



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1005442A3

NUMERO DE DEPOT : 09100938

Classif. Internat. : B23Q

Date de délivrance le : 27 Juillet 1993

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 23;

Vu le procès verbal dressé le 14 Octobre 1991 à 15H15 à l'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : PEGARD PRODUCTICS en abrégé PEGARD
avenue Reine Elisabeth 59, B-5300 ANDENNE(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : VOSSWINKEL Philippe, BUREAU GEVERS S.A., Rue de Livourne 7 -
B 1050 BRUXELLES.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PROCEDE ET INSTALLATION D'USINAGE D'ELEMENTS LONGS, EN PARTICULIER D'ELEMENTS METALLIQUES AERONAUTIQUES.

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Bruxelles, le 27 Juillet 1993
PAR DELEGATION SPECIALE :

WUYTS L
Directeur

**"Procédé et installation d'usinage d'éléments longs,
en particulier d'éléments métalliques aéronautiques".**

La présente invention a pour but un procédé d'usinage d'éléments longs, en particulier de longerons et d'éléments métalliques analogues utilisés en aéronautique.

En aéronautique, il faut pouvoir réaliser des longerons et éléments de renfort pour les ailes et le fuselage, qui peuvent atteindre 45 mètres de long et plus, si possible en une pièce pour éviter des problèmes de poids et de résistance qui résultent par exemple de nombreux assemblages de plusieurs parties pour former un longeron. Des machines-outils pour la fabrication d'éléments longs et étroits existent sous la forme de machines-portiques mais elles sont très massives et donc manquent de souplesse et de rapidité de déplacement. De plus, ces machines-portiques sont peu automatisées, donc coûteuses à l'emploi. Pour rentabiliser les machines-portiques, celles-ci ont été équipées de plusieurs têtes d'usinage qui fonctionnent en parallèle et qui produisent donc plusieurs éléments identiques. Cela entraîne des stocks intermédiaires des éléments ainsi usinés et donc des coûts supplémentaires à éviter. En outre, ces têtes d'usinage ne peuvent être orientées que dans des angles limités et cela ne permet pas d'usiner l'entièreté de l'élément sur la même machine. Les machines à plusieurs têtes d'usinage ont aussi fait preuve de manque de rendement lorsqu'un seul élément d'une forme particulière doit être produit, lorsqu'une tête d'usinage est en panne, lors d'un changement d'outil d'une tête d'usinage, etc., sans compter les difficultés de positionnement l'un par rapport à l'autre des éléments à usiner.

De plus, des profils complexes idéaux dessinés actuellement par les bureaux d'étude informatisés concernés sont pratiquement impossibles à réaliser sur une seule machine. Ces éléments nécessitent alors un usinage sur plusieurs machines-outils différentes et donc un investissement supplémentaire en machine et en temps

- 2 -

de préparation pour chaque machine-outil, dont résulte un coût de fabrication supplémentaire.

La présente invention a pour but de procurer un procédé efficace par lequel on puisse réaliser des éléments de 2,5
5 à 45 mètres de long ou plus, avec un minimum de temps de préparation et d'attente et donc en effectuant un maximum d'opérations sur une même machine-outil, au fur et à mesure des nécessités en éléments usinés pour éviter des stockages inutiles. Un élément usiné peut ainsi être obtenu "juste à temps". En outre, la présente invention veut
10 éliminer l'interdépendance d'une tête d'usinage par rapport à une autre tête d'usinage dans le cas de plusieurs longerons à usiner simultanément.

A cet effet, suivant la présente invention, ledit procédé prévoit l'utilisation d'au moins une machine-outil à tête d'usi-
15 nage unique orientable, la machine-outil pouvant commander et déplacer pour l'usinage un outil suivant trois axes de translation par rapport à l'élément et suivant deux axes de rotation par rapport à la machine-outil et à l'élément, le procédé comprenant :

- en au moins un poste de chargement situé à l'écart de la machine-outil un bridage, sur une palette de transport et de positionnement,
20 d'au moins un élément dans des orientation autour de l'axe longitudinal de ce dernier et position déterminées pour un usinage d'au moins une partie de l'élément,
- un transport de la palette, avec l'élément bridé, jusqu'à une position
25 de référence en regard de la tête d'usinage pour qu'au moins la partie de l'élément soit accessible pour un outil équipant la tête d'usinage, la machine-outil étant éventuellement sélectionnée parmi plusieurs machines-outils sensiblement identiques,
- une immobilisation de la palette à cette position de référence,
- 30 - l'usinage de la partie de l'élément par la machine-outil, cet usinage comportant toutes les opérations d'usinage possibles, dans l'orientation d'élément déterminée, pour la partie de l'élément par la tête d'usinage orientable unique, l'usinage comportant éventuellement au moins une translation de la machine-outil ainsi qu'éventuellement
35 au moins une rotation de l'outil autour d'un des deux axes de rotation

- précités, de préférence au moins un changement d'outil pouvant avoir lieu pour effectuer toutes les opérations susdites,
- lorsque sont terminées toutes les opérations d'usinage possibles pour la machine-outil dans l'orientation déterminée de l'élément,
5 un retrait de la palette susdite avec l'élément bridé pour amener cette dernière à un poste de déchargement situé à l'écart de la machine-outil,
 - un transport jusqu'à la position de référence susdite d'une autre palette sur laquelle est bridée, dans une orientation déterminée,
10 au moins un autre élément à usiner au moyen de la machine-outil, cet autre élément pouvant nécessiter un usinage différent de celui du premier élément cité,
 - un déchargement de l'élément bridé sur la première palette citée,
 - éventuellement un bridage dudit élément, de préférence sur la
15 même première palette citée, dans une autre orientation et/ou position déterminée,
 - un transport ultérieur de la même première palette citée jusqu'à la position de référence d'une des machines-outils précitées en vue d'un usinage dans l'autre orientation et/ou position déterminée.

20 Le procédé suivant l'invention est en outre poursuivi jusqu'à l'obtention d'un élément complètement usiné pour toutes les orientations possibles de l'élément autour de son axe longitudinal.

Une machine-outil à montant vertical et à tête d'usinage orientable à deux axes de rotation pour l'axe de rotation de l'outil par rapport au montant, peut être avantageusement montée
25 sur un système de translation pour qu'elle puisse être déplacée par exemple sur une course de 45 mètres le long d'un longeron à usiner, ce dernier étant fixé sensiblement horizontalement en regard de ladite tête d'usinage. Deux autres mouvements de translation sont encore
30 disponibles pour déplacer la tête d'usinage, d'une part, le long du montant et, d'autre part, vers ou à l'opposé de l'élément à usiner.

L'utilisation de palettes sur lesquelles le bridage des éléments à usiner est réalisé en un poste adhoc à l'écart de la machine-outil libère celle-ci pendant les temps de bridage et de réglage
35 de l'élément sur la palette. Ainsi, la machine peut usiner pendant

ces temps d'autres éléments fixés sur d'autres palettes.

Un changement d'outil au cours d'un usinage d'un élément par la machine-outil évite par exemple un déplacement de l'élément, bridé sur sa palette, d'une machine-outil à une autre pour
5 réaliser d'autres usinages sur ce même élément. Ce changement d'outil peut aussi permettre d'éviter des translations inutiles du montant susdit le long de l'élément disposé horizontalement.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, dans le cas où au moins deux éléments sont bridés sur une même palette,
10 un même outil équipant la tête d'usinage passe d'un élément à l'autre pour effectuer des opérations d'usinage sur chacun des éléments, la machine-outil pouvant effectuer dans ce cas de courtes translations par rapport à la longueur des éléments, pour passer d'un élément à un autre.

15 Par chargement et par déchargement on entend toutes les opérations effectuées pour respectivement brider un élément sur une palette dans les orientation et position souhaitées et retirer ou libérer cet élément de la palette après un usinage.

Les palettes peuvent avantageusement être prévues
20 pour y brider par exemple quatre longerons et, en combinant des changements d'outils et des translations de la machine-outil, il est possible d'optimiser le temps d'usinage des quatre longerons.

Suivant un mode avantageux de l'invention, au moins un poste d'attente pour la palette étant prévu à l'écart de la position
25 de référence, le transport et/ou le transport ultérieur comportent :
- un transport intermédiaire de la palette jusqu'au poste d'attente,
- une mise en dépôt de la palette au poste d'attente,
- une reprise ultérieure de la palette en dépôt, et
- un transport complémentaire soit jusqu'à une machine-outil sans
30 palette et prête à fonctionner soit vers un poste de chargement et/ou de déchargement.

Pour augmenter la rentabilité du procédé, il est avantageux de pouvoir réaliser le chargement ou le déchargement des éléments sur les palettes pendant que la ou les machines-outils
35 usinent d'autres éléments sur d'autres palettes. Eventuellement, plusieurs postes de chargement et/ou de déchargement peuvent être

prévus pour qu'il y ait suffisamment de palettes prêtes à être envoyées à l'usinage. Ces palettes sont alors stockées par exemple pour permettre de poursuivre le procédé pendant la nuit, sans qu'une équipe doive être présente alors pour le chargement et le déchargement des éléments.

5

Suivant un mode particulièrement avantageux de l'invention, la palette présentant un plan de bridage pour un ou plusieurs éléments,

- pour le chargement des éléments, on dispose la palette pour que ce plan de bridage soit sensiblement horizontal, et
- pour le transport, pour la mise en dépôt éventuelle et pour l'usinage, on dispose la palette pour que ce plan de bridage soit sensiblement vertical.

10

Suivant un mode plus particulièrement avantageux de l'invention, on prévoit une gestion informatisée tant des opérations d'usinage, de transport et de changement d'outils en optimisant les temps de ces opérations que de l'utilisation des ressources disponibles : éléments, palettes, bridages...

15

L'invention concerne aussi une installation d'usinage d'éléments longs, en particulier de longerons et d'éléments métalliques analogues utilisés en aéronautique.

20

Suivant l'invention, cette installation comporte entre autres :

25

- au moins une machine-outil à tête d'usinage unique orientable, la machine-outil étant agencée pour qu'un outil qu'elle actionne puisse être de préférence déplacé pour l'usinage suivant trois axes de translation par rapport à l'élément et suivant deux axes de rotation par rapport à la machine-outil et à l'élément,

30

- au moins une palette de transport et de positionnement équipée de moyens de bridage d'au moins un élément dans des orientation autour de l'axe longitudinal de ce dernier et position déterminées pour un usinage d'au moins une partie de l'élément,

35

- au moins un poste de chargement qui est situé à l'écart de la machine-outil et qui est agencé pour y brider au moins un élément sur la palette suivant les orientation et position déterminées,

- 6 -

- au moins un poste de déchargement qui est situé à l'écart de la machine-outil et qui est agencé pour y libérer l'élément bridé sur la palette et pour y brider éventuellement à nouveau le même élément dans une autre orientation et/ou position déterminée,
5 le poste de chargement pouvant éventuellement être le poste de déchargement et vice versa,
- des moyens d'immobilisation de la palette en une position de référence en regard de la tête d'usinage pour qu'au moins une partie de l'élément soit accessible pour un outil équipant la tête d'usinage,
- 10 - des moyens de transport pour déplacer la palette au moins entre le poste de chargement et/ou de déchargement, la position de référence et au moins un poste d'attente éventuel, et
- des moyens de gestion informatisée d'usinage agencés pour coordonner les déplacements de la palette par les moyens de transport.
- 15 Suivant une forme avantageuse de l'invention, l'installation comporte de plus :
 - un magasin d'outils à proximité de la machine-outil,
 - un chariot de transport d'au moins un outil entre le magasin et la tête d'usinage,
 - 20 - des moyens d'échange d'outils entre le magasin et le chariot,
 - des moyens d'échange entre un outil équipant la tête d'usinage unique et un outil transporté par le chariot, et
 - des moyens de gestion informatisée d'outil programmés pour déplacer le chariot entre le magasin et la tête d'usinage et pour sélectionner
25 un outil et le transférer tant du magasin et au chariot que du chariot à la tête d'usinage, et inversement,
 - les moyens de gestion informatisée d'outil étant de préférence intégrés aux moyens de gestion informatisée d'usinage.

30 D'autres détails et particularités de l'invention ressortiront de la description des dessins qui sont annexés au présent mémoire et qui illustrent, à titre d'exemple non limitatif, une forme de réalisation particulière du procédé et de l'installation suivant l'invention.

35 La figure 1 est une représentation schématique d'une implantation d'une installation suivant l'invention pour la réalisation du procédé suivant l'invention.

La figure 2 est une vue schématique en élévation et à une autre échelle d'une machine-outil utilisée à titre d'exemple dans l'installation suivant l'invention, en position de repos sans outil en traits continus, la tête d'usinage étant représentée en outre en traits interrompus dans deux positions particulières, la palette étant représentée en traits continus en position d'usinage et en traits interrompus en une position avant ou après usinage.

Dans les différentes figures, les mêmes notations de référence désignent des éléments identiques ou analogues.

L'installation d'usinage suivant l'invention, schématisée à la figure 1 est prévue par exemple pour un usinage d'éléments d'avions, comme des longerons 1, entre autres des pièces de renfort pour fuselage, pour aile ou pour plancher.

Pour l'usinage proprement dit, on prévoit une machine-outil 2 (figure 2) qui comporte un montant 3 et une tête d'usinage 4 équipée d'un outil 5 par exemple pour la finition d'une rainure dans un longeron 1, la tête d'usinage 4 étant représentée alors dans une position 4A et l'axe de rotation de l'outil 5 dans une position 8A. Le montant 3 est monté sur un châssis 6 qui peut être déplacé suivant la double flèche X (figure 1) et positionné de façon connue sur un bâti 7 ancré par exemple dans le sol d'un atelier où est agencée l'installation d'usinage. Le déplacement de translation suivant la double flèche X permet à l'outil de parcourir toute la longueur du longeron 1, soit au moins 45 mètres par exemple.

Le montant 3 peut être déplacé suivant la double flèche Z (figure 2) et être positionné sur le châssis 6. En outre, la tête d'usinage 4 peut monter et descendre le long du montant suivant la double flèche Y. Les trois doubles flèches X, Y et Z sont parallèles aux axes de la translation susdite de l'outil 5.

La tête d'usinage 4 est prévue pour que l'axe de rotation 8, autour duquel l'outil 5 peut tourner sur lui-même, puisse pivoter en outre, de haut en bas et inversement, dans un plan autour d'un point d'articulation 10 dans la tête d'usinage 4 et par lequel passe ce plan. De plus, ce plan peut pivoter de gauche à droite et inversement autour d'une horizontale passant par ce point d'articulation

10 et parallèle à la double flèche Z.

Plusieurs machines-outils 2 peuvent être agencées parallèlement l'une à l'autre pour former ce que l'on appelle une cellule mais l'exemple de réalisation illustré ne comporte qu'une machine-outil pour la clarté des explications.

Une palette de transport et de positionnement 11 peut présenter la forme générale d'un parallélépipède rectangle muni par exemple de rainures longitudinales en té qui s'ouvrent dans la face 12 formant un plan de bridage 12 de la palette 11. Ces rainures servent à une fixation connue du longeron 1, par brides et épaisseurs, sur la face 12. Le bridage du longeron sur la face 12 est réalisé pour que le longeron 1 présent sur la palette 11 devant l'outil 5, de façon décrite ci-dessous, soit positionné sensiblement horizontalement et soit orienté autour de son axe longitudinal pour qu'un outil 5 équipant la tête d'usinage 4 puisse accéder à un maximum d'emplacements à usiner sur ce que l'on peut appeler une face du longeron, en particulier à tous les emplacements possibles que l'on veut usiner sur cette face avant d'usiner un autre longeron sur la même palette ou sur une autre.

Il est avantageux de pouvoir brider par exemple quatre longerons, même différents, sur une seule palette 11 pour réduire les temps de manipulation des palettes 11 ainsi que les temps de manipulation des longerons 1 aux postes de chargement et/ou de déchargement mentionnés ci-dessous. A la figure 2, quatre longerons 1 identiques sont représentés bridés sur la palette dans quatre orientations différentes.

Suivant la forme de réalisation décrite de l'invention, pour le bridage d'un longeron 1 sur une palette 11 il est prévu un poste de chargement 13 en un endroit à l'écart de la machine-outil 2, la palette étant disposée avec sa face 12 sensiblement à l'horizontale et tournée vers le haut pour faciliter les opérations de chargement par bride par exemple. Pour faire face à une grande charge de travail acceptée par la ou les machines-outils 2, il peut y avoir plusieurs postes de chargement 13 de ce genre, pour chacun l'accès autour du plan de bridage étant de préférence largement dégagé.

Pour retirer un longeron 1 usiné ou pour en changer la position ou l'orientation autour de son axe longitudinal afin de permettre par exemple un accès pour l'outil 5 à d'autres faces du longeron 1 lors d'un usinage ultérieur, la palette 11 peut à nouveau
5 être ramenée au poste de chargement 13. On peut aussi prévoir un autre poste dit de déchargement, non représenté, réservé à ces opérations de retrait ou de changement mais pouvant aussi servir le cas échéant de poste de chargement 13, par exemple pour faire face à un surcroît de chargement d'éléments sur des palettes.

10 Parallèlement à la direction de déplacement suivant la double flèche X, on prévoit de préférence ce que l'on appelle une équerre de travail 14 sur laquelle est positionnée la palette 11, qui peut être fixée au sol et dont une face sensiblement verticale 15
15 tournée vers la tête d'usinage 4 sert de position de référence 15 par rapport à la machine-outil 2. La distance entre cette face verticale 15 et la machine-outil 2 est avantageusement choisie pour qu'un longeron 1 fixé sur le plan de bridage 12 d'une palette 11 maintenue verticalement contre la face verticale 15 soit accessible à l'outil 5 équipant la tête d'usinage 4, au moins pour toute zone du longeron
20 1 sensiblement tournée vers l'outil 5.

L'équerre de travail 14 comporte de préférence des moyens d'immobilisation connus, pouvant éventuellement être commandés à distance, pour immobiliser la palette 11 contre la face
25 verticale 15 pendant un usinage. L'équerre de travail peut mesurer de 2,5 à 45 mètres dans la direction de la double flèche X et 1 mètre en hauteur.

La position verticale du plan de bridage 12 permet une évacuation avantageuse par gravité d'une majorité de copeaux provenant de l'usinage et aboutissant ainsi dans un canal d'évacuation
30 de copeaux 17 équipé de moyens d'évacuation connus de l'homme du métier.

Des moyens de basculement sont prévus pour faire passer la palette 11 de la position horizontale de son plan de bridage 12, au poste de chargement 13, à la position verticale de ce plan
35 de bridage 12, aux autres endroits ou pendant un transport, en 11B

à la figure 2. A cet effet, le poste de chargement 13 est avantageusement équipé d'une équerre non représentée qui peut être basculée, par exemple par des vérins hydrauliques, autour de pivots et qui peut être sensiblement identique à l'équerre de travail 14, avec des moyens
5 d'immobilisation sensiblement identiques.

Pour transporter des palettes 11 vides ou chargées de longerons 1, l'installation suivant l'invention est équipée, dans la forme de réalisation décrite, d'un pont roulant 16 qui peut faire passer les palettes 11 du poste de chargement 13 et aux machines-
10 outils 2 pour alimenter celles-ci en palettes 11 et pour en retirer ces dernières.

Pour gérer de façon optimale l'installation décrite à titre d'exemple, l'invention prévoit des moyens de gestion informatisée (non représentés) assurant la coordination des flux des longerons
15 1 et la planification de la charge des poste 13 et machine-outil 2. Le système de gestion informatisée commande donc directement le pont roulant 16. Ce système de gestion informatisée comprend par exemple un contrôleur de cellule, plusieurs commandes numériques et des automates programmables interconnectés en réseaux.

Pour assurer un certain volant de travail pour la machine-outil, suivant l'invention il est avantageux de prévoir, pour des palettes 11 équipées à l'avance de longerons 1 à usiner, des postes d'attente 18 par exemple sous la forme d'équerres 18 sensiblement
25 semblables à l'équerre de travail 14. Ces équerres 18 peuvent être équipées par exemple de moyens d'accrochage rapide pour y déposer les palettes 11, plan de bridage 12 à la verticale. Par un nombre suffisant de postes d'attente 18, on peut stocker par exemple suffisamment de palettes que pour alimenter la machine-outil 2 pendant une pause de nuit, pour un fonctionnement sans opérateur.

Dans l'exemple illustré, les postes d'attente 18 sont disposés, entre le poste de bridage 13 et l'équerre de travail 14, parallèlement à ces poste et équerre afin de faciliter leur accessibilité pour des palettes 11 transportées au moyen du pont roulant
35 16. Ces postes d'attente 18 peuvent aussi recevoir des palettes 11 avec des longerons 1, usinés au moins pour une orientation de bridage

- 11 -

sur ladite palette 11, et, le cas échéant, en attente d'un changement d'orientation en vue d'un nouvel usinage.

5 Afin de réaliser avec la machine-outil 2 toutes les opérations d'usinage possibles pour une orientation déterminée du longeron fixé sur une palette 11, il est prévu un changement automatique d'outils 5.

10 A cet effet, l'installation comporte suivant l'invention un magasin d'outils 19 (figure 2) fixe par rapport au bâti 7 et à proximité d'une extrémité de ce bâti 7, ce magasin pouvant comporter des râteliers disposés l'un au-dessus de l'autre non représentés. Le magasin d'outils 19 est agencé pour que par exemple un râtelier déterminé puisse être amené, par montée ou descente, à hauteur et dans l'axe d'un chariot 20 prévu sur un chemin de roulement sur une face supérieure 21 de l'équerre de travail 14. Des moyens sont prévus pour fixer un râtelier sur le chariot 20 et pour l'en retirer et le remettre dans le magasin 19. Le chemin de roulement est agencé pour que le chariot 20 puisse y rouler jusqu'à se présenter devant le montant 3, dans l'alignement de la tête d'usinage 4. Un même râtelier peut comporter plusieurs outils 5 soit pour remplacer un outil cassé 5 soit pour changer de type d'usinage : perçage, fraisage, filetage, alésage, etc.

25 La tête d'usinage elle-même peut être agencée pour pouvoir porter et déposer l'outil 5 dernièrement utilisé par exemple dans une case vide du râtelier et pour prendre dans ce même râtelier, après un déplacement adéquat de ce dernier ou du montant 3, un autre outil 5 (position de la tête d'usinage en traits interrompus en 4B, l'axe de rotation d'outil étant horizontal en 8B).

30 La sélection du râtelier parmi ceux qui sont stockés dans le magasin 19 peut être faite par les moyens de gestion informatisée déjà mentionnés, en fonction d'un programme d'usinage assorti à l'orientation du longeron 1 sur la palette 11.

35 Le procédé suivant l'invention est démarré par un bridage manuel d'un longeron 1 sur une palette 11, celle-ci reposant horizontalement sur le poste de chargement 13. Le bridage manuel est réalisé pour orienter le longeron 1 autour de son axe longitudinal

afin de rendre accessible à un outil 5 des zones à usiner du longeron 1 lorsque la palette 11 est transportée, après un basculement pour disposer verticalement son plan de bridage 12, par le pont roulant 16 jusqu'à l'équerre de travail 14 et est immobilisée contre la face verticale 15 de cette dernière. L'usinage proprement dit peut commencer après qu'un outil 5 a équipé la tête d'usinage unique 4. La machine-outil 2 et la tête d'usinage 4 sont commandées par les moyens de gestion informatisée pour déplacer et actionner l'outil 5 afin d'effectuer, pour l'orientation du longeron 1, tous les usinages possibles avec cet outil 5. Un autre outil 5 peut être fixé, à la place de l'outil 5 précité, dans la tête d'usinage 4 pour effectuer d'autres usinages pour la même orientation du longeron 1, et ainsi de suite.

Lorsque tous les usinages ont été réalisés pour cette orientation de longeron, la palette 11 est détachée de l'équerre de travail 14 et par exemple ramenée par le pont roulant 16 au poste de chargement et/ou de déchargement 13 soit pour changer l'orientation du longeron 1 soit pour évacuer un longeron 1 terminé et pour éventuellement brider sur cette même palette 11 un ou plusieurs autres longerons 1 dans des orientations déterminées. Ensuite, cette palette 11 est déplacée à nouveau par le pont roulant 16 pour la stocker en un poste d'attente 18 ou la transporter directement vers une machine-outil 2 disponible.

Après avoir déplacé la palette 11 précédente de l'équerre de travail 14 au poste de chargement et/ou déchargement 13, le pont roulant 16 peut par exemple prendre une autre palette 11 à un poste d'attente 18 et l'amener à l'équerre de travail 14 pour recommencer une série d'usinages qui peut être différente de la série précédente. En outre, le nombre de longerons, la forme et la longueur de ceux-ci peuvent différer sur une même palette 11 et aussi d'une palette 11 à l'autre.

Un même longeron 1 peut ainsi passer plusieurs fois pour que toutes ses faces soient usinées.

Lorsque deux ou plusieurs longerons 1 sont bridés sur la même palette 11 immobilisé sur l'équerre de travail 14, un outil 5 équipant la tête d'usinage 4 peut passer d'un longeron 1 à

- 13 -

l'autre et éventuellement revenir au précédent en vue de limiter les déplacements du montant 3 sur le bâti 7.

Le poste de chargement et/ou déchargement 13 équipé de son équerre basculante est actionné à chaque fois que le pont roulant 16 a apporté une palette 11 ou va en emporter une.

Dans l'installation décrite, comme il n'y a qu'un poste de chargement 13 et que les changements d'orientation de longeron 1 sur la palette 11 y ont lieu aussi, le trajet du pont roulant est sensiblement le même quelque soit le nombre de fois que le longeron 1 est ramené à l'usinage, en passant éventuellement par un poste d'attente 18.

Une programmation adéquate en fonction des caractéristiques des longerons 1, du nombre de longerons 1 par palette 11 et des types d'usinages à réaliser permet une gestion informatisée de l'installation d'usinage pour qu'une palette 11 remplace une autre à la position de référence 15 et pour que les outils 5, les vitesses de rotation de ceux-ci autour de leur axe, les translations du montant 3 et rotations de l'axe 8 de l'outil 5 autour du point d'articulation 10 soient assortis aux usinages respectifs à réaliser tout le long des longerons 1. La gestion informatisée permet de limiter au minimum les temps de non utilisation de la machine-outil 2.

Il doit être entendu que l'invention n'est nullement limitée aux formes de réalisation décrites et que bien des modifications peuvent être apportées à ces dernières sans sortir du cadre de la présente invention.

Ainsi, par la gestion informatique susdite, un râtelier muni d'outils 5 sélectionnés peut être sorti à l'avance du magasin 19, emporté par le chariot 20 roulant sur la face supérieure 21 pour que le râtelier présente, au moment d'un changement d'outil, l'outil 5 adéquat à la tête d'usinage 4 en position 4B. Le chariot 20 peut en outre ramener jusqu'au magasin 19 l'outil 5 utilisé pour l'usinage précédent et déposé par la tête d'usinage 4 sur le râtelier.

De plus, la disposition générale des machines-outils 2, postes d'attente 18, et poste de chargement et/ou de déchargement 13 peut être sensiblement différente de la disposition de la figure

1. Ainsi, les postes de chargement et/ou de déchargement 13 et d'attente 18 peuvent par exemple être disposés sur le côté de la machine-outil 2 et non pas en face de celle-ci comme le suggère la figure 1, le pont roulant 16 étant adapté à cette autre disposition.

5 La fixation d'un longeron 1 sur une palette 11 peut aussi être réalisée par d'autres procédés connus que par bridage.

 En outre, le chargement et/ou le déchargement d'une palette 11 est avantageusement réalisé suivant l'invention alors que la machine-outil 2 usine un ou des longerons 1 sur une ou des
10 autres palettes 11, les temps de chargement et/ou de déchargement pouvant être différents du temps nécessaire pour que la machine-outil 2 réalise par exemple tous les usinages d'éléments sur une même palette 11.

15

20

25

30

35

REVENDICATIONS

1. Procédé d'usinage d'éléments longs (1), en particulier de longerons (1) et d'éléments métalliques analogues utilisés en aéronautique, au moyen d'au moins une machine-outil (2) à tête d'usinage (4) orientable unique, la machine-outil (2) pouvant commander et déplacer pour l'usinage un outil suivant trois axes de translation par rapport à l'élément (1) et suivant deux axes de rotation par rapport à la machine-outil (2) et à l'élément (1), le procédé comprenant :
- 5 - en au moins un poste de chargement (13) situé à l'écart de la machine-outil (2) un bridage, sur une palette de transport et de positionnement (11), d'au moins un élément (1) dans des orientation autour de l'axe longitudinal de ce dernier et position déterminées pour un usinage d'au moins une partie de l'élément (1),
 - 10 - un transport de la palette (11), avec l'élément (1) bridé, jusqu'à une position de référence (15) en regard de la tête d'usinage (4) pour qu'au moins la partie de l'élément (1) soit accessible pour un outil (5) équipant la tête d'usinage (4), la machine-outil (2) étant éventuellement sélectionnée parmi plusieurs machines-outils (2) sensiblement identiques,
 - 15 - une immobilisation de la palette (11) à cette position de référence (15),
 - 20 - l'usinage de la partie de l'élément (1) par la machine-outil (2), cet usinage comportant toutes les opérations d'usinage possibles, dans l'orientation d'élément déterminée, pour la partie de l'élément par la tête d'usinage orientable unique (4), l'usinage comportant éventuellement au moins une translation de la machine-outil (2)
 - 25 ainsi qu'éventuellement au moins une rotation de l'outil (5) autour d'un des deux axes de rotation précités, de préférence au moins un changement d'outil (5) pouvant avoir lieu pour effectuer toutes les opérations susdites,
 - 30 - lorsque sont terminées toutes les opérations d'usinage possibles pour la machine-outil (2) dans l'orientation déterminée de l'élément (1), un retrait de la palette (11) susdite avec l'élément (1) bridé pour amener cette dernière à un poste de déchargement situé à
 - 35 l'écart de la machine-outil (2),

- un transport jusqu'à la position de référence (15) susdite d'une autre palette (11) sur laquelle est bridée, dans une orientation déterminée, au moins un autre élément (1) à usiner au moyen de la machine-outil (2), cet autre élément (1) pouvant nécessiter un usinage différent de celui du premier élément (1) cité,
- un déchargement de l'élément (1) bridé sur la première palette (11) citée,
- éventuellement un bridage dudit élément (1), de préférence sur la même première palette (11) citée, dans une autre orientation et/ou position déterminée,
- un transport ultérieur de la même première palette citée jusqu'à la position de référence d'une des machines-outils précitées en vue d'un usinage dans l'autre orientation et/ou position déterminée.

2. Procédé d'usinage suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est poursuivi jusqu'à l'obtention d'un élément (1) complètement usiné, pour toutes les orientations de ce dernier autour de son axe longitudinal.

3. Procédé d'usinage suivant l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'au cas ou au moins deux éléments (1) sont bridés sur une même palette (11), un même outil (5) équipant la tête d'usinage (4) passe d'un élément (1) à l'autre pour effectuer des opérations d'usinage sur chacun des éléments (1), la machine-outil (2) pouvant effectuer dans ce cas de courtes translations par rapport à la longueur des éléments, pour passer d'un élément (1) à l'autre.

4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'au moins un poste d'attente (18) pour la palette (11) étant prévu à l'écart de la position de référence (15), le transport et/ou le transport ultérieur comportent :

- un transport intermédiaire de la palette (11) jusqu'au poste d'attente (18),
- une mise en dépôt de la palette (11) au poste d'attente (18),
- une reprise ultérieure de la palette (11) en dépôt, et
- un transport complémentaire soit jusqu'à une machine-outil (2) sans palette et prête à fonctionner soit vers un poste de chargement (13) et/ou de déchargement.

5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la palette (11) présentant un plan de bridage (12) pour un ou plusieurs éléments (1),

- 5 - pour le chargement des éléments (1), on dispose la palette (11) pour que ce plan de bridage (12) soit sensiblement horizontal, et
- pour le transport, pour la mise en dépôt éventuelle et pour l'usinage, on dispose la palette (11) pour que ce plan de bridage (12) soit sensiblement vertical.

10 6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'au moins deux palettes (11) étant prévues, le chargement et/ou le déchargement d'une des palettes (11) est réalisé pendant que la machine-outil (2) est en cours d'usinage d'au moins un élément sur une autre palette (11), des temps de chargement et/ou de déchargement de la palette (11) étant éventuellement
15 indépendants des temps d'usinage.

7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé par une gestion informatisée des opérations d'usinage, des changements d'outils et des transports, programmée pour qu'une machine-outil (2) libérée par une palette (11) soit ali-
20 mentée par une palette (11) munie d'au moins un élément (1) à usiner et provenant d'un poste de chargement (13) et/ou de déchargement ou encore d'un éventuel poste d'attente (18).

8. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé par :

- 25 - une sélection d'au moins un outil (5) dans un magasin d'outils (19) fixe par rapport à la machine-outil (2), l'outil (5) étant prévu pour un usinage éventuellement différent à réaliser, à la suite d'un usinage en cours, sur au moins un élément (1) bridé sur la palette (11) immobilisée,
- 30 - un transport de l'outil (5) par un chariot (20) jusqu'à proximité de la tête d'usinage unique (4),
- un échange, à la fin de l'usinage en cours, entre l'outil dudit usinage en cours et l'outil sur le chariot (20),
- un retour du chariot (20) avec l'outil dudit usinage en cours jusqu'au
35 magasin d'outils (19), et

- un retour de l'outil dudit usinage en cours dans le magasin.

9. Installation d'usinage d'éléments longs (1), en particulier de longerons (1) et d'éléments métalliques analogues utilisés en aéronautique, comprenant :

- 5 - au moins une machine-outil (2) à tête d'usinage unique orientable (4), la machine-outil (2) étant agencée pour qu'un outil (5) qu'elle actionne puisse être de préférence déplacé pour l'usinage suivant trois axes de translation par rapport à l'élément (1) et suivant deux axes de rotation par rapport à la machine-outil (2) et à l'élément (1),
10 - au moins une palette de transport et de positionnement (11) équipée de moyens de bridage d'au moins un élément (1) dans des orientation autour de l'axe longitudinal de ce dernier et position déterminées pour un usinage d'au moins une partie de l'élément (1),
15 - au moins un poste de chargement (13) qui est situé à l'écart de la machine-outil (2) et qui est agencé pour y brider au moins un élément (1) sur la palette (11) suivant les orientation et position déterminées,
20 - au moins un poste de déchargement qui est situé à l'écart de la machine-outil (2) et qui est agencé pour y libérer l'élément (1) bridé sur la palette (11) et pour y brider éventuellement à nouveau le même élément (1) dans une autre orientation et/ou position déterminées, le poste de chargement (13) pouvant éventuellement être le poste de déchargement et vice versa,
25 - des moyens d'immobilisation de la palette (11) en une position de référence (15) en regard de la tête d'usinage (4) pour qu'au moins une partie de l'élément (1) soit accessible pour un outil (5) équipant la tête d'usinage (4),
30 - des moyens de transport (16) pour déplacer la palette (11) au moins entre le poste de chargement (13) et/ou de déchargement et la position de référence (15), et
 - des moyens de gestion informatisée d'usinage agencés pour coordonner les déplacements de la palette par les moyens de transport (16).

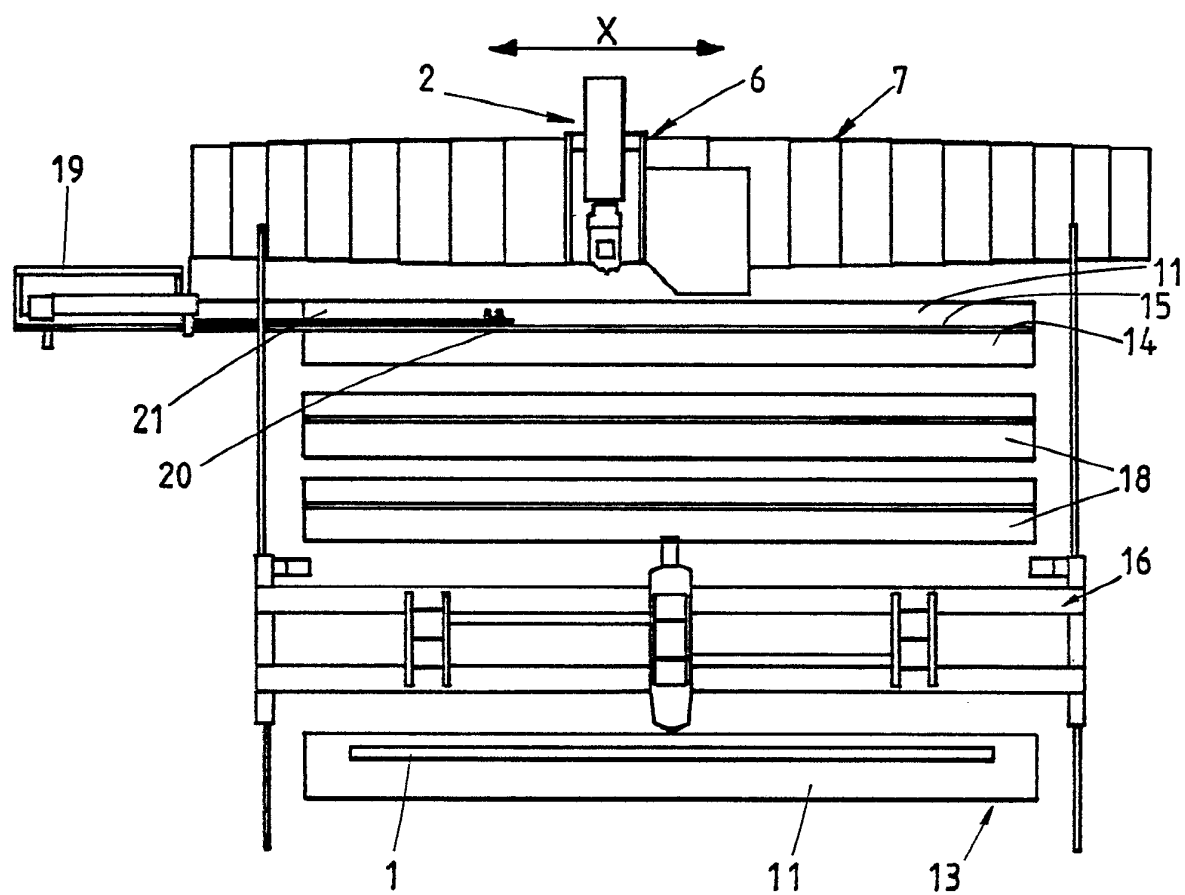
- 35 10. Installation suivant la revendication 9, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre au moins un poste d'attente

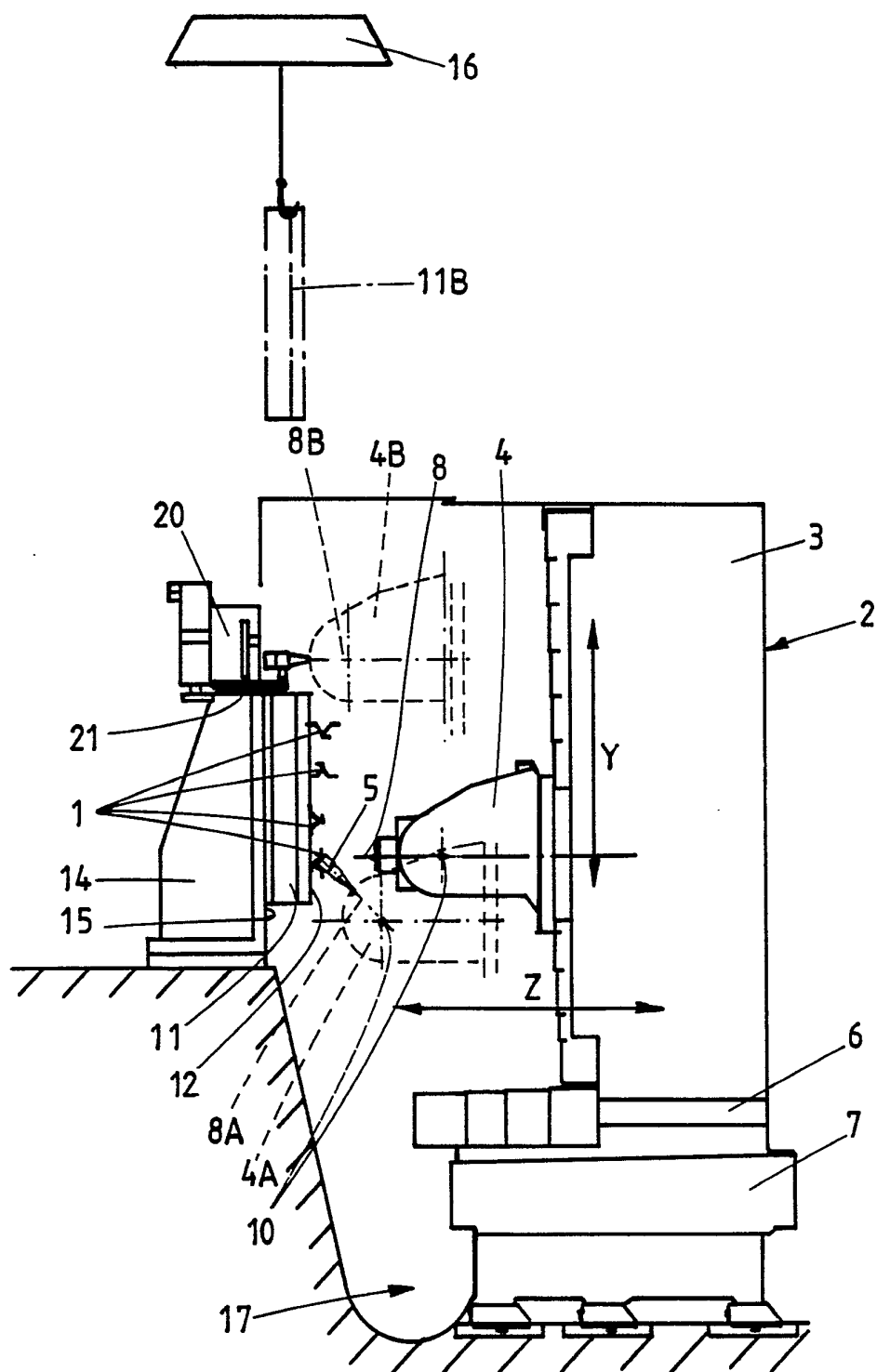
(18) pour la palette (11) situé à l'écart de la position de référence (15), les moyens de transport (16) étant agencés pour en outre déposer et reprendre la palette (11) au poste d'attente (18) et la transporter jusqu'à la position de référence (15) ou éventuellement jusqu'au poste de chargement (13) et/ou de déchargement.

11. Installation suivant l'une ou l'autre des revendications 9 et 10, caractérisée en ce que, la palette (11) présentant un plan de bridage (12) pour un ou plusieurs éléments (1), d'une part les moyens d'immobilisation et le poste d'attente (18) éventuel sont agencés pour que le plan de bridage (12) soit sensiblement vertical et d'autre part le poste de chargement (13) et/ou de déchargement est agencé pour que le plan de bridage (12) soit sensiblement horizontal, des moyens de basculement de la palette (11) étant prévus pour que le plan de bridage (12) puisse passer de la position horizontale à la position verticale et inversement, ces moyens de basculement étant de préférence prévus au poste de chargement (13) et/ou de déchargement.

12. Installation suivant l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre :

- un magasin d'outils (19) à proximité de la machine-outil (2),
- un chariot de transport (20) d'au moins un outil (5) entre le magasin (19) et la tête d'usinage (4),
- des moyens d'échange d'outils entre le magasin (19) et le chariot (20),
- des moyens d'échange entre un outil (5) équipant la tête d'usinage unique (4) et un outil (5) transporté par le chariot (20), et
- des moyens de gestion informatisée d'outil programmés pour déplacer le chariot (20) entre le magasin (19) et la tête d'usinage (4) et pour sélectionner un outil (5) et le transférer tant du magasin (19) au chariot (20) que du chariot (20) à la tête d'usinage (4) et inversement,,
- les moyens de gestion informatisée d'outil étant de préférence intégrés aux moyens de gestion informatisée d'usinage.

**Fig.1**

**Fig. 2**

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

Rapport de recherche de type international
établi en vertu de l'article 21 § 9
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE		RÉFÉRENCE DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE V 332.908	
Demande nationale belge n° 9100938		Date du dépôt 14 octobre 1991	
		Date de priorité revendiquée	
Déposant (nom) la société dite: "PEGARD PRODUCTICS"			
Date de requête de la recherche de type international 22 novembre 1991		Numéro attribué par l'administration chargée de la recherche internationale. SN 19084 BE	
I, CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE(en cas de plusieurs symboles de la classification , les indiquer tous)			
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB Int.Cl. ⁵ B 23 Q 7/14			
II, DOMAINES RECHERCHES			
Documentation minimale consultée			
Système de classification		Symboles de la classification	
Int.Cl. ⁵		B 23 Q, B 23 B, B 23 D	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés			
III, ☐ IL A ÉTÉ ESTIMÉ QUE CERTAINES REVENDICATIONS NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)			
IV, ☐ ABSENCE D'UNITÉ DE L'INVENTION ET/OU CONSTATATION RELATIVE A L'ÉTENDUE DE LA RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)			

V. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENT ¹⁰		
Catégorie ^o	Citation du document, ¹² avec indication, si nécessaire, des passages pertinents ¹³	No. des revendications visées ¹⁴
A	EP,A,0 154 571 (PEUGEOT-CITROEN) 11 Septembre 1985 voir le document en entier ---	1,4, 6-10,12
A	FR,A,2 635 997 (HONDA GIKEN K.K.K.) 9 Mars 1990 voir page 17, ligne 16 - page 18, ligne 9; figures 1,7,8 ---	5,11
A	EP,A,0 073 687 (CENTRE D'ETUDES DU FRAISAGE) 9 Mars 1983 voir page 2, ligne 33 - page 3, ligne 3; figure 1 ---	8-12
A	US,A,4 626 148 (W.L. PRINGLE) 2 Décembre 1986 ---	

^o Catégories spéciales de documents cités : ¹⁵

"A" document définissant l'état général de la technique non considéré comme particulièrement pertinent.

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date.

"I" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée).

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens.

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieur à la date de priorité revendiquée.

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt internationale ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention.

"X" document particulièrement pertinent : l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive.

"Y" document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents le même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier.

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets.

VI. CERTIFICATION

Date d'achèvement effectif de la recherche de type international ²

09 JUIN 1992

Date d'expédition du rapport de recherche de type international ²

Administration chargée de la recherche internationale ¹

OFFICE EUROPEEN DES BREVETS
Département de la Haye

Signature d'un fonctionnaire autorisé ¹⁶

RAMBAUD P.M.J.

[Signature]
S. Brightwell

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL
RELATIF A LA DEMANDE NO.**

BE 9100938
SN 19084

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche de type internationale visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 09/06/92
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP-A-0154571	11-09-85	FR-A- 2559412	16-08-85
		DE-A- 3563704	18-08-88
		JP-A- 60186308	21-09-85
		US-A- 4621408	11-11-86

FR-A-2635997	09-03-90	JP-A- 2036054	06-02-90
		JP-A- 2036042	06-02-90
		JP-A- 2076663	16-03-90
		GB-A- 2221411	07-02-90
		US-A- 5052540	01-10-91

EP-A-0073687	09-03-83	FR-A- 2511283	18-02-83

US-A-4626148	02-12-86	Aucun	

EPO FORM P0473