, 12), montiert innerhalb des Presserahmens, geführt wird, dieser mobile Unterschlitten (10) wird selbst in Längsrichtung über eine Kugelrollspindel oder ein Rollengewinde (13) bewegt, angetrieben über einen Elektromotor, wodurch sich dieser Unterstempel in Höhe der Matrize (9) verschiebt;
• dadurch, dass dieser Unterstempel (7) nicht fest mit dem genannten mobilen Unterschlitten (10) verbunden ist;
• dadurch, dass der Unterstempel (7) mit einem Kupplungs- und Bremssystem (39) verbunden ist, das aus einer einstellbaren Feder besteht, die radial auf diesen Stempel wirkt und seinen Hubweg nach unten in einer Art und Weise begrenzen soll, dass dieser Unterstempel (7) nur in aufsteigender oder Aufwärtsrichtung Kontakt zur Schraube und dem mobilen Unterschlitten (10) hat, diese Schraube (13) und der mobile Unterschlitten (10) können über dieses Kupplungs- und Bremssystem sich über eine feste Länge hinweg wieder senken, ohne auf diesen Stempel einzuwirken, da dieser durch die Bremse - Feder (39) gehalten wird, damit der Stempel bei der Herstellung des Festproduktes in Kontakt mit dem Pulvermaterial in der Matrize bleibt um dieses ein erstes Mal, mit einstellbarer Stärke zu komprimieren; das untere Endstück des genannten Unterstempels (7) hat also mit dem genannten mobilen Unterschlitten (10) nur in den Kompressions-, Dosier- und Auswurfphasen Kontakt.

**2.** Ein- Stempel- Simulationspresse nach Anspruch 1, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Oberstempel (8) in Längsrichtung nur zwischen zwei Positionen mobil ist und zwar oben und unten, da dieser Oberstempel bei der oder den Kompressionsphasen statisch ist.

**3.** Ein- Stempel- Simulationspresse nach Anspruch 2, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Oberstempel (8) in Längsrichtung über ein System vom Typ Kurbeltrieb (20) mobil ist, die obere Position wird eingenommen, wenn die Matrize mit dem oder den Pulvermaterialien gefüllt wird sowie beim Auswerfen des Festproduktes aus der Matrize, und die untere Position wird während der Verdichtungsphasen des Pulverproduktes eingenommen.

**4.** Ein- Stempel- Simulationspresse nach Anspruch 1, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Bewegung des Oberstempels (8) zu jeder Zeit gesteuert wird.

**5.** Ein- Stempel- Simulationspresse nach Anspruch 4, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Oberstempel (8) in Längsrichtung in Höhe der Matrize über eine Kugelrollspindel oder ein Rollengewinde bewegt wird, das von einem Elektromotor angetrieben wird.

**6.** Ein- Stempel- Simulationspresse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** es sich bei dem Elektromotor, der die Kugelrollspindel oder das Rollengewinde antreibt, um einen Brushless-Typ handelt, der mit einem programmierbaren Regler verbunden ist, so dass die Bewegungen des Unterstempels (7) und auch des Oberstempels (8), gesteuert und synchronisiert werden können.

**7.** Ein- Stempel- Simulationspresse nach einem der Ansprüche 1 bis 6, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Halterung der Unter- (7) und Oberstempel (8) einen Kraftaufnehmer enthält, mit dem der Grad der ausgeübten Kompression gemessen und die Presse eingestellt werden kann.

**8.** Ein- Stempel- Simulationspresse nach einem der Ansprüche 1 bis 7, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** sie außerdem einen oder mehrere lineare Messfühler für die Stempelbewegung enthält, mit denen die jeweilige Position des unteren und oberen Stempels und gleichzeitig die Füllhöhe der Matrize mit Pulver und die Dicke des hergestellten Festproduktes bestimmt werden können.

**9.** Ein- Stempel- Simulationspresse nach Anspruch 8, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Bewegung des unteren und oberen Stempels nach Position oder Kraft gesteuert werden kann oder alternativ nach Position und Kraft, über eine externe elektronische Regelung.

**Claims**

**1.** Single-punch simulation press for industrial presses for producing a solid product using one or more powder materials, including:

• means for supplying (31, 32, 38) powder material(s);
• a die (9) for receiving said powder material(s), and for shaping the solid product to be produced, secured in an advantageously reversible manner to a die-holding table (5) secured to the frame of the press;
• an upper punch (8) and a lower punch (7),

translatable, suitable for engaging with one another at said die (9) in order to compress the powder material(s) and produce the solid product;

***characterised*** **:**

• **in that** the lower punch (7) is connected to a system for uncoupling the means or members that provide the movement thereof, said means or members being constituted of a lower carriage (10), able to translate and to be guided between ball-guide pillars (11, 12) of the frame, said lower movable carriage (10) being itself moved in translation by means of a ball or satellite roller screw (13) activated by means of an electric motor (14), ensuring a translation to said lower punch at the level of the die (9) ;
• **in that** the lower punch (7) is not secured to the movable lower carriage (10) ;
• **in that** the lower punch (7) is connected to a disengagement and brake system (39), constituted by an adjustable spring acting radially on said punch, intended to restrict the travel thereof in the downward direction, so that the lower punch (7) is in contact with the screw and the lower movable carriage (10) only in an upward direction, said screw (13) and the lower movable carriage (10) being able by this disengagement system to drop back down by a set length without action on said punch, said punch being held by the spring - brake (39) in order to keep the punch in contact with the powder material contained in the die when producing the solid product and perform thereupon a first compaction of adjustable intensity, the lower end of said lower punch (7) coming into contact with the lower movable carriage (10) only during the compression, proportioning and ejection phases.

2. Single-punch simulation press as claimed in claim 1, ***characterised*** **in that** the upper punch (8) is only translatable between two positions, up and down respectively, said upper punch being static during the compression phase(s).

3. Single-punch simulation press as claimed in claim 2, ***characterised*** **in that** the upper punch (8) is translatable by means of a crank and rod system (20), the up position being used when supplying the die with the powder material(s) and when ejecting the solid product from the die, and the down position being used during the phases of compaction of the powder product.

4. Single-punch simulation press as claimed in claim 1, ***characterised*** **in that** the movement of the upper punch (8) is controlled at all times.

5. Single-punch simulation press as claimed in claim 4, ***characterised*** **in that** the upper punch (8) is translatable at the die by means of a ball or roller screw actuated by an electric motor.

6. Single-punch simulation press as claimed in one of claims 1 to 5, ***characterised*** **in that** the electric motor actuating the ball or roller screw is of the brushless type and is coupled to a programmable variator, so as to control and synchronise the movement of the lower punch (7), or even the upper punch (8).

7. Single-punch simulation press as claimed in one of claims 1 to 6, ***characterised*** **in that** the carrier of the lower (7) and upper (8) punches incorporates a force sensor for measuring the rate of compression exerted and for regulating the press.

8. Single-punch simulation press as claimed in one of claims 1 to 7, ***characterised*** **in that** it further comprises one or more linear punch movement measurement sensors, for determining the respective position of the lower and upper punches, and in consequence the height of filling of the die with powder material and the thickness of the solid product produced.

9. Single-punch simulation press as claimed in claim 8, ***characterised*** **in that** the motion of the lower and upper punches are controlled in terms of position or force or alternately in terms of position and force by means of external control electronics.

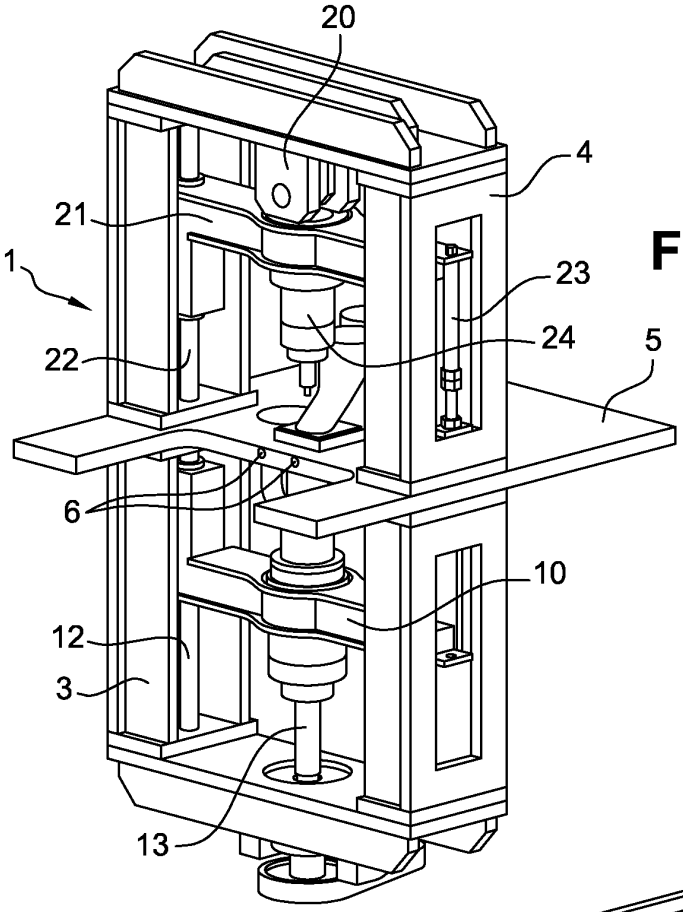



Fig. 1

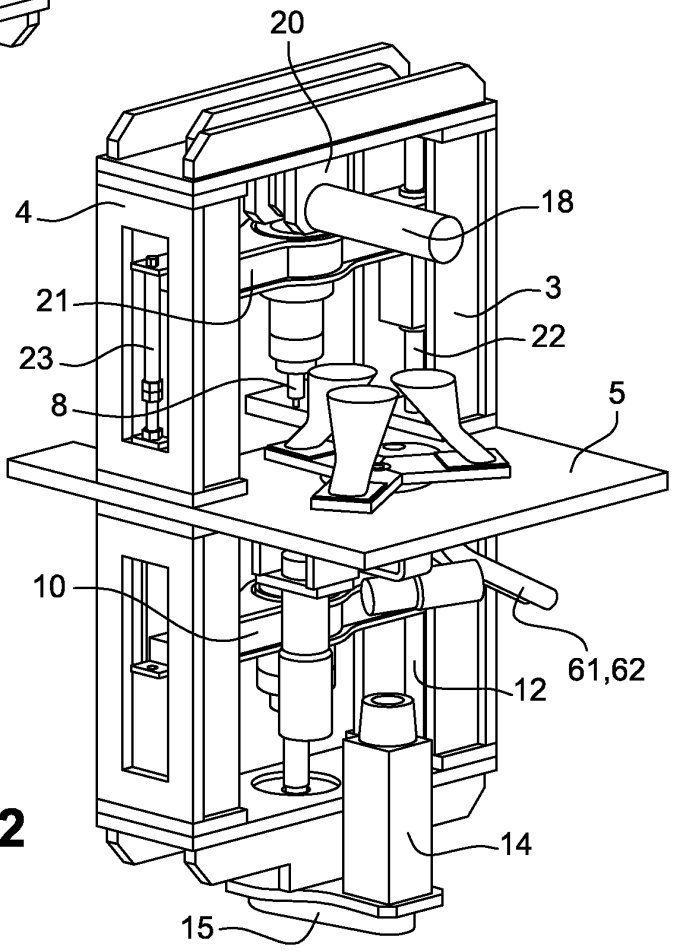



Fig. 2

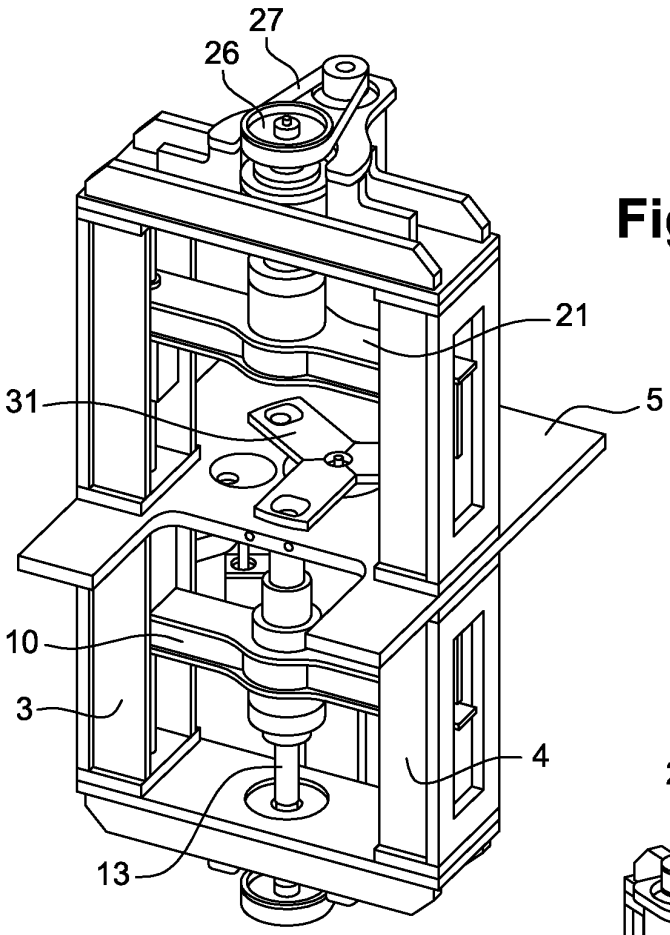



Fig. 3

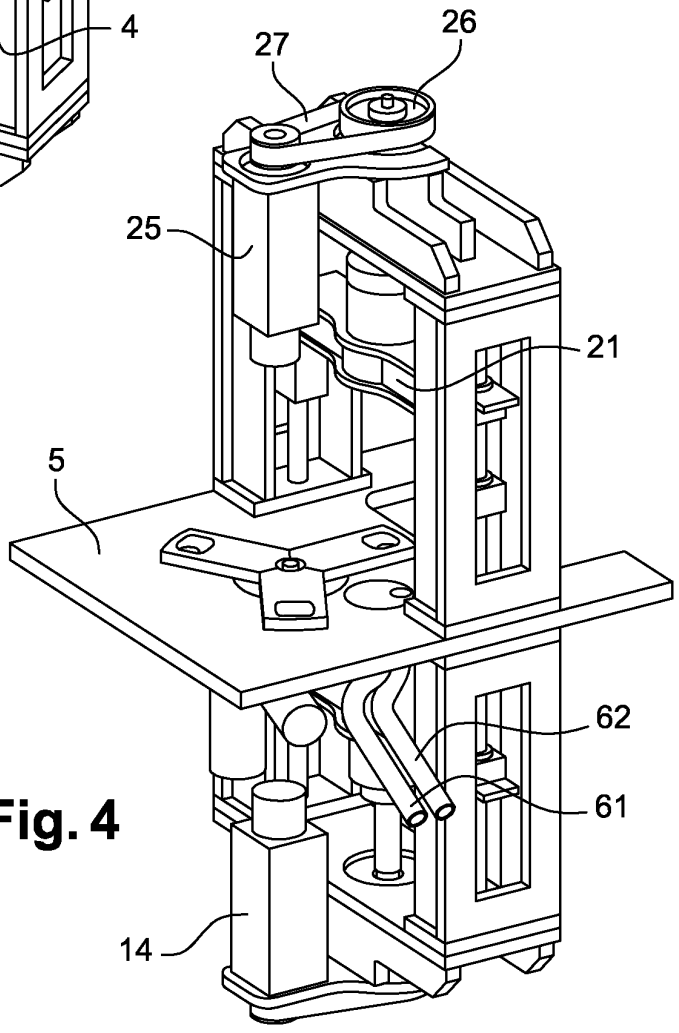



Fig. 4

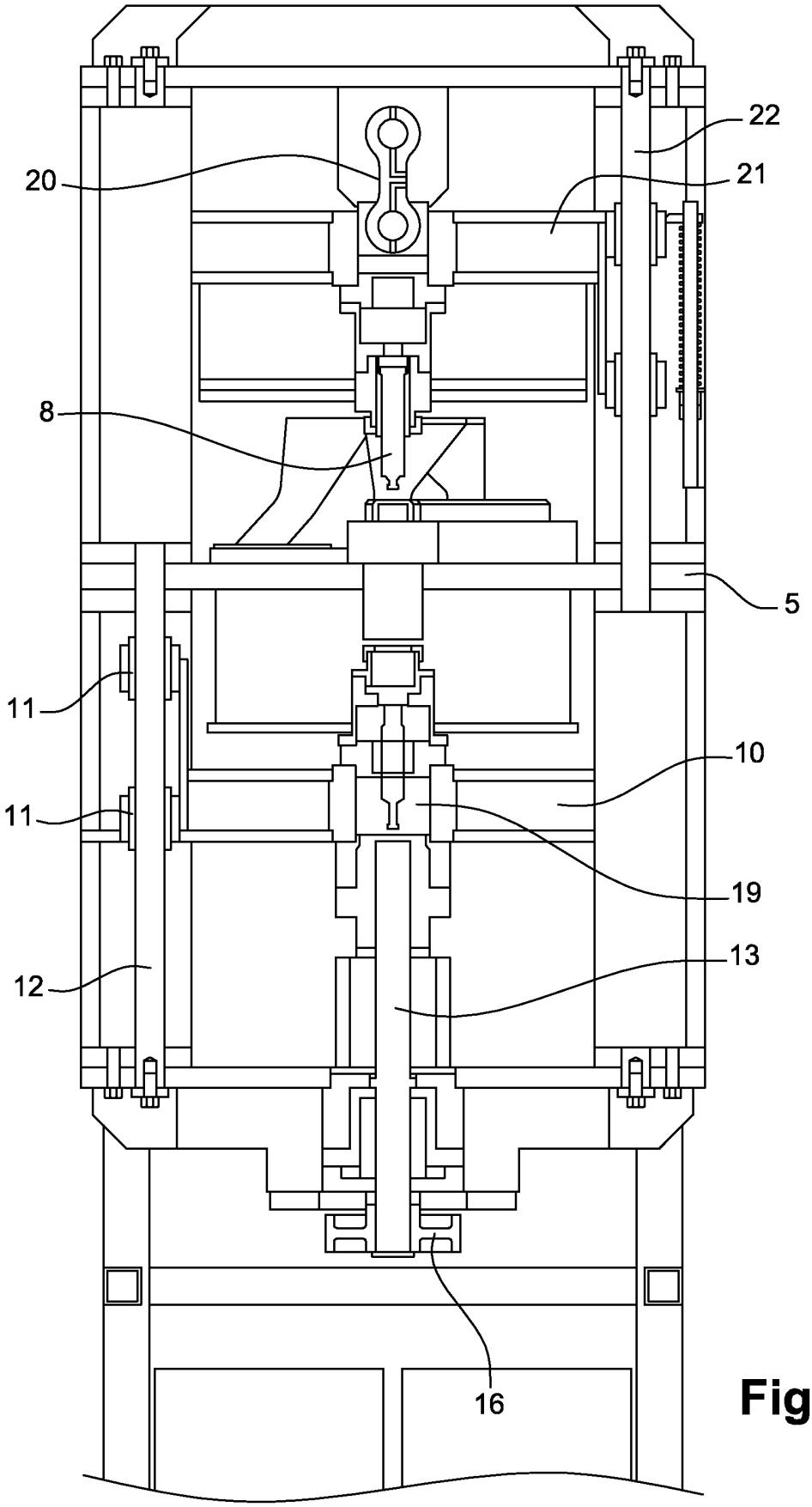



Fig. 5

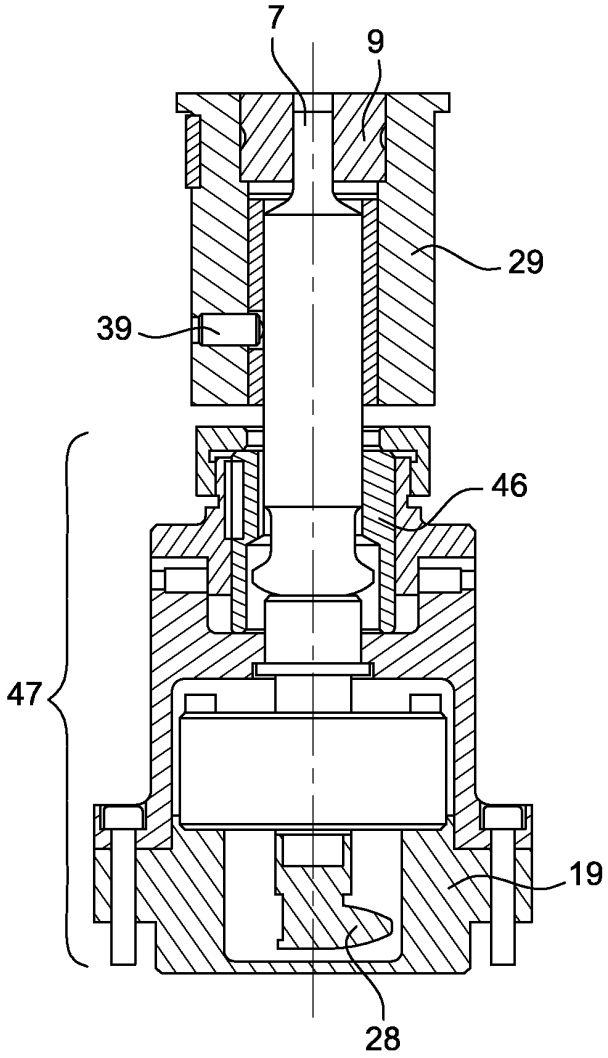



Fig. 6

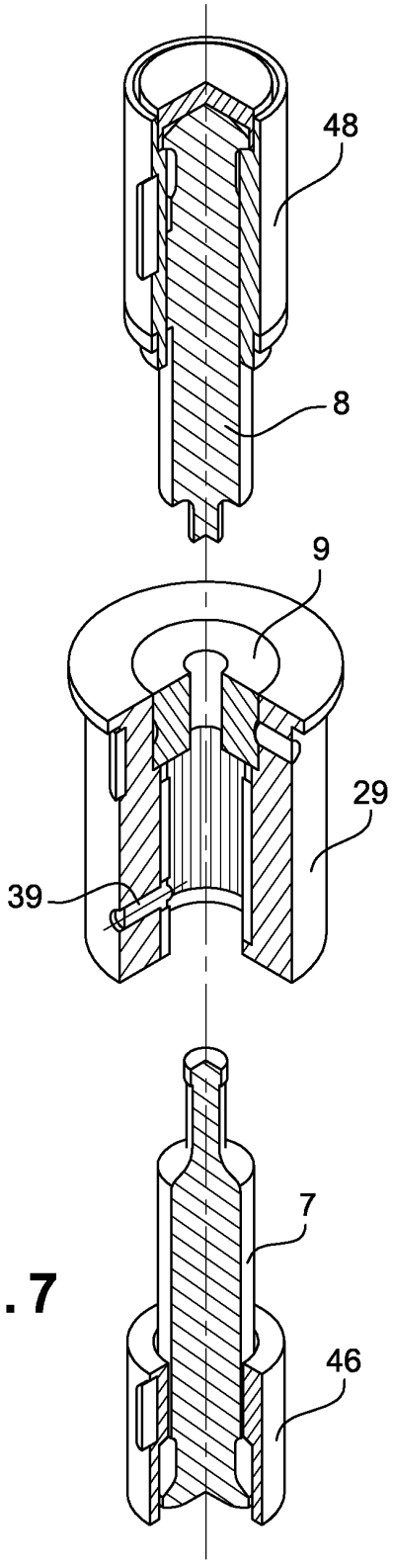



Fig. 7

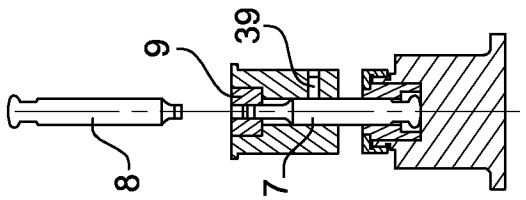



Fig. 8g

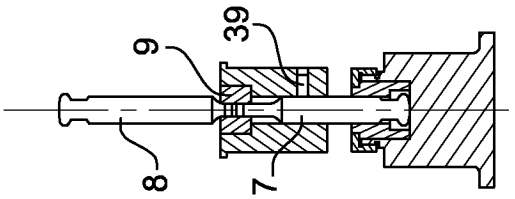



Fig. 8f

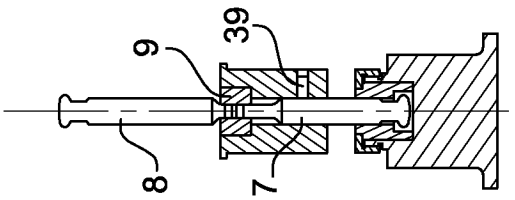



Fig. 8e

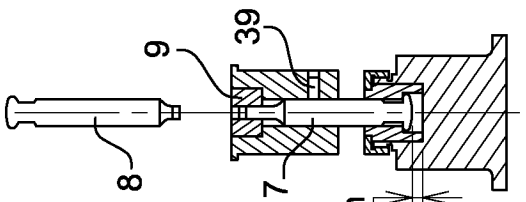



Fig. 8d

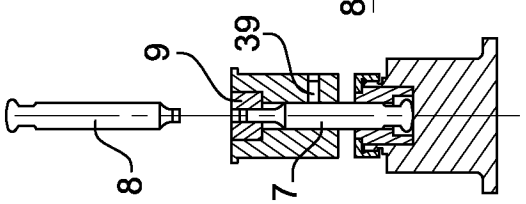



Fig. 8c

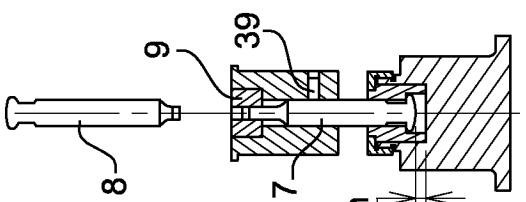



Fig. 8b

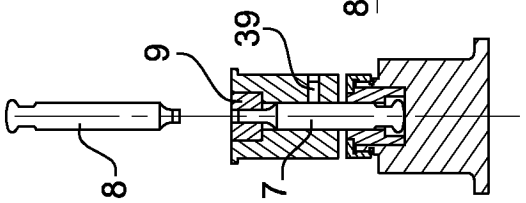



Fig. 8a

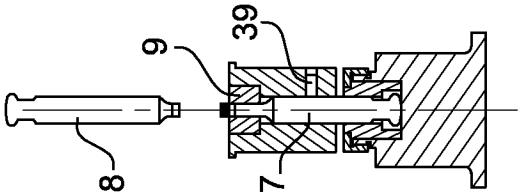



Fig. 8m

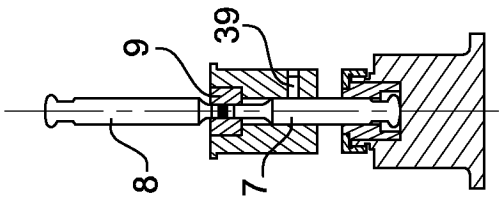



Fig. 8l

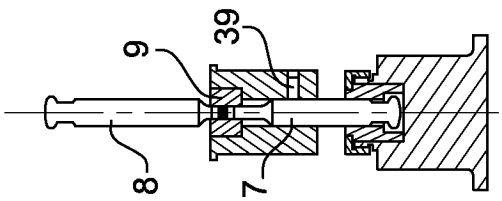



Fig. 8k

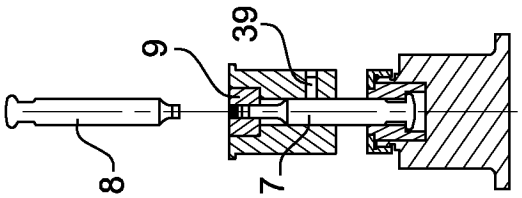



Fig. 8j

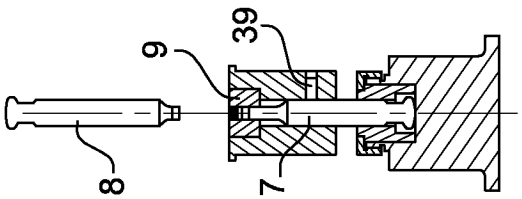



Fig. 8i

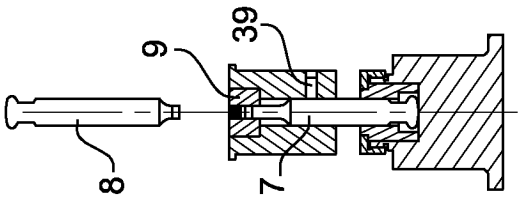



Fig. 8h

## RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

### Documents brevets cités dans la description


- FR 2791602 A **[0007]**
- FR 2855094 A **[0008]**
- EP 0358770 A1 **[0009]**