

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: **89403181.4**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **D04H 1/72**

(22) Date de dépôt: **20.11.89**

(30) Priorité: **01.12.88 FR 8815735**

(43) Date de publication de la demande:  
**06.06.90 Bulletin 90/23**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL SE**

(71) Demandeur: **ISOVER SAINT-GOBAIN**  
**Les Miroirs 18, avenue d'Alsace**  
**F-92400 Courbevoie(FR)**

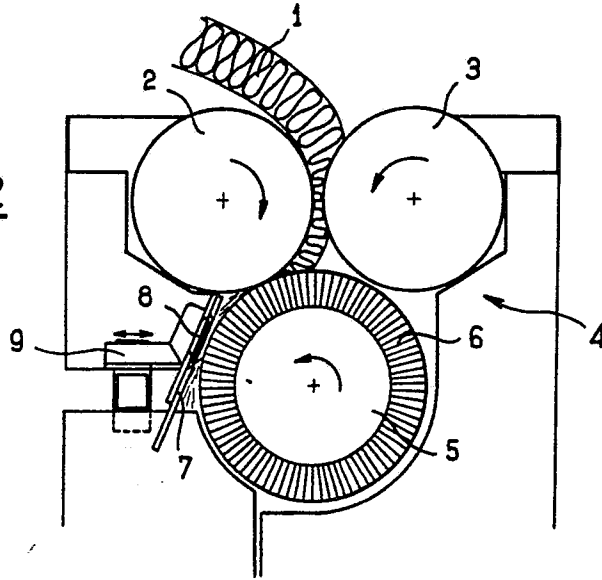
(72) Inventeur: **Demars, Yves**  
**18, rue Paul Louis**  
**Giencourt F-60600 Clermont(FR)**  
Inventeur: **Decoopman, Christian**  
**20, rue Principal**  
**Fournival F-60130 St Just en Chaussée(FR)**  
Inventeur: **Szalata, François**  
**21, rue des Lilas**  
**Laigneville F-60290 Rantigny(FR)**

(74) Mandataire: **Menes, Catherine et al**  
**SAINT-GOBAIN RECHERCHE 39, Quai Lucien**  
**Lefranc**  
**F-93300 Aubervilliers(FR)**

(54) **Matériau composite à base de fibres minérales, dispositif d'obtention et application du matériau composite.**

(57) L'invention concerne un produit composite formé de flocons - auxquels est ajouté un liant - obtenus par déchiquetage d'un feutre (1) à base de fibres minérales d'isolation. Lesdits flocons sont obtenus au moyen d'un dispositif de cardage pour feutre en fibres minérales d'isolation comportant une unité d'alimentation (2, 3) en feutre, une brosse munie de poils souples (5) et un peigne (7).

**FIG. 2**



Xerox Copy Centre

## MATERIAU COMPOSITE A BASE DE FIBRES MINERALES DISPOSITIF D'OBTENTION ET APPLICATION DU MATERIAU COMPOSITE

L'invention a pour objet un matériau composite et son dispositif d'obtention. Le matériau selon l'invention est à base de fibres minérales, notamment de fibres de verre, obtenu par reconstitution d'un mat en fibres minérales contenant un liant. Il sert par exemple de primitif pour l'obtention de pièces moulées.

Il est connu d'obtenir des pièces, éventuellement en forme, denses ou au contraire très légères, par moulage d'un primitif à base de fibres naturelles ou synthétiques comportant un liant. Comme fibres naturelles sont utilisées notamment des fibres textiles qui ont un diamètre moyen assez élevé, supérieur à 10 microns ce qui n'est pas très favorable du point de vue des performances d'isolation acoustique et thermique. Parmi les fibres synthétiques sont plus particulièrement préférées les fibres minérales, notamment les fibres dites d'isolation telles les fibres de verre, les fibres de roche ou les fibres de laitier qui sont plus fines et sont en outre produites à des coûts extrêmement faibles.

La demande de brevet FR 2 608 964 décrit par exemple l'utilisation de mats à base de fibres de verre pour l'obtention de pièces moulées telles par exemple des garnitures de pièces automobiles. Les primitifs sont dans ce cas des tronçons de mats en fibres de verre obtenues par centrifugation à grande vitesse de verre fondu avec un étirage gazeux des filaments ; les fibres étant réceptionnées sur une bande convoyeuse sans fin fermant une hotte dans laquelle elles sont aspergées par un liant organique en solution aqueuse; la nappe ainsi obtenue étant ultérieurement conformée dans une étuve où se produit la polymérisation du liant, et ensuite découpée aux dimensions souhaitées pour former le mat.

D'autres procédés de fibrage peuvent être utilisés, notamment des procédés dits à centrifugation libre ou des procédés dans lesquels la matière en fusion est introduite dans la zone d'interaction de deux courants gazeux à hautes températures et à vitesses élevées. Toutefois quelque soit le procédé de fibrage choisi, la réception se caractérise par une aspiration les fibres étant recueillies sur la bande sans fin sous laquelle est prévue un caisson sous dépression. En conséquence et même s'il est possible d'y remédier partiellement en opérant dans des conditions de fibrage et d'aspiration idoines, les mats ou fibres minérales ainsi obtenus présentent toujours une anisotropie, les fibres se positionnant de préférence dans des plans horizontaux. Ceci se traduit par une anisotropie de certaines propriétés physiques, notamment de la résistance à la traction, anisotropie qui par ailleurs présente certains avantages notamment pour ce qui est du pouvoir isolant du feutre formé.

Un autre inconvénient rencontré est celui de la limitation dans le choix de la résine pulvérisée comme encollage en solution aqueuse. En effet, pour optimiser la répartition du liant dans le mat et obtenir notamment que celui-ci mouille bien les fibres afin de constituer une gangue protectrice, il est préférable de pulvériser le liant dans la hotte de fibrage, avant que les fibres ne se soient accumulées pour former un matelas. Or, compte tenu des conditions de température qui règnent dans la hotte de fibrage et pour éviter tout risque d'inflammation, il est impératif d'employer une résine en solution dans de l'eau. Ceci exclut la plupart des adhésifs usuels du type thermofusibles ou thermodurcissables. En général, on utilise une résine phénolique du type résine résol dont on sait qu'elle se décompose pour une température d'usage supérieure à 350 °C, ce qui restreint notablement les possibilités d'application de produits pourtant à base de fibres qui sont par contre susceptibles de supporter sans dommage des températures par exemple bien supérieures à 500 °C.

Par ailleurs, il est connu par exemple du brevet français 2 591 621 de reconstituer des produits en fibres minérales à partir de flocons fibreux eux-mêmes produits à partir d'un mat - encore appelé feutre - par une opération de cardage au moyen de brosses contra-rotatives ou encore au moyen de fléaux rotatifs battant le feutre de préférence prédécoupé en bande. Le cardage est de préférence suivi d'un fouettage des flocons ou d'un transport pneumatique afin de relâcher les contraintes résiduelles. Les flocons produits sont usuellement utilisés tels quels. Ils sont par exemple répandus en couches sur le sol pour l'isolation thermique ou acoustique de combles non aménagés ou servent encore de matériau de remplissage de caissons par exemple pour la formation de cloisons intérieures.

Les couches isolantes obtenues à partir de tels flocons sont nettement plus performantes que les couches de laine soufflées obtenues de façon traditionnelle, mais sur de nombreux points, notamment la conductivité thermique, l'écart entre les propriétés de ces couches et celles du mat d'origine est encore très sensible.

La détérioration observée de la résistance thermique s'explique par la nature des flocons. En effet, il est bien connu que des fibres libres, c'est-à-dire non collées entre elles par un liant ont tendance naturellement à s'associer sous forme de boules. Aussi dans toute opération de cardage, on cherche à démêler ces amas pour retrouver des fibres intègres. Toutefois, les fibres minérales telles les fibres de verre et plus encore les

fibres de roche sont extrêmement fragiles aussi le cardage casse les fibres et si on poursuit un peu trop longtemps l'opération, les réduit totalement en poussière. Par conséquent, la tendance est d'opérer avec des moyens de cardage "doux", comme ceux décrits dans le brevet FR 2 591 621 avec en contrepartie une moins bonne ouverture des flocons ce qui signifie qu'un grand nombre d'entre eux (environ 1 sur 2 dans le meilleur des cas) sont toujours constitués par des nodules centraux autour desquels rayonnent quelques rares fibres unitaires. Ces nodules étant particulièrement denses, ils ne permettent pas l'emprisonnement d'une quantité d'air importante, ce qui on le sait diminue le pouvoir isolant d'un produit fibreux. Aussi pour une isolation donnée doit-on accroître la quantité de produit nécessaire.

A cet inconvénient déjà fort grand s'ajoute le fait qu'il est très difficile d'imprégner ou "mouiller" ces nodules avec un liant, que celui-ci soit à l'état liquide ou plus encore à l'état solide sous forme pulvérulente et donc peut être apte à pénétrer par capillarité au cœur des nodules. Typiquement, comme la plupart des liants présentent après polymérisation une coloration, ce phénomène se traduit par un aspect moucheté du produit après polymérisation, les nodules non imprégnés de liant ne présentant pas la même couleur que le reste du produit.

Par contre, à l'avantage de ce procédé il faut noter que l'addition de liant peut être effectuée avant que les flocons ne soient à nouveau réunis, à une température et dans des conditions libres de toute contrainte due au procédé de préparation des fibres. De plus, la réception des flocons peut se faire simplement par dépose sous gravité, c'est-à-dire dans des conditions qui n'entraînent pas d'orientation préférentielles des fibres et qui conduisent de ce fait à des produits plus isotropes.

D'autre part, la publication de brevet AU-A-75 746/87 enseigne un procédé d'obtention d'un produit fibreux isolant contenant un liant uniformément réparti, même si le produit est à base de fibres difficilement imprégnables telles les fibres végétales ou animales. Ce procédé - qui peut s'appliquer également à des fibres minérales - consiste à carder un feutre pour séparer substantiellement les fibres, puis pour compléter cette séparation à les fluidiser en les entraînant par un courant gazeux, le liant étant pulvérisé sur les fibres séparées avant que celles-ci ne se soient déposées. Dans cette publication, on ne propose pas des moyens de cardage spécifiques pour les fibres minérales de sorte qu'il faut comprendre par fibres minérales, des fibres de verre dites textiles - encore appelées fibres de verre de renforcement - c'est-à-dire des fibres produites au moyen d'une filière avec un étirage mécanique et dont le diamètre moyen est supérieur à 10 microns. Rappelons que des fibres dites d'isolation ont un diamètre moyen inférieur à 6 microns, généralement de l'ordre de 3 microns. De plus, les fibres dites textiles sont pratiquement toujours regroupées en fils à l'instar des fibres naturelles ce qui les éloignent totalement des fibres d'isolation du point de vue de leur comportement notamment au cardage. D'autre part, cette technique fait appel à un transport pneumatique des fibres ce qui pose le problème de l'élimination des courants gazeux générés et entraîne la nécessité de caissons aspirants qui comme indiqué plus haut conduisent à des produits anisotropes.

La présente invention a pour objet un produit composite à base de fibres minérales obtenu par reconstitution d'un mat ou feutre en fibres minérales d'isolation, dont les performances thermiques (rapportées à une masse de produit identique) sont au moins égales à 93 % de celles du feutre initial et comportant un liant activable ultérieurement, choisi indépendamment de la technique utilisée pour l'obtention dudit feutre initial. Le produit composite selon l'invention est formé de flocons auxquels est ajouté un liant activable ultérieurement, obtenus par déchiquetage d'un feutre à base de fibres minérales d'isolation, moins de 10 % des flocons comportant un nodule dense dont le diamètre moyen est de plus défini comme inférieur à 7 mm et qui présente un degré d'imprégnation en liant réactivable moindre que le reste du produit.

De cette définition, il ressort que le terme flocons est pratiquement abusif car le déchiquetage du feutre est mené de manière telle que l'individualisation des fibres est pratiquement totale et que dès lors, on repasse par un stade où les fibres sont pratiquement toutes à l'état unitaire, comme cela était le cas au moment de leur fibrage.

Pour ce faire, les flocons sont produits à partir d'un feutre en fibres minérales qui est déchiqueté au moyen d'une cardeuse constituée par une seule brosse à poils souples nettoyée par un peigne. Par rapport aux moyens connus de l'art, on opère donc avec un dispositif extrêmement simplifié mais qui pourtant donne des résultats étonnamment supérieurs. En effet, une cardeuse à brosses contra-rotatives conformes à FR-2 591 621 produit des flocons comportant pour la moitié d'entre eux des nodules denses (et il n'est pas possible de remédier à ce défaut en prolongeant le temps de présence des flocons entre les brosses car alors on réduit les fibres en poussière).

Outre les flocons, le produit composite selon l'invention contient un liant activable ultérieurement. Par ultérieurement on entend une durée fixée par l'utilisateur qui peut être éventuellement de quelques secondes, cas où une étuve de polymérisation est prévue immédiatement en aval de la ligne ou au

contraire de plusieurs jours et même plusieurs mois ce dernier cas se retrouvant plus particulièrement lorsque le produit reconstitué est utilisé à titre de primitif pour l'obtention de pièces moulées en forme.

La durée de cette période dépend bien sûr du type de liant utilisé, un stockage intermédiaire du produit n'étant possible qu'avec des résines dont l'action ne se produit pas - ou extrêmement lentement - à température ambiante. Ceci est le cas par exemple de résines thermofusibles ou thermodurcissables, ajoutées sous forme pulvérulente aux fibres. Citons par exemple les résines phénol-formaldéhyde novolaciques, les résines époxy, les silicones, le polyuréthane, le polyéthylène et le polypropylène.

De toute façon, le fait que la résine est ajoutée sur des fibres froides, loin de toute installation de fibrage, donne une entière liberté dans le choix du liant (résine ou liant minéral).

Sous forme liquide, le liant est pulvérisé sur les fibres indifféremment au moment de l'opération de cardage ou après celle-ci. Lorsqu'il est sous sa forme pulvérulente, l'addition du liant est effectuée de préférence après le cardage, le liant étant en suspension dans un gaz pour une répartition optimale.

Les flocons sont de préférence recueillis par simple dépose sous gravité, sans aspiration complémentaire. Les produits ainsi reconstitués sont beaucoup plus isotropes que les produits standards obtenus directement sous la hotte de fibrage, ce qui est plus particulièrement avantageux pour la préparation de pièces moulées en forme susceptibles d'être ultérieurement soumises à des contraintes à des niveaux assez élevés, ce qui n'est bien sûr pas le cas lorsque les flocons sont utilisés en vrac.

D'autres détails et caractéristiques avantageux de l'invention sont décrits ci-après en référence aux planches annexées qui représentent :

- **Figure 1** : un schéma d'une ligne pour produit composite selon l'invention,
- **figure 2** : une vue plus détaillée de la cardeuse de la figure 1,
- **Figure 3** : les courbes d'évolution de la conductivité thermique en fonction de la densité,
- **Figure 4** : les courbes comparées des valeurs des résistances spécifiques au passage de l'air en fonction de la densité,
- **Figure 5** : les courbes comparées des valeurs de déformation relative en fonction de la contrainte exercée.

Le produit composite selon l'invention est préparé comme indiqué très schématiquement à la figure 1. Le feutre initial 1 que nous appelons encore feutre standard - ou les 2 feutres comme ici représentés - est un feutre en fibres minérales. On peut utiliser par exemple un feutre en laine de verre, les fibres étant obtenues par un procédé selon lequel le verre fondu est introduit à l'intérieur d'une assiette de centrifugation tournant à grande vitesse dont il s'échappe sous forme de filaments par une série d'orifices pratiqués sur la paroi de l'assiette, les filaments étant étirés sous forme de fibres par un courant gazeux à grande vitesse et haute température, généré par des brûleurs entourant l'assiette. Les conditions de températures du verre et des gaz, les pressions et les vitesses utilisées étant par exemple celles définies dans le brevet européen EP-91866. L'encollage est avantageusement pulvérisé sur les fibres avant qu'elles ne soient recueillies par un organe de réception. Cet encollage est de préférence une solution aqueuse à 10 % d'une résine formo-phénolique comportant en partie de sec 55 % en poids de résine résol et d'un silane agissant entre autres actions comme agent anti-poussière. A titre d'exemple, on a utilisé un feutre dont la densité est de 11 kg/m<sup>3</sup>, la résistance thermique de 2 m<sup>2</sup> °C/Watt et la résistance spécifique au passage de l'air de 6,4 Rayls/cm (résistance mesurée perpendiculairement au plan de dépôt des fibres de verre). Le feutre conditionné à l'état de rouleau est monté sur un dévidoir ici non représenté.

Comme plus précisément représenté à l'aide de la figure 2, l'alimentation de l'unité de cardage est obtenue au moyen d'un cylindre 2 et d'un contre-cylindre 3 assurant l'avancée du produit. Le feutre 1 est simplement comprimé entre les cylindres 2, 3, sans découpe ce qui simplifie le dispositif de ces opérations. Avantageusement, ces deux cylindres assurent également le maintien du feutre en le retenant quelque peu.

L'unité de cardage 4, entourée d'un carter, est avantagement constituée par une seule brosse 5. Cette brosse a un diamètre extérieur de par exemple 300 mm. Elle est munie de poils 6 fins, montés selon une hauteur libre suffisante (d'ici 45 mm) pour leur permettre une certaine souplesse. Ces poils ont par exemple un diamètre de l'ordre de 0,5 mm et sont de préférence ondulés. Selon l'invention, ils sont de préférence en métal, les meilleurs résultats ont été obtenus avec de l'acier trempé. Le choix du métal peut paraître surprenant dans la mesure où il est connu que des poils en matériaux synthétiques, par exemple en polyamide résistant mieux à l'attaque par l'abrasion du verre. En fait, il a été constaté selon l'invention que des poils en matériaux synthétiques - et donc du fait de certaines contraintes technologiques obligatoirement d'un diamètre de plus de 1 mm - s'échauffent énormément au cours de l'opération de cardage et qu'en conséquence ils s'usent beaucoup plus rapidement que des poils dans un matériau moins résistant dans l'absolu mais plus fins. Par ailleurs, l'emploi de poils fins permet une meilleure adéquation entre les dimensions de l'outil de découpe qu'ils constituent et celles des fibres que l'on cherche à séparer.

Avantageusement, une telle brosse à poils métalliques fins permet d'augmenter le nombre de poils et

de supprimer la contre-brosse qui a pour inconvénient de prolonger le temps de traitement du feutre en fibres minérales et de ce fait accentue sa dégradation. La densité de poils doit être suffisamment importante pour permettre un déchetage complet et sur une petite portion de la brosse, mais sans toutefois atteindre une valeur telle qu'elle interdise une action séparée de chaque poil. En pratique un écartement des poils à la périphérie compris entre 2 et 5 mm donne satisfaction, des meilleurs résultats ayant été obtenus avec environ 1500 poils soit 1 poil tous les 3,5 mm pour une brosse de 300 mm de diamètre.

La vitesse de rotation de la brosse est voisine par exemple de 1000 tours par minute lorsque l'unité est alimentée par un feutre de 11 kg/m<sup>3</sup>.

Pour nettoyer la brosse, on utilise un simple peigne 7 constitué par des pointes montées sur une plaque 8 de préférence très fines et très pointues. Ces pointes sont par exemple des aiguilles métalliques de moins de 0,2 mm de diamètre à la pointe qui pénètrent dans la brosse selon une profondeur de par exemple 2 mm, cette profondeur pouvant varier grâce au mécanisme de réglage de position 9.

Après le cardage, les flocons sont recueillis par dépose sous gravité dans une enceinte close 10, sans transport par des moyens pneumatiques. Ce transport pneumatique présente en effet l'inconvénient lors de l'extraction de l'air de favoriser une orientation préférentielle des flocons parallèlement à la direction du gaz porteur et de plus, il augmente sensiblement le prix de revient du produit. Pour éviter l'accumulation des flocons en raison de l'électricité statique, l'enceinte close 10 de réception est de préférence entièrement en matière plastique.

L'observation sous microscope des flocons obtenus les montre constitués de fibres relativement longues, c'est-à-dire d'environ 2 cm alors que les fibres du feutre initial ont une longueur d'environ 10 cm ; il s'agit là bien entendu d'une valeur moyennée après estimation sur un échantillon de taille réduite la mesure réelle étant particulièrement délicate. Ces fibres plus courtes sont moins sujettes aux problèmes de stratification, en revanche leur longueur reste encore suffisante pour assurer l'emprisonnement d'une quantité importante d'air. De plus ces fibres se répartissent de façon extrêmement homogène, moins de 10 % des flocons comportant un nodule central dense dont le diamètre est de moins de 7 mm ou se présentant sous forme de mèche.

A ce sujet, il semble d'ailleurs que les fibres sont presque à un état plus unitaire qu'au moment de la fabrication du feutre initial. Une explication de cet état inattendu est peut-être la présence du liant utilisé comme encollage pour le feutre initial qui joue là un rôle de lubrifiant entre les fibres - à l'instar de ce qui est recherché par tout ensimage et qui de plus favorise l'écartement des fibres - propriété recherchée pour augmenter les capacités de reprise d'épaisseur du produit.

L'autre aspect de l'invention est l'addition d'un liant ; après son dosage (par des pompes 11, 12) le liant est conduit par une canalisation 13 jusqu'aux fibres. En règle générale, un liant sous forme liquide sera plutôt pulvérisé à un niveau situé après l'unité de cardage, ceci afin d'éviter si possible l'encrassement de celle-ci par contre un liant sous forme pulvérulente, au pouvoir "mouillant" moindre, sera lui envoyé sur les flocons au niveau de l'unité de cardage. Mais comme indiqué précédemment, il ne s'agit là que d'une tendance générale, le problème se posant plus précisément pour chaque liant utilisé. Par contre, ce qui doit être noté, c'est que l'extrême ouverture des flocons obtenus selon l'invention permet le cas échéant une distribution très homogène du liant même après le cardage.

Les fibres se déposent sur un tapis récepteur 14 fermant la hotte de cardage 10. Comme représenté à la figure 1, cette hotte 10 ferme totalement le système ce qui conduit à des rendements de matières voisins de 100 %. En sortie de hotte, le matelas est ramené à l'épaisseur souhaitée par une calandreuse 15 puis le produit est éventuellement conduit dans une enceinte 16 dans laquelle est établie une circulation d'air chaud assurant la prise du liant (par exemple dans un four de fusion du liant s'agissant d'un produit thermofusible). Parallèlement ou à la suite de ces opérations, on procède bien entendu aux différentes opérations de découpe 17 nécessaires avant l'obtention du produit fini.

Une autre application particulièrement intéressante du procédé selon l'invention est la réalisation de primitifs de moulage et dans ce cas, le produit est directement conditionné après son calandrage, la prise du liant ayant lieu ultérieurement lors de l'opération de moulage.

Des produits ont été réalisés avec des quantités de liant extrêmement diverses. Des essais ont été effectués par exemple avec un pourcentage très faible de liant compris entre 10 et 15 %, pour un liant thermoactivable destiné à un primitif pour produits moulés à la presse à chaud. A l'opposé, on a également préparé des produits composites comportant plus de 70 % d'un liant minéral activable par addition d'eau.

A titre d'exemples d'application comme primitifs de moulage ont été réalisées 3 séries a), b), c) de produits contenant respectivement 30 % d'un liant du type epoxy, constitué par des déchets de production de peinture par projection électrostatique 50 % de polypropylène et 17 % d'un liant phénolique (bakélite), les pourcentages de liants étant donnés par rapport à la masse du produit fini. Ces primitifs secs peuvent

être conservés aussi longtemps que nécessaire avant leur pressage chaud. On a ensuite mesuré conformément à la norme NF-B-51224 les valeurs des contraintes à la rupture (en MPa) et des modules en flexion en (G. Pa) pour différentes masses volumiques (en kg/m<sup>3</sup>). Une quatrième série de mesures a été effectuée à titre comparatif à partir de produits moulés usuels, préparés par voie humide et comportant 18 % de résines phénoliques. Les résultats sont rassemblés au tableau suivant :

liant	Epaisseurs	kg/m <sup>3</sup>	MPa	GPa
a	5-7 mm	300	5,8	0,3
		500	21,0	0,7
		600	36,0	2,3
		970	57,0	4,3
b	4-5 mm	210	1,6	0,2
		420	7,6	0,8
		590	12,8	1,3
		850	25,6	2,9
		1030	36,1	3,8
c	5-7 mm	320	6,4	0,7
		500	16,3	1,6
		700	27,0	2,9
		890	45,9	4,2
d	5-7 mm	200	2,5	0,3
		300	6	0,7
		500	22	2,3
		800	45	4,3

Les valeurs mesurées pour les produits a, c et d sont pratiquement identiques. Le procédé selon l'invention permet donc bien de réaliser des produits finals très comparables à ceux de l'art mais qui peuvent l'être selon une production en deux étapes différées, en rendant ainsi l'étape de moulage indépendante de l'étape de préparation des fibres.

Un autre aspect du dispositif selon l'invention est celui de recyclage des fibres. En effet, il est connu de préparer des produits isolants à partir de déchets de feutre de fibres de verre textiles. Les fibres dites textiles sont pour cela récupérées par cardage d'un feutre à l'aide d'une cardeuse utilisée traditionnellement par l'industrie textile. Les feutres à base de fibres dites d'isolation telles que celles envisagées par la présente invention ne conviennent pas car la cardeuse transforme ces fibres plus fragiles en poussière. Avec une cardeuse selon l'invention, il est possible de remplacer une partie des fibres textiles par des fibres d'isolation. On a ainsi réalisé sans difficulté particulière un feutre reconstitué d'un grammage de 1,2 kg/m<sup>3</sup>, pour une densité de 25 kg/m<sup>3</sup>, constitué pour 12 % de "flocons" selon l'invention, de 74 % de fibres de verre textile et de 14 % d'un liant phénolique. La proportion de fibres minérales d'isolation peut être éventuellement accrue pour atteindre 20 ou 25 % ce qui est tout particulièrement intéressant lorsque la quantité disponible de déchets de fibres textiles est insuffisante pour couvrir la demande de produits isolants reconstitués.

Les performances du produit selon l'invention ressortent plus particulièrement de l'étude des 3 courbes annexées.

La première de ces courbes (figure 3) est une représentation de la conductivité thermique Lambda mesurée en mW/m.<sup>2</sup> K, en fonction de la densité du produit préparé (fibres et liants). Cette courbe se rattache directement à la capacité d'isolation d'un produit en effet la conductivité thermique est définie comme égale au ratio de l'épaisseur du produit sur sa résistance thermique. La courbe A est la courbe caractéristique d'un produit standard obtenu par le procédé centrifuge avec étirage gazeux exposé précédemment, la finesse des fibres étant caractérisée par un micronaire de 3 pour 5 g. Le micronaire F est défini de façon normalisée comme le débit d'un courant gazeux mesuré après que ce courant gazeux émis dans des conditions de pressions bien fixes ait traversé un échantillon très comprimé de 5 g de fibres. Notons que le micronaire donne une indication du freinage du courant gazeux par les fibres de verre et est de ce fait caractéristique de la finesse des fibres. Un tel micronaire de 3 pour 5 g est caractéristique de fibres de verre d'une très grande finesse.

La courbe B est celle obtenue avec des produits reconstitués selon l'invention, alors que les courbes C et D sont respectivement obtenues pour des produits reconstitués obtenus conformément à l'enseignement de FR 2 591 621 et pour de la laine de verre soufflée obtenue de façon classique. La comparaison de ces 4 courbes montre que pour une isolation équivalente ( $\lambda = 40 \text{ mW/m} \cdot ^\circ \text{K}$  par exemple), il faut environ 1 point de plus de densité avec des produits selon l'invention (soit environ 6,6 % de produit en plus) alors que 2 points sont nécessaires (soit environ 13 % de produit en plus) avec des produits selon FR 2 591 621, des produits traditionnels nécessitant eux plus de 50 % de produits supplémentaires pour une isolation comparable. Il doit être également noté que les courbes A et B sont pratiquement parallèles et qu'en conséquence, la différence entre le produit initial (suivant la courbe A) et le produit reconstitué selon l'invention est pour tout le domaine de densité considéré comprise entre 5 et 7%. Autrement dit, le produit composite selon l'invention peut très facilement se substituer au produit standard, sans qu'une détérioration des qualités soit pratiquement constatable ; on peut notamment fabriquer des produits très légers, typiquement de  $10 \text{ kg/m}^3$  ou moins alors que les produits en fibres soufflées présentent toujours une densité supérieure à  $15 \text{ kg/m}^3$  (et avec dans ce cas un pouvoir isolant très faible comparativement aux feutres standards), et que la limite inférieure est voisine de  $12\text{-}13 \text{ kg/m}^3$  pour des produits suivant FR 2 591 621.

Ce premier test a permis de démontrer que les produits reconstitués selon l'invention présentent un pouvoir isolant très analogue à celui des produits initiaux servant à leur fabrication. De plus, le mode d'obtention et de réception des flocons conduit à une diminution fort importante de l'anisotropie du matériau. Ceci ressort par exemple des valeurs de la résistance spécifique au passage de l'air d'un produit, mesurées pour différentes densités de produits. Contrairement à la mesure du micronaire qui est effectuée sur un échantillon de taille très réduite et surtout très fortement comprimé, la mesure de la résistance spécifique au passage de l'air caractérise beaucoup mieux l'arrangement des fibres dans le produit et notamment leur orientation. Ce test est en effet effectué sur un produit réel, et sur un échantillon dont la dimension est de  $20 \times 20 \text{ cm}$ , aussi autant le micronaire est-il une donnée caractéristique des fibres, autant la résistance spécifique au passage de l'air est elle caractéristique du produit fini.

Les mesures, exprimées en  $[\text{Rayl/cm Rs}]$  dont les résultats sont repris à la figure 4 ont été effectuées dans un plan parallèle au plan de dépôt des fibres (résistance spécifique parallèle ou  $R_s$  //) et dans un plan perpendiculaire à celui-ci (résistance spécifique perpendiculaire ou  $R_{\perp}$ ). Si le produit est parfaitement isotrope, les courbes de résistances parallèle et perpendiculaire sont confondues; si par contre les fibres sont orientées préférentiellement selon un de ces plans, parallèlement à celui-ci, l'air traverse le produit dans des "couloirs" parallèles aux fibres tandis que perpendiculairement à celui-ci il doit systématiquement contourner les fibres pour se frayer un chemin. Les courbes 21 et 22 sont obtenues avec le produit standard défini préalablement. On note bien que pour une densité donnée, la résistance spécifique parallèle est nettement inférieure à la résistance spécifique perpendiculaire. Pour le produit reconstitué selon l'invention, la courbe 24 de la résistance spécifique parallèle est pratiquement confondue avec la courbe 22 du produit standard; par contre, la résistance spécifique perpendiculaire (courbe 23) est un peu plus faible. Ceci explique l'affaiblissement des performances d'isolation du produit (voir courbe de conductivité thermique) mais montre de plus que l'anisotropie du produit a diminué.

L'importance de cette diminution est plus particulièrement mise en relief par la courbe de la figure 5 où sont indiquées en abscisse les contraintes exercées sur un produit (en  $\text{kN/m}^2$ ) et en ordonnées les déformations relatives correspondantes.

La courbe 31 correspond à un produit standard, toujours au sens défini précédemment, dont la densité est de  $45 \text{ kg/m}^3$ . Pratiquement verticale au départ - ce qui correspond à une augmentation importante de la déformation relative même pour une contrainte faible, la courbe s'infléchit légèrement pour des contraintes plus importantes mais reste en permanence concave. De plus, on constate qu'un taux de 50 % de déformation relative est atteint pour une contrainte de  $18 \text{ kg/m}^2$ .

Avec les produits selon l'invention et de même densité, on constate par contre que dans un premier temps, la courbe 32 est relativement plate, autrement dit l'augmentation de la déformation relative est moins rapide que celle de la contrainte exercée. Ceci correspond en fait à la présence de fibres disposées verticalement qui ont la possibilité de fléchir alors que dans le plan horizontal la déformation relative est directement la résultante de la déformation des fibres elles-mêmes sous l'effet des contraintes.

Une fois atteinte, la valeur de la contrainte qui correspond au point de flambage des fibres verticales, la courbe de la déformation relative devient identique à celle du produit standard, mais en partant d'une valeur initiale non nulle. On note en effet que pour une déformation relative donnée, la contrainte à exercer est d'environ  $12 \text{ kN/m}^3$  plus élevée avec un produit reconstitué.

Ces différents tests mettent ainsi en évidence le fait que l'opération de cardage pratiquée dans les conditions de l'invention permet de reconstituer des produits très performants du point de vue de l'isolation

thermique et présentant des propriétés mécaniques valorisantes.

## Revendications

- 5 1. Produit composite formé de flocons - auxquels est ajouté un liant - obtenus par déchiquetage d'un feutre à base de fibres minérales d'isolation, **caractérisé en ce que** le liant est réactivable ultérieurement et **en ce que** moins de 10 % des flocons comportent un nodule dense, le diamètre desdits nodules étant inférieur à 7 mm.
- 10 2. Produit composite selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le liant est thermodurcissable ou thermofusible.
3. Produit composite selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le liant est choisi dans le groupe suivant : résine epoxy, résine phénolique, polypropylène.
4. Dispositif de cardage pour feutre en fibres minérales d'isolation comportant une unité d'alimentation en feutre, une brosse munie de poils souples et un peigne.
- 15 5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la brosse est munie de poils métalliques.
6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** les poils ont un diamètre voisin de 0,5 mm.
7. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** l'écartement des poils à la
- 20 périphérie de la brosse est comprise entre 2 et 5 mm.
8. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 7, **caractérisé en ce que** les poils sont ondulés.
9. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 8, **caractérisé en ce qu'il** comporte un dispositif de maintien du feutre.
10. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comporte une unité
- 25 d'alimentation en liant sous forme liquide ou pulvérulente.
11. Application du produit selon une des revendications de 1 à 2 à la réalisation de pièces en forme moulées.
12. Application du dispositif selon l'une des revendications 4 à 10, à la préparation d'un feutre
- 30 contenant de 60 à 85 % de fibres de verre textiles recyclées par cardage, de 25 à 0 % de fibres de verre d'isolation et environ 15 % de liant phénolique.

35

40

45

50

55



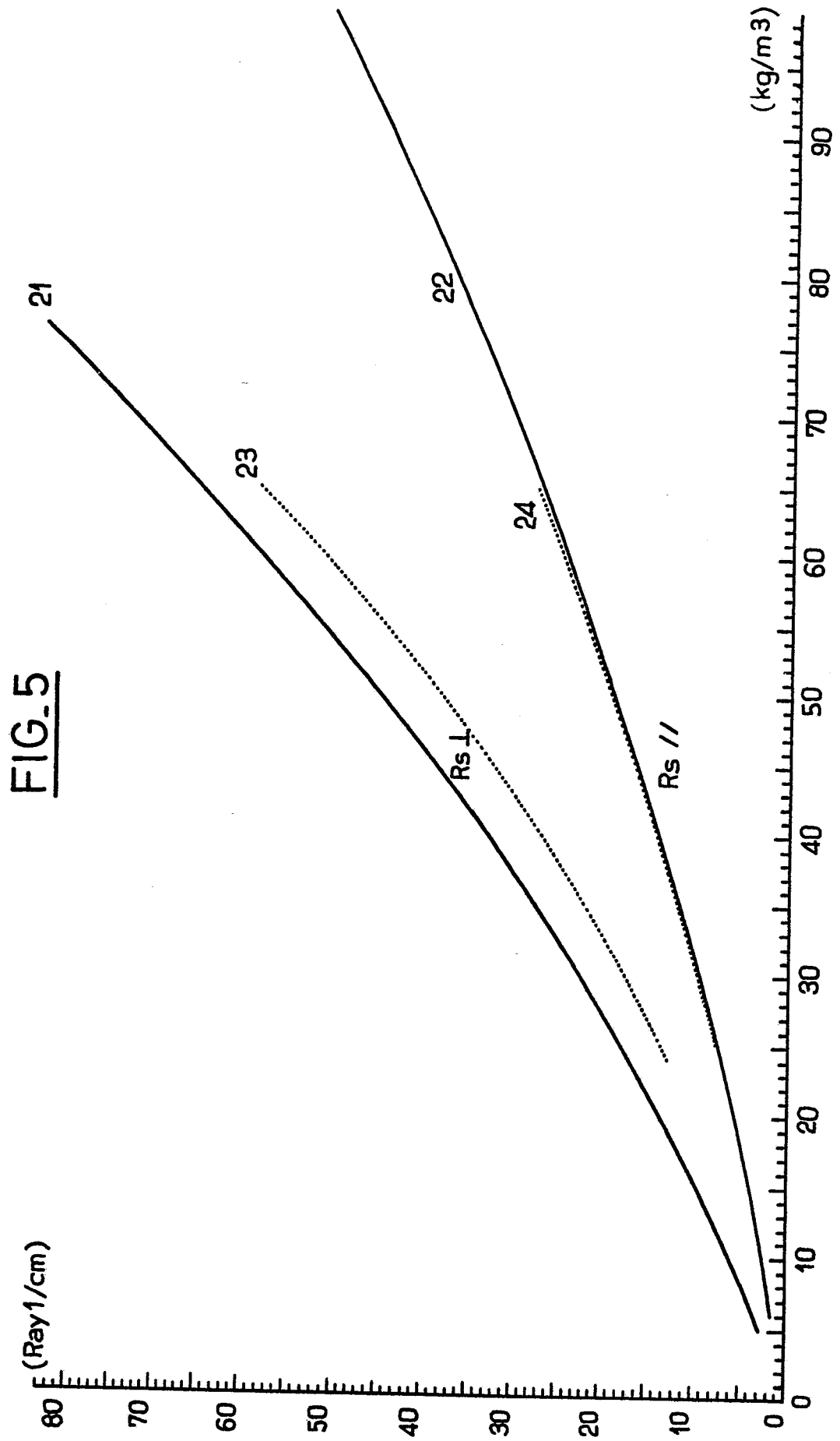


FIG. 1

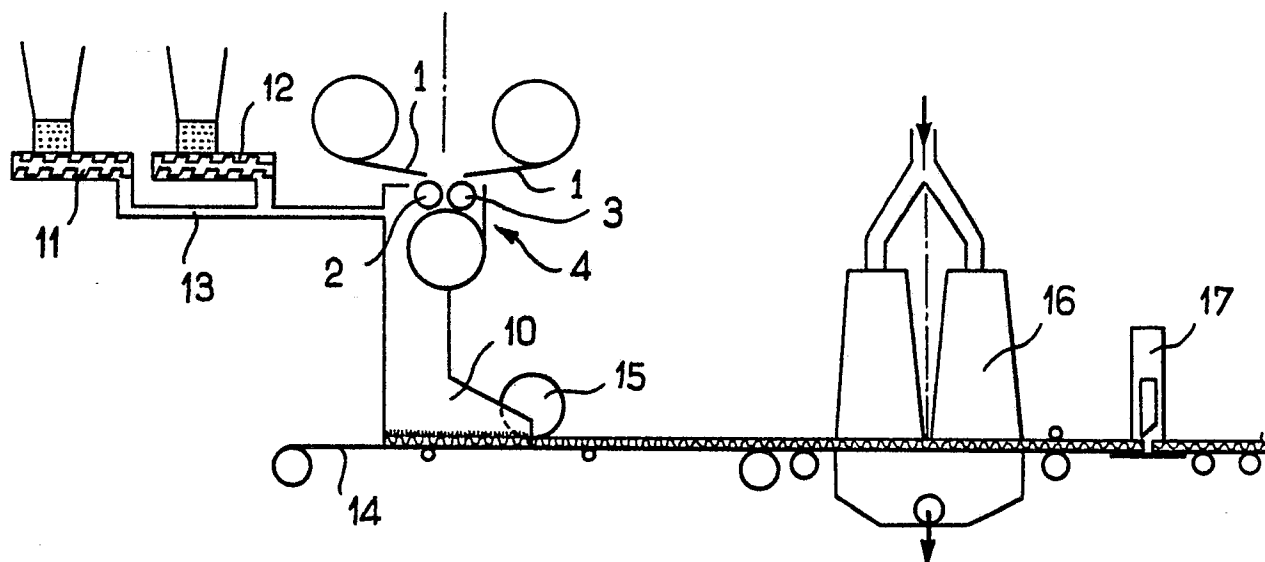
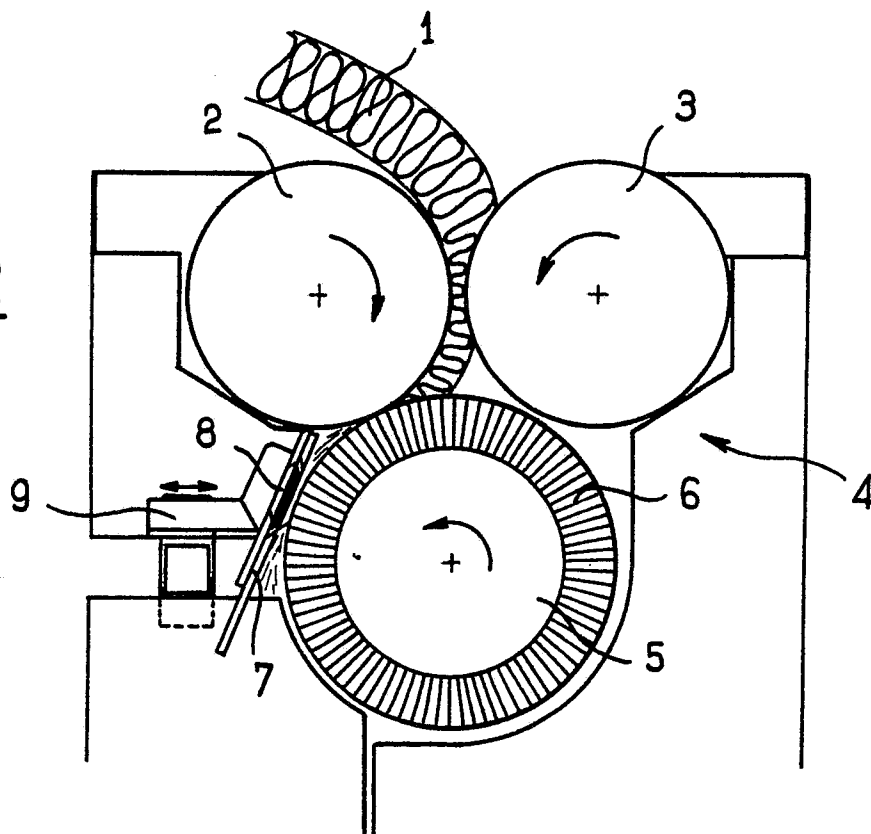


FIG. 2



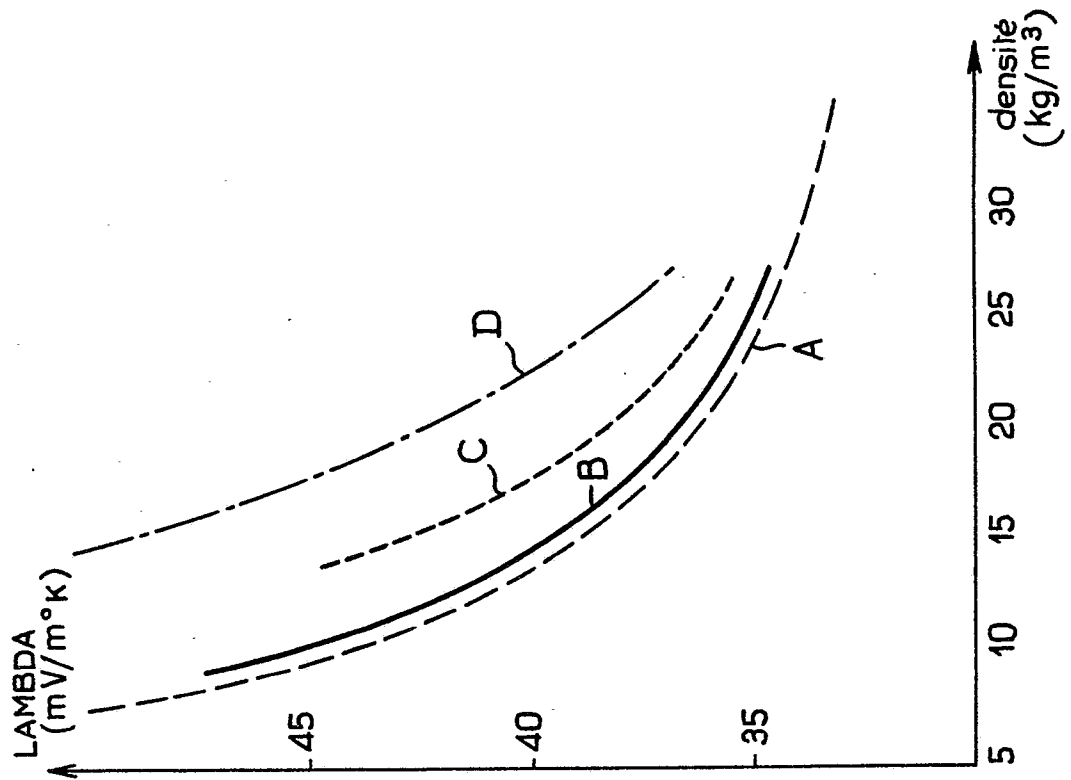


FIG. 3

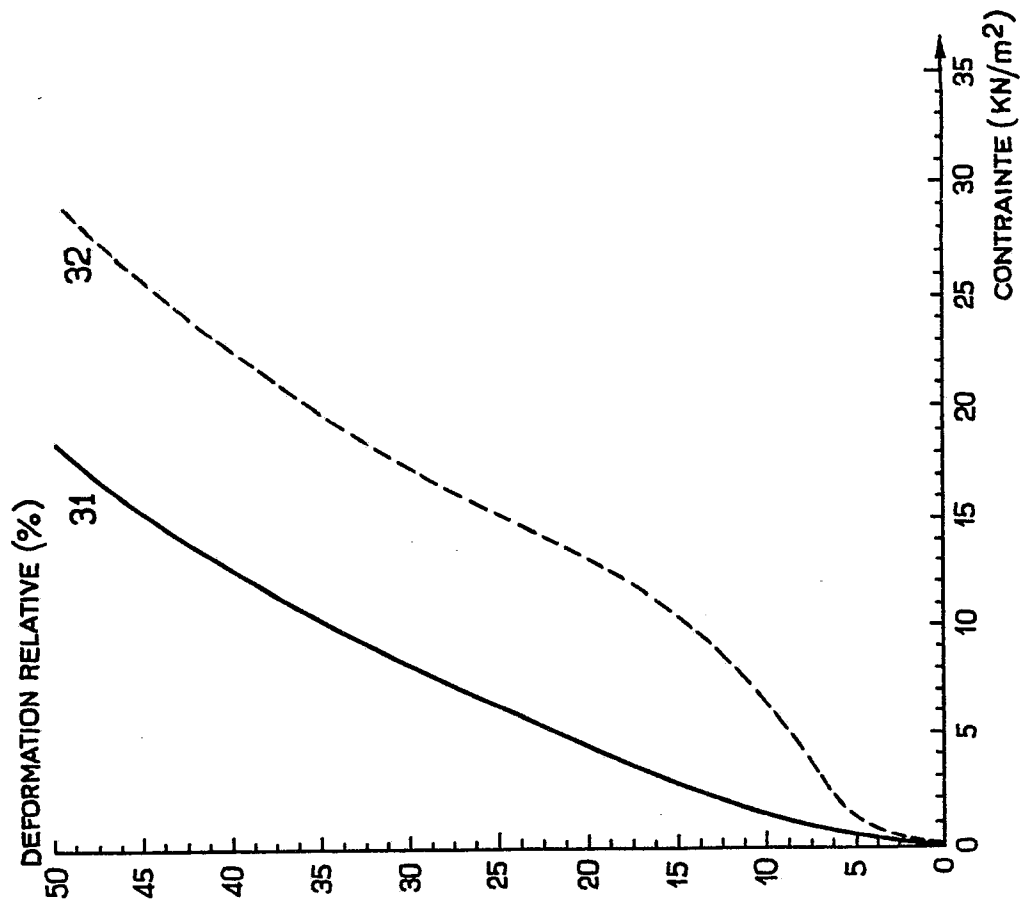


FIG. 4



Office européen  
des brevets

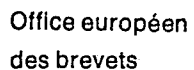
# **RAPPORT PARTIEL DE RECHERCHE EUROPEENNE**

qui selon la règle 45 de la Convention sur le brevet  
européen est considéré, aux fins de la procédure ultérieure,  
comme le rapport de recherche européenne

Numéro de la demande

EP 89 40 3181

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.4)
Y	FR-A-2 504 159 (GUILLOT) * Page 4, revendications 1-4 *	4	D 04 H 1/72
Y	FR-A-2 316 364 (RUDLOFF) * Page 1, lignes 23-36; page 2, lignes 24-36; revendications 1,2 *	4	
A	* Pages 1-2; revendications 1,2 *	5,9, 10	
A	BE-A- 658 246 (SPEZIALMASCHINEN-FABRIK FEHRER) * Pages 3;5; revendications *	4,9	
A	DE- U -86 23 445 (MENZOLIT) * Page 1, revendications 1,3,6; pages 2-3,67 *	1-3, 10,11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			D 04 H B 29 C D 01 G
<b>RECHERCHE INCOMPLETE</b>			
<p>La division de la recherche estime que la présente demande de brevet européen n'est pas conforme aux dispositions de la Convention sur le brevet européen au point qu'une recherche significative sur l'état de la technique ne peut être effectuée au regard d'une partie des revendications.</p> <p>Revendications ayant fait l'objet de recherches complètes: 1-11</p> <p>Revendications ayant fait l'objet de recherches incomplètes: 12</p> <p>Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches: 12</p> <p>Raison pour la limitation de la recherche:</p> <p>Voir page -B-</p>			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 29-01-1990	Examineur DURAND
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention</p> <p>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date</p> <p>D : cité dans la demande</p> <p>L : cité pour d'autres raisons</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul</p> <p>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie</p> <p>A : arrière-plan technologique</p> <p>O : divulgation non-écrite</p> <p>P : document intercalaire</p>			



# RAPPORT PARTIEL DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 89 40 3181

- 2 -

OEB Form 1505.3 06.78