

PROCEDE DE LAMINAGE A FROID DE TUBES AU MOYEN D'UN LAMINOIR
A PAS DE PELERIN ET DISPOSITIF POUR LA MISE EN OEUVRE DU PROCEDE

La présente invention concerne un procédé de laminage à froid pour la fabrication de tubes au moyen d'un laminoir à pas de pèlerin. Ce laminoir comporte de façon connue des cylindres cannelés montés dans une cage porte-cylindres mobile qui effectue un mouvement de va-et-
5 vient selon l'axe de l'ébauche de tube qui est périodiquement avancée, les cylindres étant entraînés en rotation par un moyen connu. Un mandrin est disposé dans l'axe de l'ébauche qui est ainsi laminée entre les cylindres et le mandrin.

10 Les laminoirs à pas de pèlerin modernes de ce type fonctionnent à des cadences de laminage élevées qui nécessitent de déplacer l'ébauche de tube à laminer pendant des temps relativement courts, aux instants très précis où la cage arrive en fin de course et où les cylindres libèrent l'ébauche.

15

Le brevet français n°1.602.013 décrit un laminoir à pas de pèlerin comportant des dispositifs qui impriment à l'ébauche des mouvements périodiques d'avance selon son axe et de rotation autour de ce même axe, ceci lorsque les cylindres sont au point mort et libèrent

20

l'ébauche, en fin de leur parcours alternatif de va-et-vient.

Les mouvements de rotation sont imprimés à l'ébauche par des pinces-tubes disposés de part et d'autre de la cage porte-cylindres. Les mouvements périodiques et discontinus d'avance sont imprimés à l'ébauche par un poussoir articulé, monté sur un chariot qui supporte l'ar-
25 rière de l'ébauche et avance de façon continue en direction de la cage.

30

Comme décrit dans le brevet FR 1.602.013, ce poussoir, en forme de levier, est articulé autour d'un axe. Une came commande le mouvement d'avance axial de l'ébauche en imprimant au poussoir un mouvement de basculement périodique synchronisé avec le mouvement de va-et vient de la cage porte-cylindres, ceci lorsque la cage est au voisinage du point mort en fin de course de l'un de ses mouvements aller ou retour
35 et que les cylindres libèrent l'ébauche.

Pour la clarté de l'exposé, on désigne ci-après par côté amont le côté d'entrée de l'ébauche à laminier dans la cage porte-cylindres, et par côté aval, le côté sortie du tube de la cage après réduction de sa section par laminage entre les cylindres. On désigne par trajet
5 aller le mouvement amont-aval de la cage et des cylindres et par trajet retour, le mouvement aval-amont, selon l'axe de l'ébauche.

Le laminage, selon la technique décrite dans le brevet FR 1.602.013, est habituellement effectué uniquement lors du trajet aller, soit
10 d'amont en aval des cylindres, les gorges des cylindres étant conçues pour permettre le passage libre de l'ébauche à laminier pendant un court instant au voisinage du point mort amont.

Ainsi, selon cette mise en oeuvre du laminoir, les cylindres travaillent efficacement le métal en le déformant uniquement pendant le trajet aller de la cage. Pendant le trajet retour, les cylindres ne font que repasser sur un produit déjà laminé, sans effectuer de travail de déformation.

20 Le FR 2.442.674 enseigne cependant qu'il est avantageux de faire avancer et tourner l'ébauche uniquement lorsqu'elle est libérée de l'emprise des deux cylindres, alors qu'ils sont en fin de course au voisinage du point mort aval. Ce brevet enseigne de plus que la déformation de l'ébauche se répartit entre les trajets aller et retour
25 des cylindres bien qu'on ne fasse pas avancer l'ébauche au voisinage du point mort amont.

Le FR 2.463.646 enseigne que, pour obtenir le rendement le plus élevé possible, on fait avancer et tourner l'ébauche au voisinage de
30 chacun des deux points morts amont et aval du mouvement aller et retour des cylindres, l'avance en amont étant différente de l'avance en aval. Ce brevet enseigne que l'avance maximale de l'ébauche peut, selon les circonstances, se faire soit en amont soit en aval. Ce document n'enseigne cependant pas les critères sur lesquels on doit se
35 baser pour définir l'avance amont et l'avance aval. Il n'enseigne pas non plus les moyens de réaliser ces avances, et il n'enseigne pas davantage les moyens permettant d'assurer, dans des conditions satisfaisantes, le laminage au cours du trajet retour.

Par ailleurs, étant donné les masses importantes qu'il s'agit de déplacer de façon cyclique et qui comprennent, non seulement, la cage porte-cylindres, mais aussi l'ébauche et son poussoir, il importe de disposer de moyens de commande présentant à la fois un minimum
5 d'inertie, une grande rapidité d'intervention et une grande précision. En l'absence de ces différents moyens, il ne semble pas que des procédés de laminage à froid par un laminoir à pas de pèlerin comportant une double avance de l'ébauche, se soient développés jusqu'à présent.

10

On a donc recherché la possibilité de réaliser un procédé de laminage à froid de tubes au moyen d'un laminoir à pas de pèlerin dans lequel, afin d'obtenir un rendement maximal, on répartirait convenablement et, de préférence, de façon sensiblement égale, le travail
15 de déformation de l'ébauche de tube entre le trajet aller et le trajet retour de la cage porte-cylindres. On a cherché aussi la possibilité de déplacer l'ébauche vers l'aval de façon cyclique, au voisinage des points morts amont et aval du mouvement aller et retour de la cage porte-cylindres, avec rapidité et précision, tout en permettant
20 son allongement vers l'amont au cours du laminage durant le trajet retour de la cage porte-cylindres. Enfin, on a cherché à définir le rapport à réaliser de façon préférentielle entre les avances qu'il convient d'effectuer au voisinage du point mort amont et du point mort aval pour obtenir au cours du laminage, durant le trajet
25 aller, à peu de chose près, le même travail de déformation qu'au cours du laminage durant le trajet retour.

On a aussi recherché la possibilité de réaliser un dispositif simple susceptible d'être mis en oeuvre sur un laminoir à pas de pèlerin,
30 permettant de réaliser des avances différentes au voisinage des points morts amont et aval, dont les valeurs se trouvent dans un rapport prédéterminé et sont reproductibles de façon précise.

Le procédé de laminage à froid de tubes, qui fait l'objet de la présente invention, concerne un laminoir à pas de pèlerin, comportant
35 une cage porte-cylindres animée d'un mouvement cyclique d'aller et retour, dans lequel on fait avancer l'ébauche de tube au voisinage de chacun des points morts amont et aval, en permettant le recul de

la partie arrière de l'ébauche pendant le laminage effectué au cours du trajet en retour de la cage porte-cylindres.

De préférence, le rapport entre l'avance aval et l'avance amont est sensiblement égal à α , α étant le coefficient d'allongement de
5 l'ébauche réalisé au moyen du laminoir.

L'invention concerne aussi un dispositif de commande de l'avance d'une ébauche de tube sur un laminoir à froid à pas de pèlerin dans lequel cette avance est réalisée au moyen d'une came qui effectue un
10 tour pendant que la cage porte-cylindres effectue un va-et-vient, cette came comportant deux bossages diamétralement opposés qui agissent sur l'ébauche par l'intermédiaire d'un moyen de transmission, l'un des bossages étant calé pour agir sur l'ébauche au moment où la cage porte-cylindres se trouve au voisinage du point mort amont et
15 l'autre bossage étant calé pour agir sur l'ébauche au moment où la cage porte-cylindres se trouve au voisinage du point mort aval. De préférence, les deux bossages sont d'épaisseur inégale, le bossage de plus faible épaisseur étant calé pour agir sur l'arrière de l'ébauche au voisinage du point mort amont de la cage porte-cylindres.

20

Un certain nombre de caractéristiques avantageuses du procédé et du dispositif font également partie de l'invention.

On va décrire maintenant, de façon plus détaillée, les caractéristiques du procédé suivant l'invention ainsi que celles d'un dispositif
25 pour la mise en oeuvre de ce procédé. On décrira ensuite un mode particulier de mise en oeuvre de l'invention.

Il est bien connu qu'au cours d'une passe de laminage, toute ébauche subit, dans le sens du laminage, un allongement proportionnel à son amincissement. Dans un laminoir à pas de pèlerin du type considéré, le trajet aller de la cage porte-cylindres ne pose pas de problème. Au voisinage du point mort amont de la cage, un poussoir tel que, par exemple, celui décrit dans le FR 1.602.013, ou tout autre
30 poussoir de type connu, fait avancer l'ensemble de l'ébauche d'une longueur optimale qu'on désigne par " Δl ". Puis, au cours du trajet aller de la cage, l'ébauche s'allonge elle-même d'une longueur $(\alpha-1)\Delta l$

α étant le coefficient d'allongement. Ce coefficient α est défini comme étant le rapport de la longueur du tube après laminage à la longueur de l'ébauche avant laminage. Ainsi, au cours de la première phase de laminage, qui comprend le déplacement de l'ébauche au point mort amont, puis le trajet aller de la cage porte-cylindres, l'arrière de l'ébauche s'avance de Δl , et l'avant s'avance de $\alpha \Delta l$. La partie avant de l'ébauche étant libre, son déplacement vers l'aval ne pose pas de problème.

10 En ce qui concerne la deuxième phase de laminage, qui comprend le déplacement de l'ébauche au point mort aval, puis le trajet retour de la cage porte-cylindres, il est apparu que, pour obtenir un rendement optimal du laminoir, il était souhaitable de faire sensiblement le même travail de laminage qu'au cours de la première phase. Ceci veut
15 dire que l'ébauche doit s'allonger d'environ la même longueur $(\alpha - 1) \Delta l$ au cours du trajet retour de la cage et une même quantité de métal supplémentaire doit venir s'engager dans l'emprise des cylindres, ce qui correspond à une même avance effective Δl de l'arrière de l'ébauche au cours de la deuxième phase.

20 Or, pendant le trajet retour de la cage, l'ébauche s'allonge non pas vers l'aval, mais vers l'amont. Aussi, si on désire avoir un rendement optimal de laminage au cours de la deuxième phase de laminage, il importe :

- a) de permettre un allongement de l'ébauche d'environ $(\alpha - 1) \Delta l$ au
25 cours du trajet retour de la cage, l'extrémité arrière de l'ébauche ne devant pas venir en butée contre un poussoir ou contre tout autre obstacle susceptible de bloquer son déplacement vers l'amont de façon directe ou indirecte,
- b) d'obtenir, à la fin de la deuxième phase, un déplacement effectif
30 de l'ébauche de environ Δl vers l'aval par rapport à la fin de la première phase.

Pour obtenir un rendement maximal du laminoir, les temps de manoeuvre $\Delta \theta_1$ et $\Delta \theta_2$ dont on dispose au voisinage des points morts amont
35 et aval pour avancer et tourner librement l'ébauche, ont sensiblement la même durée $\Delta \theta$. De même, les durées des trajets aller ou retour de la cage sont sensiblement égales. La durée totale de la deuxième phase de laminage Δt_2 , incluant la durée $\Delta \theta_2$ du temps de manoeuvre au

point mort aval, est ainsi égale à la durée totale Δt_1 , incluant la durée $\Delta \theta_1$, de manoeuvre au point mort amont. On peut admettre que $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t$. Il résulte de ces observations que, pour avoir un rendement optimal de la phase de laminage retour, il importe :

- 5 a) lors du temps de manoeuvre au point mort aval $\Delta \theta_2$, de faire tourner l'ébauche autour de son axe, de façon connue, par exemple du même angle que lors du temps de manoeuvre au point mort amont et de la faire avancer d'une longueur d'environ $\alpha \Delta l$, c'est-à-dire d'une longueur Δl égale à l'avance effectuée au point mort amont
10 multipliée par le coefficient α ,
- b) pendant le trajet retour de la cage porte-cylindres, de laisser l'ébauche s'allonger vers l'amont d'une longueur d'environ
($\alpha - 1$) Δl .

Ainsi, en fin de la deuxième phase, l'arrière de l'ébauche se trouve
15 effectivement avoir avancé d'une longueur résiduelle d'environ Δl sensiblement égale à son avance lors de la première phase de laminage.

L'invention concerne également un dispositif de commande d'avance
20 de l'ébauche pour la mise en oeuvre du procédé qui vient d'être décrit. Ce dispositif permet d'effectuer, dans des conditions particulièrement favorables, l'avance périodique de l'ébauche suivant les lois qui viennent d'être établies. Il comporte, de façon connue, un poussoir en forme de levier basculant, analogue à un culbuteur, qui
25 est avantageusement monté sur un chariot tel que, par exemple, celui décrit dans le FR 1.602.013. Ce chariot supporte l'arrière de l'ébauche tout en avançant à une vitesse pratiquement constante en direction de la cage porte-cylindres. Le basculement du poussoir est commandé par une came qui effectue une rotation de un tour complet pendant
30 que la cage porte-cylindres effectue un aller et retour. La particularité du dispositif suivant l'invention consiste en ce que la came comporte deux bossages diamétralement opposés, qui commandent chacun un mouvement de basculement du poussoir et, par conséquent, un mouvement d'avance de l'ébauche. La came est calée de façon
35 telle que les avances de l'ébauche se produisent lorsque la cage porte-cylindres se trouve au voisinage de chacun des deux points morts amont et aval.

L'épaisseur du premier bossage est telle que le basculement correspondant du poussoir transmette à l'ébauche une avance optimale de Δl au voisinage du point mort amont, avant le trajet aller de la cage porte-cylindres. Cette valeur Δl est déterminée de façon connue en

5 fonction de divers paramètres tels que : qualité du métal, dimensions de l'ébauche et du tube à réaliser, caractéristiques des cannelures des cylindres et du mandrin, ou autres.

De façon préférentielle, le second bossage, diamétralement opposé

10 sur la came, a sensiblement pour épaisseur celle qui permet au poussoir de transmettre à l'ébauche une avance sensiblement égale à $\alpha \Delta l$ au voisinage du point mort aval, avant le trajet retour de la cage porte-cylindres. Pour tenir compte de la vitesse d'avance constante $\frac{\Delta l}{\Delta t}$ du chariot et du coefficient multiplicateur k du poussoir en forme de levier, l'épaisseur e_1 du premier bossage est sensiblement de

15 $k \Delta l (1 - \frac{\Delta \theta}{\Delta t})$ et l'épaisseur e_2 du deuxième bossage de $k \Delta l (\alpha - \frac{\Delta \theta}{\Delta t})$.

La description et les figures ci-après présentent, de façon non limitative, un mode particulier de mise en oeuvre de l'invention.

20

La figure 1 représente, en vue cavalière, un laminoir à froid à pas de pèlerin, qui permet la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention.

25 La figure 2 représente, en coupe selon son plan de symétrie vertical, un chariot qui supporte l'arrière de l'ébauche et qui est équipé du dispositif de commande d'avance de l'ébauche suivant l'invention.

La figure 3 représente plus en détail, en coupe, selon le même plan,

30 la came suivant l'invention qui commande le basculement du poussoir.

Les figures 4a, 4b, 4c, 4d, 4e représentent schématiquement chacune une demi-coupe axiale de l'ébauche au début et en fin de chacune des deux phases de laminage consécutives, aller et retour, correspondant

35 à un cycle complet de laminage aller-retour de la cage porte-cylindres dans le procédé suivant l'invention.

La figure 5 est un diagramme où sont représentés schématiquement en

ordonnées, les déplacements successifs de la partie arrière de l'ébauche en fonction du temps au cours du cycle décrit figures 4a à 4c.

- 5 La figure 6 est un diagramme où sont représentés schématiquement en ordonnées, à la même échelle, les déplacements successifs de la partie avant de l'ébauche au cours du cycle décrit dans les figures 4a à 4c.
- 10 En figure 1, est représenté un laminoir à froid à pas de pèlerin, de conception analogue à celui qui est, par exemple, décrit dans le FR 1.602.013. La cage porte-cylindres (1) est figurée en traits mixtes. Les bielles (2-2') lui communiquent un mouvement alternatif d'aller et retour selon l'axe (XX') de l'ébauche (3). Un chariot (4) comportant un poussoir (5) représenté plus en détail en figure 2, supporte l'arrière de l'ébauche (3). Ce chariot (4) est entraîné par une vis (6) qui le fait se déplacer de façon continue et régulière à la vitesse $\Delta l / \Delta t$ en direction de la cage (1), c'est-à-dire dans le sens de la flèche (F) définissant le sens amont-aval. Des pinces tubes (7-7') maintiennent l'ébauche (3) en amont et en aval de la cage (1). Comme dans l'art antérieur, ces pinces tubes (7-7') font périodiquement tourner l'ébauche (3) autour de son axe (XX') d'un angle de, par exemple, 60° , ceci lorsque la cage (1) arrive à l'un de ses points morts en fin de course aller ou retour. L'ébauche (3) glisse dans les pinces (7-7') lorsque le poussoir (5) la fait avancer par rapport au chariot (4).

- Une pince tige (8), située à l'arrière du laminoir, maintient un mandrin interne (9) et le fait périodiquement tourner en synchronisme avec les rotations de l'ébauche (3). Ce mandrin ne subit aucun déplacement axial.

- En figure 2, la coupe du chariot (4) par le plan vertical passant par l'axe (XX') de l'ébauche, permet d'en mieux voir les détails. Ce chariot (4) supporte l'arrière de l'ébauche (3) par l'intermédiaire d'une douille (10) et d'un fourreau tournant creux (11). L'ébauche (3) est poussée par l'arrière par l'intermédiaire d'une butée à ressort (12) solidaire du fourreau (11). Comme le montre la figure, la

douille (10) peut se déplacer par rapport au chariot suivant l'axe (XX') en glissant sur des portées (P-P'). Un ressort hélicoïdal (13) est comprimé lorsque la douille (10) se déplace par rapport au chariot vers l'amont. Le poussoir (5) est articulé autour d'un axe horizontal (15) solidaire du chariot (4). La partie inférieure du poussoir (5) est divisée en deux doigts (14) symétriques du plan de coupe pour laisser passer le mandrin interne fixe (non représenté ici) dans l'axe de l'ébauche (3) ainsi que pour permettre les changements d'ébauche (3).

10

Ainsi l'ébauche (3) se trouve poussée vers l'avant par la combinaison d'une part, du déplacement continu du chariot (4) entraîné par la vis (6) à la vitesse constante $\Delta l / \Delta t$ et, d'autre part, de la poussée périodique des doigts (14) du poussoir (5) qui oscille autour de l'axe (15). Le poussoir (5) est commandé par une tige à galet (16) et une came (17) agissant en antagonisme de la douille (10).

Suivant l'invention, la came (17) comporte deux bossages (18-19) diamétralement opposés, comme représenté en figure 3.

20 L'épaisseur (e_1) du bossage (18) mesurée au-delà du rayon minimal (r) de la came, est déterminée de façon que, lorsque ce bossage agit sur le poussoir (5) par l'intermédiaire de la tige à galet (16), ce poussoir déplace vers l'amont l'ébauche (3) par l'intermédiaire de la douille (10) et du fourreau (11) d'une longueur Δl lorsque la cage se trouve au voisinage du point mort amont. De même, et de façon préférentielle, l'épaisseur (e_2) du bossage (19) mesurée au-delà de ce même rayon (r), est déterminée de façon que, par l'intermédiaire du poussoir (5), ce bossage provoque une avance de l'ébauche de $\alpha \Delta l$, lorsque la cage porte-cylindres se trouve au voisinage du point mort aval.

30

Plus exactement, pour tenir compte, d'une part, de l'avance propre $\Delta l \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$ du chariot (4) pendant les temps morts amont et aval, et, d'autre part, du coefficient "k" égal au rapport des longueurs des bras supérieur et inférieur du poussoir (5) par rapport à l'axe (15),
 35 l'épaisseur (e_1) du bossage (18) est sensiblement $k \Delta l (1 - \frac{\Delta \theta}{\Delta t})$ et l'épaisseur (e_2) du bossage (19) est sensiblement $k \Delta l (\alpha - \frac{\Delta \theta}{\Delta t})$.

Le profil de la came (17) correspond sensiblement au profil de la

courbe en escalier ($0 C_2 C_3 C_4 C_5$) de la figure 5, qui représente le déplacement de la partie arrière de l'ébauche en fonction du temps. La came (17) peut être tracée en lui donnant pour épaisseur des bossages, la différence entre les ordonnées de la courbe ($0 C_2 C_3 C_4 C_5 \dots$) et les ordonnées de la droite (OY) représentant le déplacement du chariot (4) selon l'axe (XX') à une vitesse constante $\frac{\Delta l}{\Delta t}$. Pour tenir compte de l'inertie des pièces mécaniques et éviter les à-coups, les points anguleux de la courbe ($0 C_2 C_3 C_4 C_5 \dots$) sont évidemment arrondis sur la came (17).

10

Pour mieux comprendre le mode préférentiel de mise en oeuvre du procédé, on a représenté de façon schématique, et sans tenir compte d'une échelle, aux figures 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, en coupe, les positions successives de l'ébauche (3) par rapport au mandrin (9), avant et après chacune des deux phases d'un cycle complet de laminage avec un mouvement aller et retour de la cage (1).

Comme il est bien connu par les praticiens, le mandrin (9) est tourné autour de l'axe (XX') au cours du temps de manoeuvre au point mort $\Delta\theta$, avant chaque passe de laminage aller ou retour, ceci en même temps que l'ébauche (3), mais n'est jamais déplacé selon l'axe (XX').

Comme les mandrins de l'art antérieur, ce mandrin (9) comporte une partie arrière cylindrique et une partie avant qui va en s'amincissant selon un profil en soi connu pour épouser au mieux la déformation de l'ébauche (3) au cours d'une passe de laminage.

Le plan orthogonal par rapport à l'axe XX', selon lequel se raccordent la partie cylindrique et la partie avant amincie du mandrin (9) est ici repéré en (AA').

Pour la clarté de l'exposé, un plan orthogonal fixe, plus en arrière, a été repéré par (BB'). Un repère (C) a été également figuré sur l'arrière de l'ébauche (3) qui s'avance pas à pas entre chaque passe de laminage, aussi bien aller que retour. Ce repère (C) occupe successivement les positions ($C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 \dots$) par rapport au plan (BB'). Ces repères ($C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 \dots$) ont été également

35

portés sur les points correspondants du diagramme de la figure 5, ainsi que sur la came en figure 3.

Sur la figure 5, le point (0) de départ des courbes correspond au point (C_1). Un repère (D) a été figuré sur la partie déjà laminée
5 de l'ébauche à l'aplomb de l'extrémité (20) du mandrin (9).

En fin d'une opération complète de laminage par mouvement aller-retour de la cage (1), l'ébauche (3) se trouve plaquée sur le mandrin (9) par la dernière phase retour comme représenté en figure 4a. Le
10 repère (C_1) se trouve dans le plan repéré (BB').

Afin de permettre un travail de laminage au cours du prochain cycle de laminage et, plus particulièrement, au cours de la prochaine phase aller de la cage (1), l'ébauche (3) est avancée par le chariot
15 (4) et le poussoir (5) d'une longueur Δl , ceci pendant le temps disponible au point mort amont $\Delta\theta_1$ de la cage porte-cylindres (1). Le repère (C_1) vient en (C_2) à une distance Δl en aval du plan (BB'), comme représenté en figure 4b.

L'ébauche (3) se détache du mandrin (9) comme cela est particulièrement
20 ment apparent à proximité du plan (AA') en figure 4b. Le point (D) de la partie laminée qui se trouvait en (D_1) à l'aplomb de l'extrémité avant (20) de l'ébauche (3) s'est avancé de Δl en (D_2), comme représenté en figure 4b.

Le trajet aller, soit dans le sens (F) de la cage (1), amincit alors
25 l'ébauche en l'allongeant et en la plaquant sur le mandrin (9), comme représenté figure 4c. Le repère (C) est resté en (C_3) à la même distance Δl du plan (BB'). Le point (D) de l'ébauche (3) s'est avancé en (D_3) à une distance $\alpha\Delta l$ de l'extrémité avant (20) du mandrin (9).
30

Pendant que la cage (1) est au point mort aval, sous l'action du chariot (4) et du poussoir (5), l'ébauche (3) est à nouveau avancée mais cette fois-ci, non pas d'une longueur Δl , mais d'environ $\alpha\Delta l$,
35 comme représenté en figure 4d où le repère (C) vient en (C_4) à une distance d'environ $\alpha\Delta l$ en aval de sa position antérieure (C_3), c'est-à-dire à une distance d'environ $(1 + \alpha)\Delta l$ du plan (BB'). Le repère (D) est simultanément avancé au-delà de sa position

précédente (D_3) de la même distance d'environ $\alpha \Delta l$. Il se trouve ainsi en (D_4) à une distance d'environ $2 \alpha \Delta l$ de ladite extrémité (20). Au cours du trajet en retour de la cage (1), l'ébauche se trouve plaquée contre le mandrin (9). L'extrémité avant de l'ébauche ne se

5 déplace pas, comme cela est matérialisé par le repère (D_5) qui ne se déplace pas par rapport à (D_4). Le métal de l'ébauche est cependant refoulé vers l'arrière et le repère (C) vient en (C_5) à une distance $2 \Delta l$ en aval du plan (BB'), comme représenté en figure 4e. On peut alors recommencer un nouveau cycle aller-retour de laminage

10 qui débutera par une nouvelle avance de l'arrière de l'ébauche (matérialisée par le point C) d'une nouvelle longueur Δl .

Le recul de l'arrière de l'ébauche (3) au cours du trajet retour de la cage (1) est rendu possible par la commande du poussoir (5) par

15 la partie descendante ($C_4 C_5$) du bossage (19) de la came (17). La forme de la partie descendante ($C_4 C_5$) de ce bossage (19) correspond à un recul des doigts (14) du poussoir (5) qui permet le recul de la douille (10) et du fourreau (11) poussés par l'extrémité arrière de l'ébauche.

20

La forme de la came (17) se déduit facilement du diagramme de la figure 5 où, en abscisse (OT), est porté le temps et, en ordonnée (OL), l'avance de l'arrière de l'ébauche matérialisée par le repère C. L'avance continue du chariot (4) selon l'axe (XX') est matérialisée

25 par la droite (OY). La pente de cette droite est $\Delta l / \Delta t$.

Les intervalles de temps égaux "t" pris pour effectuer chaque phase de laminage aller ou retour sont matérialisés par les repères (t_1 , t_2 , t_3 , t_4) sur l'axe des temps. Les avances effectives effectuées

30 par l'arrière de l'ébauche (ou le point C) au cours de chaque phase, sont matérialisées par les ordonnées de la courbe (0 $C_2 C_3 C_4 C_5$). Le point (C_1) est confondu avec l'origine (0). Cette courbe se répète ensuite. Sur l'axe des temps, on remarque les intervalles $\Delta \theta_1$ et $\Delta \theta_2$ correspondant à la durée des temps de manoeuvre disponibles aux

35 points morts amont et aval du mouvement de la cage (1).

C'est pendant ces intervalles de temps $\Delta \theta = \Delta \theta_1 = \Delta \theta_2$ que l'ébauche (3) est libérée de l'emprise des cylindres et peut être avancée sous l'effet combiné de l'avance du chariot (4) et des doigts (14)

du poussoir (5).

De même, la figure 6 représente les déplacements de la partie avant de l'ébauche en fonction du temps. Les échelles utilisées sont les
5 mêmes que sur la figure 5. Le point (D_1) est confondu avec l'origine 0. Les points (D_2 , D_3 , D_4 et D_5) correspondent aux mêmes instants que les points (C_2 , C_3 , C_4 , C_5) de la figure 5. On voit que, au cours d'un cycle complet, l'avant (D) avance de $2 \alpha \Delta l$, tandis que l'arrière (C) avance de $2 \Delta l$.

10

Pendant le premier temps mort $\Delta \theta_1$, l'arrière de l'ébauche (C) ainsi que l'avant (D) avancent simultanément d'une longueur Δl de (C_1) en (C_2) et de (D_1) en (D_2). Cette avance résulte, d'une part, d'un déplacement $\Delta l \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$ du fait de l'avance du chariot (4) dans son ensemble et, d'autre part, d'un déplacement $\Delta l(1 - \frac{\Delta \theta}{\Delta t})$ sous la poussée
15 des doigts (14) du poussoir (5) actionné par la partie montante (C_1 , C_2) du bossage (18) de la came (17).

20

Pendant le trajet de laminage aller, le point (C) reste sensiblement immobile en (C_2), car les doigts (14) du poussoir (5) n'exercent pas de pression sur la douille (10). En effet, l'avance $\Delta l(1 - \frac{\Delta \theta}{\Delta t})$ du chariot (4) est compensée par le recul des doigts (14) correspondant à la partie descendante (C_2 , C_3) du bossage (18). Simultanément, le point (D) avance de (D_2 à D_3) d'une longueur $(\alpha - 1) \Delta l$.

25

Pendant le deuxième temps mort $\Delta \theta_2$, l'avant comme l'arrière de l'ébauche (3) avancent environ de $\alpha \Delta l$. Les repères (C) et (D) viennent respectivement en (C_4) et (D_4). Cette avance est la résultante, d'une part, de l'avance du chariot (4) de $\Delta l \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$ et, d'autre part, de
30 l'avance de environ $\Delta l(\alpha - \frac{\Delta \theta}{\Delta t})$ des doigts (14) actionnés par la partie montante C_3 , C_4 du bossage (19).

35

Les parties montantes des bossages (18-19) correspondent l'une et l'autre à un même angle $\beta = \pi \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$.

Pendant le trajet en retour, l'avant de l'ébauche (D) reste immobile en (D_5) tandis que l'arrière recule d'environ $(\alpha - 1) \Delta l$, le point C se déplaçant de C_4 à C_5 .

-14-

Le recul de l'arrière (C) de l'ébauche (3) est permis car, à l'avance du chariot (4) de $\Delta l(1 - \frac{\Delta \theta}{\Delta t})$, s'oppose un plus grand recul égal à $\Delta l(\alpha - \frac{\Delta \theta}{\Delta t})$ des doigts (14) du poussoir (5) actionnés par la partie descendante (C₄ C₅) du bossage (19) de la came (17).

5

Des essais ont montré que, suivant les types de cannelures et de mandrins utilisés, on peut observer un faible recul de la partie arrière de l'ébauche au cours du trajet de laminage aller. Ce recul dépend, en particulier, de la position du rayon neutre du cylindre de laminage par rapport à la profondeur de la cannelure. Le rayon neutre est le rayon du cercle pour lequel la vitesse circonférentielle est égale et opposée à la vitesse de translation de la cage. On comprend aisément que, lorsque le tube entre en contact avec la cannelure dans sa zone la plus profonde, c'est-à-dire de rayon inférieur au rayon neutre, le cylindre a tendance à entraîner le métal dans le sens du déplacement de la cage, car la vitesse circonférentielle à fond de gorge est inférieure à la vitesse de translation dans le sens du déplacement.

20 Au contraire, en fin de cannelure, dans la zone de faible profondeur de celle-ci, la vitesse circonférentielle à fond de gorge est supérieure à la vitesse de translation et le cylindre a, au contraire, tendance à entraîner le métal en sens inverse du sens de déplacement de la cage.

25

Un très grand avantage du procédé et du dispositif suivant l'invention est qu'ils permettent de donner aux bossages de la came la forme voulue pour accompagner le déplacement relatif de l'arrière de l'ébauche par rapport au chariot au cours des trajets de laminage.

30

Il n'est généralement pas nécessaire que le profil de la came dans la zone descendante (C₂-C₃) soit tel que les doigts (14) dans leur mouvement de recul demeurent en contact avec la partie arrière de la douille (10) solidaire de l'ébauche (3) dans son mouvement de déplacement relatif vers l'amont par rapport au chariot (14). Ceci veut dire que la pente de descente du profil de came au-delà du sommet du bossage (18) peut être, si on le désire, beaucoup plus rapide que la pente minimale qui assure le recul des doigts (14) à une

35

vitesse à chaque instant égale à la vitesse relative de recul de l'arrière de l'ébauche (3) par rapport au chariot (4).

Par contre, au cours du trajet de laminage en retour il est très important de contrôler le mouvement de recul de l'ébauche grâce à un profil adapté de la came dans la zone descendante (C_4-C_5) au-delà du sommet du bossage (19).

En effet, du fait de l'avance $\alpha \Delta l$ de l'ébauche qui a été réalisée au niveau du point mort aval, l'ébauche est décollée de la partie amincie du mandrin sur une longueur importante et risque de glisser vers l'amont en échappant en partie à l'emprise des cannelures des cylindres au cours du trajet de retour de la cage porte-cylindres. Le profil de came dans la zone (C_4-C_5) doit donc être étudié afin de permettre le recul sans glissement de l'ébauche par rapport au chariot.

Cette vitesse de recul sans glissement de l'ébauche au cours de la phase de laminage en retour dépend de nombreux facteurs tels que les caractéristiques physiques du métal à laminier, la section de l'ébauche, le coefficient d'allongement " α " qui lui est imposé, la forme du mandrin dans la zone de laminage, et la forme correspondante des cannelures des cylindres.

Dans la pratique on s'attache en général, à donner à la came dans la zone (C_4-C_5) un profil tel que la vitesse de recul des doigts (14) soit sensiblement égale à chaque instant à la vitesse de recul de l'ébauche sans glissement.

25

Afin d'éviter les risques de rupture du poussoir ou de la came, il est utile de prévoir un moyen limiteur d'efforts tel qu'un ressort taré qui peut être intercalé en un point convenable de la transmission mécanique entre l'arrière de l'ébauche et la came. Ce dispositif peut également être logé au niveau du moyen d'entraînement du chariot porte-came.

30

Il est possible de disposer entre la came (17) et le poussoir (5) non pas une tige à galet (16) roulant directement sur la came, mais un moyen de transmission comportant un réglage d'amplitude permettant de modifier le coefficient " k " de transmission aux doigts (14) des déplacements provoqués par les bossages (18) et (19). On peut, par exemple, faire appel à une liaison entre came (17) et poussoir

35

(5) réalisée au moyen d'un levier présentant au moins un bras réglable tel que celui décrit dans le FR 2.379.326. Grâce à un tel dispositif, on peut modifier l'avance en fonction des caractéristiques de déformabilité des métaux ou alliages à transformer, " α " restant constant pour une came donnée.

On peut envisager également de disposer la came et le poussoir non pas sur un chariot mobile, mais à un emplacement fixe, le poussoir (5) entraînant alors l'ébauche (3) par l'intermédiaire d'une transmission directe.

On peut aussi, au lieu d'une seule came, utiliser deux cames synchronisées, l'une comportant le bossage (18) et l'autre, le bossage (19). Ces deux cames peuvent actionner chacune de façon directe ou indirecte, un poussoir dont les doigts viennent en appui sur l'arrière de l'ébauche, généralement par l'intermédiaire d'une douille.

Les essais ont montré que le procédé et le dispositif suivant l'invention permettent d'accroître de façon remarquable la productivité des laminoirs à froid à pas de pèlerin grâce à la répartition équilibrée du travail de laminage sur tout le cycle de fonctionnement, sans modifier la cadence de fonctionnement de la cage porte-cylindres. Par ailleurs, compte tenu des cadences élevées de marche de la cage, il est particulièrement avantageux de monter le dispositif d'avance sur un chariot mobile tel que celui décrit aux figures 1 et 2. Les changements d'avance peuvent être effectués facilement par changement de came ou encore en utilisant une transmission comportant un réglage d'amplitude.

Une telle disposition permet de diminuer l'importance des masses en mouvement, de raccourcir les transmissions mécaniques et de réduire les jeux pour l'avance de l'ébauche, par rapport à une disposition selon laquelle le système de came est monté à poste fixe. Dans tous les cas, les modifications d'avance peuvent être effectuées facilement par changement de came ou encore en utilisant une transmission comportant un réglage d'amplitude.

L'exemple non limitatif ci-après décrit, de façon non limitative,

un mode de mise en oeuvre du dispositif et du procédé suivant l'invention.

On utilise un laminoir à pas de pèlerin pour laminage à froid capable d'ébauches de diamètre extérieur compris entre 70 et 140 mm, équipé de cylindres de travail de 500 mm de diamètre travaillant à la cadence de 120 cycles aller-retour par minute.

On utilise un tube ébauche de 80 mm de diamètre extérieur et de 8mm d'épaisseur.

10

Ce laminoir est équipé d'un système d'avance au moyen d'un poussoir commandé par une came qui effectue un tour pendant que la cage porte-cylindres effectue un aller-retour. Etant donné les caractéristiques du laminoir et du métal de l'ébauche, on choisit comme paramètres de fonctionnement une avance de l'ébauche Δl de 10 mm et un coefficient d'allongement α de 4.

15

On utilise d'abord ce laminoir de façon conventionnelle, la came comportant un seul bossage et on réalise ainsi une seule avance Δl par cycle au point mort amont.

20

L'ébauche avance donc de 1,2 m/mn et on obtient 4,8 m/mn de tube laminé. On remplace ensuite la came à un seul bossage par une came suivant l'invention comportant deux bossages dont les rapports d'épaisseur et les profils sont déterminés conformément à l'invention, de façon à permettre une avance de l'ébauche égale à Δl au point mort amont et égale à $\alpha \Delta l$ au point mort aval. On constate, dans ces conditions, qu'en fonctionnant avec la même cadence de 120 cycles à la minute, l'ébauche avance de 2,4 m/mn et on obtient 9,6 m/mn de tube laminé. L'invention permet donc de doubler la production sans modifier la cadence de fonctionnement de la cage porte-cylindres.

25

30

De nombreuses variantes du procédé ou du dispositif suivant l'invention peuvent être développées qui ne sortent pas du domaine couvert par les revendications.

35

REVENDEICATIONS

1. Procédé de laminage à froid de tubes dans lequel on utilise un laminoir à pas de pèlerin comportant une cage porte-cylindres animée d'un mouvement cyclique d'aller et retour dans lequel on fait avancer l'ébauche de tube au voisinage de chacun des points morts amont et aval, caractérisé en ce que, pendant le laminage effectué au cours du trajet en retour de la cage porte-cylindres, on permet le recul de la partie arrière de l'ébauche.
5
2. Procédé suivant revendication 1, caractérisé en ce que le rapport entre l'avance aval et l'avance amont est sensiblement égal à α , α étant le coefficient d'allongement de l'ébauche.
10
3. Procédé suivant revendication 1, caractérisé en ce que le recul de la partie arrière de l'ébauche de tube par rapport à un repère fixe est sensiblement égal à l'avance effective au point mort amont multipliée par $(\alpha - 1)$.
15
4. Procédé suivant l'une des revendication 1 à 3, caractérisé en ce que le recul de la partie arrière de l'ébauche est contrôlé.
20
5. Dispositif pour la mise en oeuvre d'un procédé de laminage à froid de tubes, dans lequel on utilise un laminoir à pas de pèlerin comportant une cage porte-cylindres (1) animée d'un mouvement cyclique d'aller et retour, qui permet de commander l'avance de l'ébauche de tube (3) au voisinage de chacun des points morts amont et aval, caractérisé en ce que la commande de cette avance est réalisée au moyen d'au moins une came (17) qui effectue un tour pendant que la cage porte-cylindres effectue un aller-retour, cette came comportant deux bossages (18-19) diamétralement opposés, qui agissent sur l'ébauche par l'intermédiaire d'un moyen de transmission, l'un des bossages étant calé pour agir sur l'ébauche au moment où la cage porte-cylindres se trouve au voisinage du point mort amont et l'autre étant calé pour agir sur l'ébauche au moment où la cage porte-cylindres se trouve au voisinage du point mort aval.
25
30
35
6. Dispositif suivant revendication 5, caractérisé en ce que les

deux bossages de la came sont d'épaisseurs inégales, le bossage de plus faible épaisseur (18) étant calé pour agir sur l'ébauche au voisinage du point mort amont de la cage porte-cylindres.

5 7. Dispositif suivant revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que la came (17) est solidaire d'un chariot (4) qui se déplace à vitesse constante vers l'aval pendant le laminage.

8. Dispositif suivant revendication 5, 6 ou 7, caractérisé en ce que la came (17) agit sur l'ébauche (3) par l'intermédiaire d'un poussoir (5).

9. Dispositif suivant revendication 8, caractérisé en ce qu'un moyen de transmission (16) est placé entre la came (17) et le poussoir (5).

15 10. Dispositif suivant revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que le poussoir (5) ou le moyen de transmission (16) comportent un réglage d'amplitude.

20 11. Dispositif suivant l'une des revendications 6 à 10, caractérisé en ce que le rapport entre les épaisseurs des deux bossages e_2/e_1 est voisin de α .

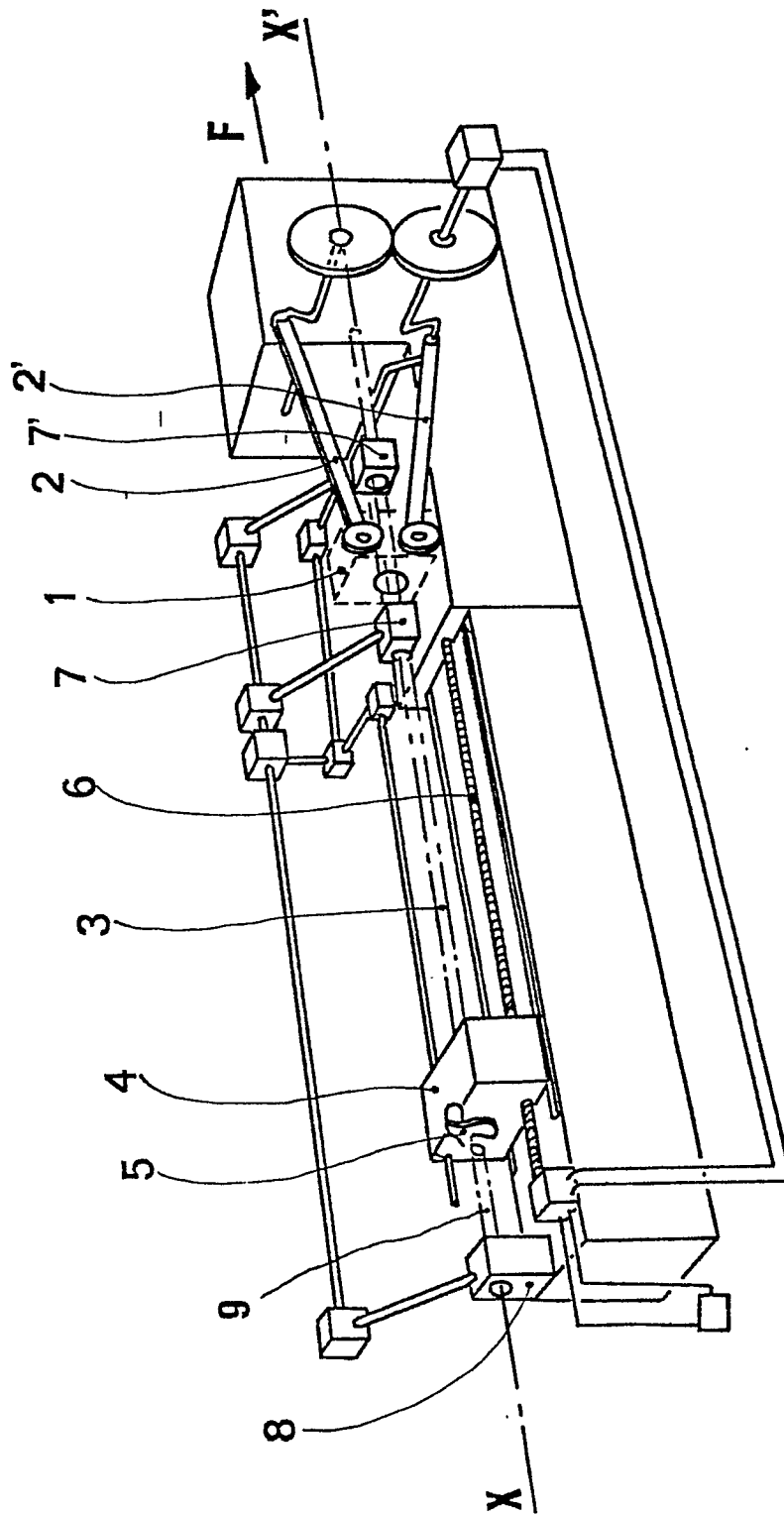
25 12. Dispositif suivant l'une des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que l'épaisseur (e_1) du bossage (18) est sensiblement égale à $k \Delta l (1 - \frac{\Delta\theta}{\Delta t})$ et que l'épaisseur (e_2) du bossage (19) est sensiblement égale à $k \Delta l (\alpha - \frac{\Delta\theta}{\Delta t})$.

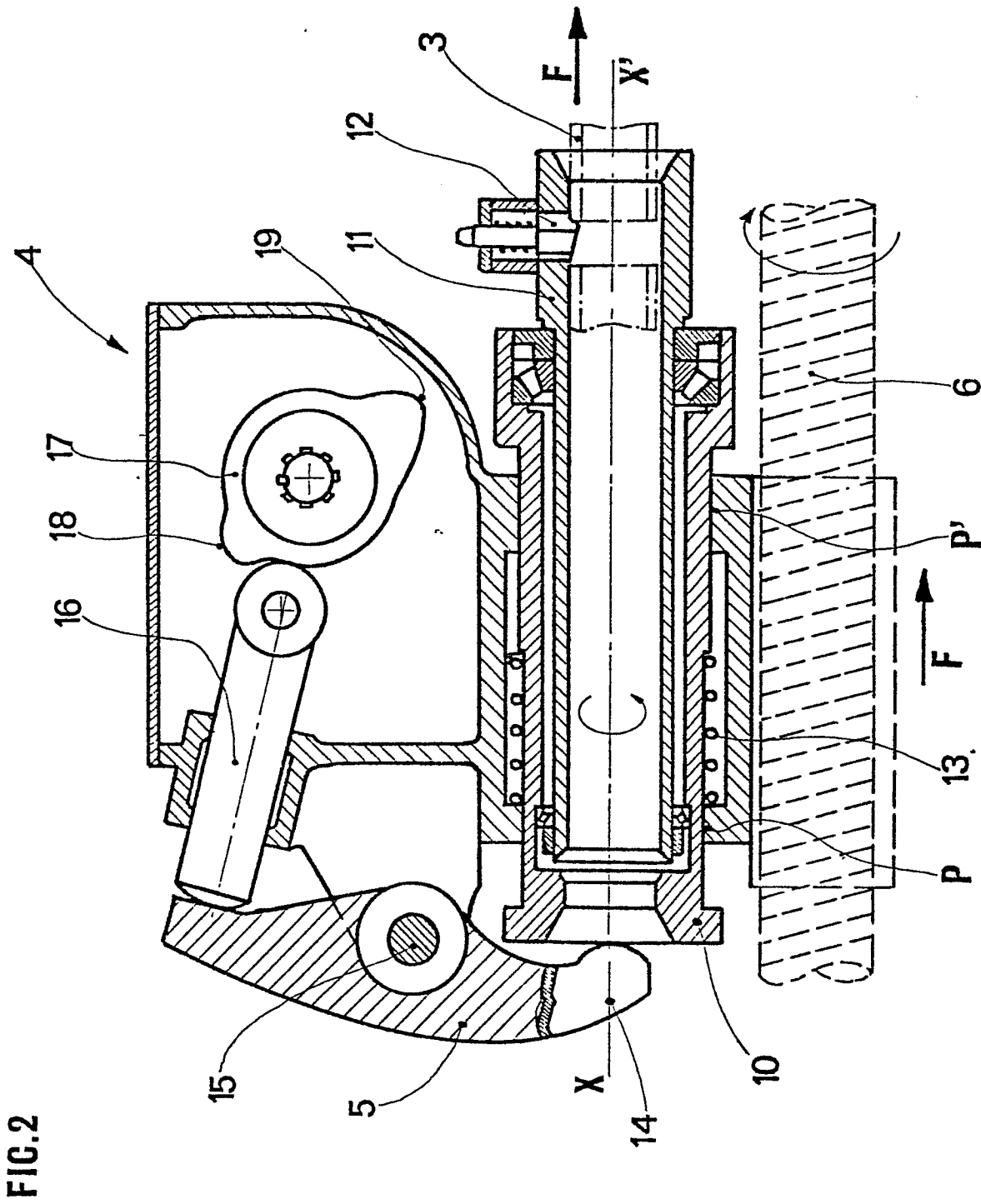
30 13. Dispositif suivant l'une des revendications 5 à 12, caractérisé en ce qu'un moyen limiteur d'effort est intercalé au niveau de la transmission mécanique entre l'arrière de l'ébauche et la came, ou encore au niveau du moyen d'entraînement du chariot.

35 14. Dispositif suivant revendication 13, caractérisé en ce que ce moyen limiteur d'effort est un ressort taré.

1-5

FIG. 1





3-5

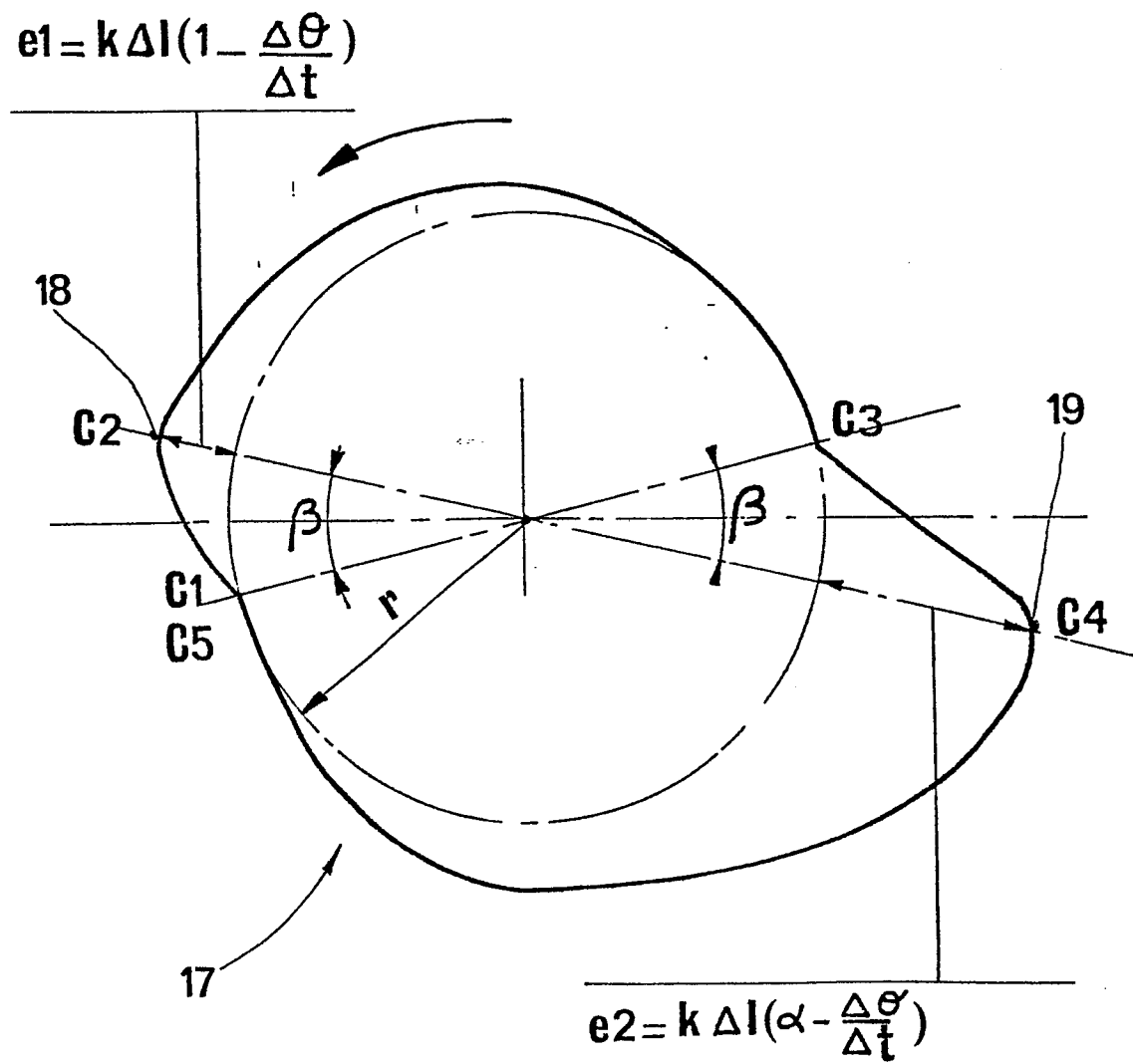
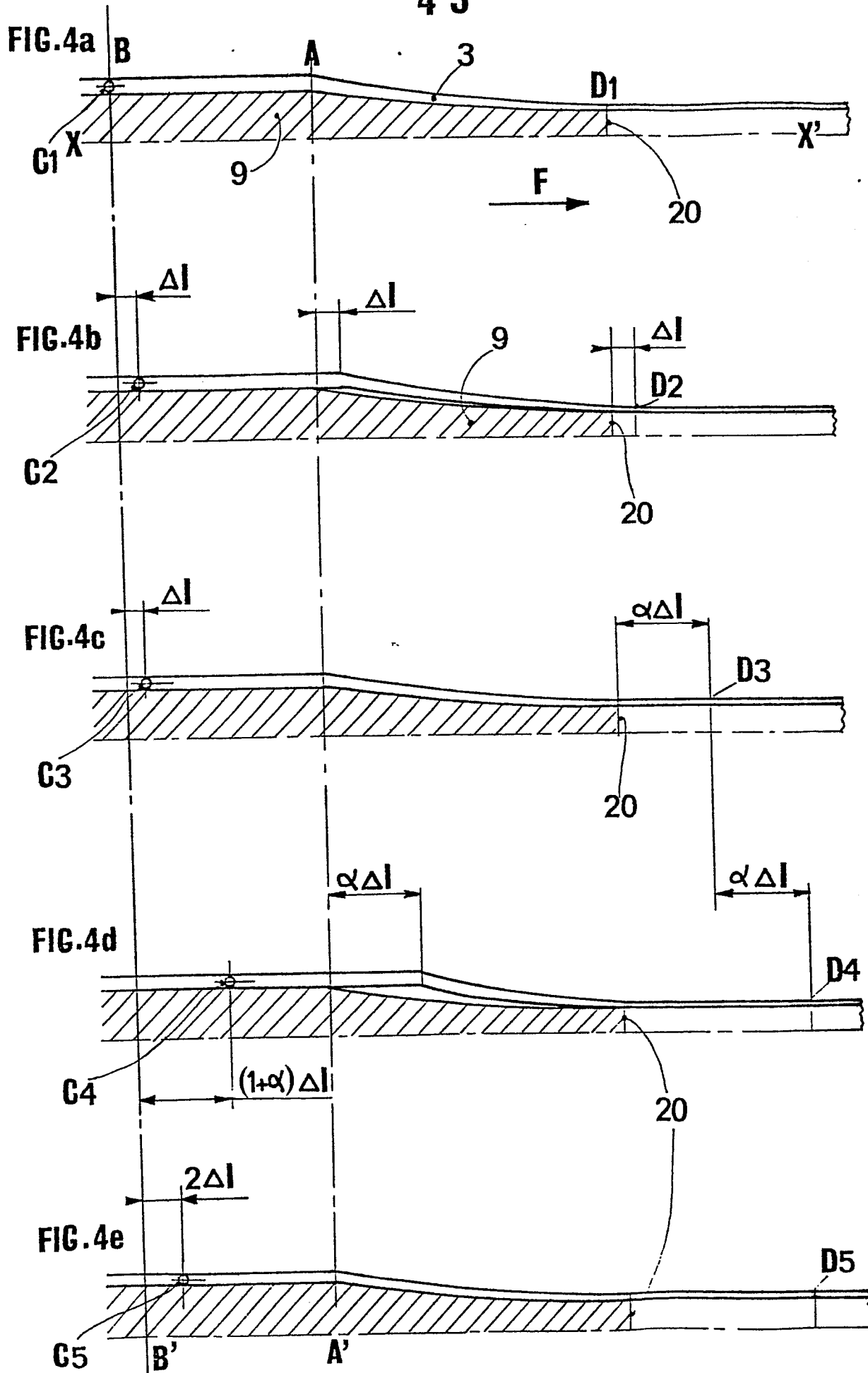


FIG.3

4-5



5-5

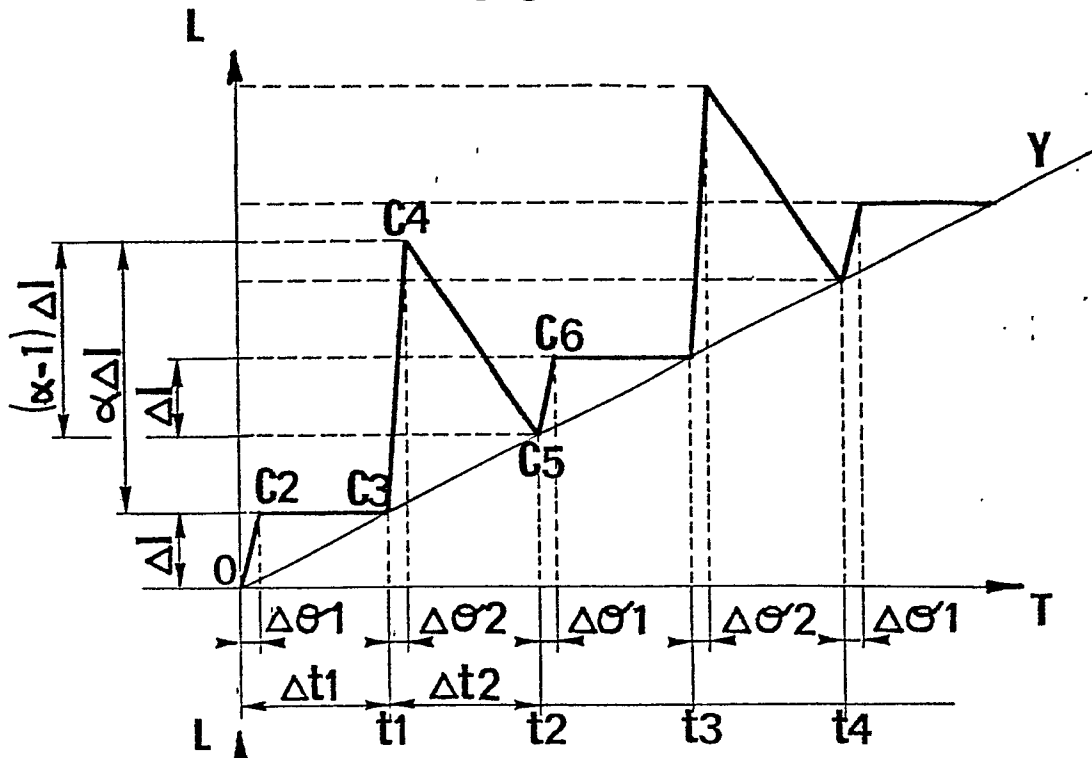


FIG.5

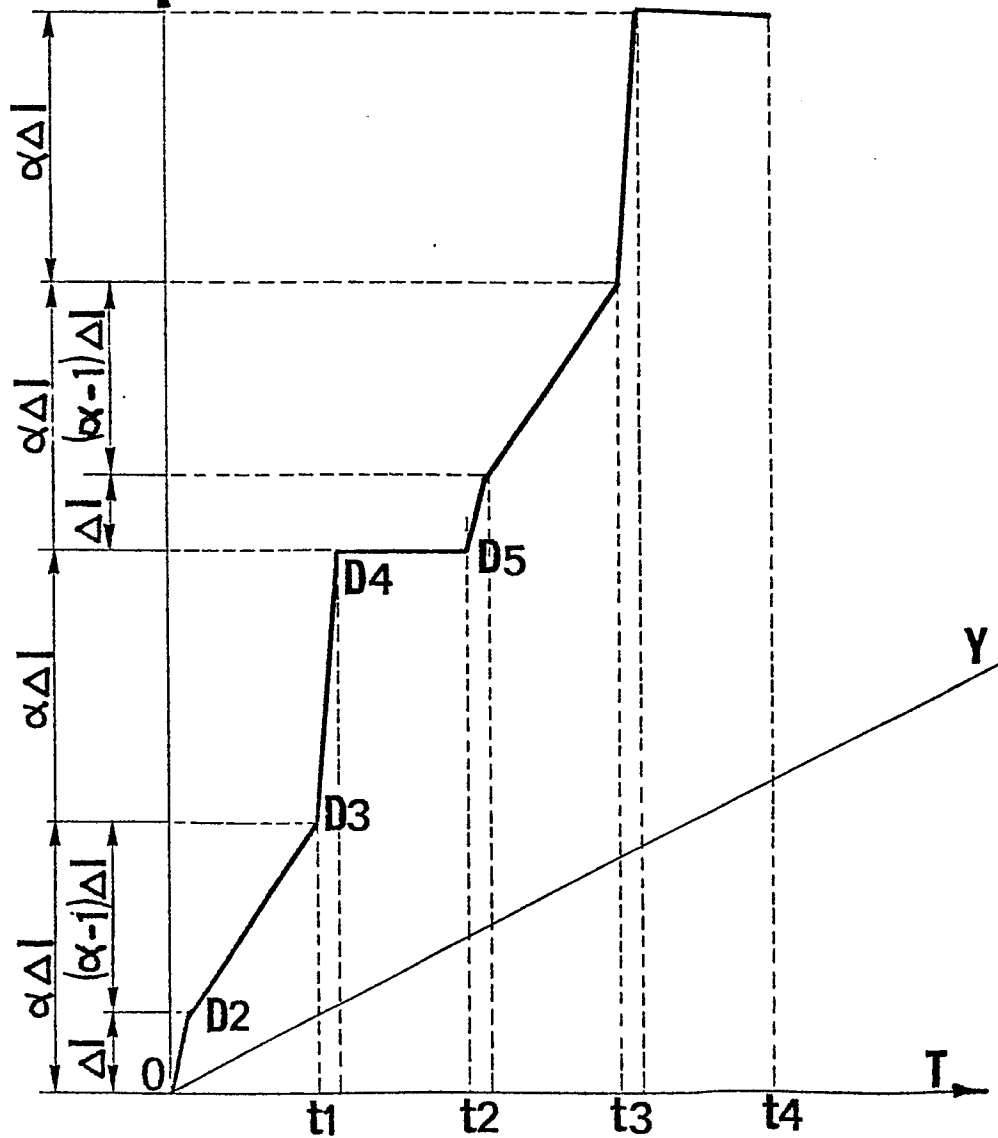


FIG.6

0100743



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 83 42 0126

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ³)
D,A	FR-A-1 602 013 (VALLOUREC) * Revendication 1 *	1,5	B 21 B 21/04
D,A	FR-A-2 463 646 (HAGEDORN) * Revendication 1 *	1	
A	FR-A-2 076 704 (NOSSAL) * Revendication 1 *	1,5	
A	US-A-4 184 352 (POTAPOV) * Revendication 1 *	1,5	
A	US-A-3 344 644 (FAHRENHOLZ) * Revendication 1 *	5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³)
			B 21 B
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 03-11-1983	Examineur NOESEN R.F.
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-écrite P : document intercalaire 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			