

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 472 017**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

**N° 79 31156**

(21)

(54)

Appareil de fabrication de laitier vitreux de haut fourneau.

(51)

Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). C 21 B 3/06; B 65 G 49/00.

(22)

Date de dépôt..... 19 décembre 1979.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 26 du 26-6-1981.

(71)

Déposant : Société dite : NIPPON KOKAN KK, résidant au Japon.

(72)

Invention de : Ryo Ando et Kazuyoshi Sato.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,  
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

Appareil de fabrication de laitier vitreux de haut fourneau.

La présente invention concerne un appareil de fabrication de laitier vitreux de haut fourneau sensiblement sans eau, particulièrement adapté pour servir de matériau de base pour un ciment ou pour un fertilisant au silicate de calcium, qui donne  
5 une vitesse de refroidissement élevée, suffisante pour vitrifier à peu près complètement un laitier fondu de haut fourneau.

Un laitier de haut fourneau granulé à l'eau (appelé ci-après "laitier granulé à l'eau") utilisé comme matériau de base pour le ciment a été fabriqué conventionnellement par vaporisation d'eau de refroidissement sous pression sur un laitier fondu sortant d'un haut fourneau. Puisque le laitier est refroidi et  
10 solidifié par contact avec l'eau de refroidissement, le laitier granulé à l'eau ainsi obtenu est vitrifié. Un laitier granulé à l'eau est généralement utilisé comme suit :

- 15 a) comme partie d'un matériau de base pour un clinker de ciment Portland ;
- b) pour être ajouté à un ciment Portland ;
- c) comme matériau de base pour un ciment de haut fourneau ; et
- 20 d) comme matériau de base pour un fertilisant au silicate de calcium.

Toutefois, puisqu'un laitier granulé à l'eau vient en contact direct avec l'eau de refroidissement en cours de fabrication, il contient habituellement environ 15 % en poids d'eau. Pour  
25 l'application d'un laitier granulé à l'eau pour l'un quelconque des usages mentionnés de a) à d), il est nécessaire de sécher le laitier à l'avance. Ce séchage nécessite environ 17 litres d'huile lourde par tonne de laitier granulé à l'eau, et en plus, des coûts de transport sont nécessaires pour la quantité d'eau inutile quand  
30 on transporte le laitier avant séchage. Pour les utilisations b) et c) ci-dessus, il est en outre nécessaire de pulvériser finement le laitier à l'avance jusqu'à ce que la surface spécifique basée sur la méthode Blaine de perméabilité à l'air (appelée ci-après "finesse Blaine") atteigne environ de 3000 à 4000 cm<sup>2</sup>/g, ce qui  
35 nécessite de 60 à 100 kWh de puissance électrique par tonne de laitier. Pendant la fabrication du laitier granulé à l'eau, le

contact avec l'eau de refroidissement mène à la production de gaz nocif comme le sulfure d'hydrogène, ce qui a pour résultat la pollution de l'environnement de travail, et de plus des substances utiles pour un ciment et contenues dans le laitier telles la chaux, la silice et l'alumine sont perdues par dissolution dans l'eau de refroidissement.

Compte tenu de ce qui précède, on a proposé le procédé et l'appareil de granulation qui suivent pour un laitier fondu de haut fourneau.

10                   1) Appareil de granulation de matériau fondu tel qu'un acier fondu ou un laitier fondu, décrit dans le brevet japonais n° 30 149/77 qui comprend :

15                   l'introduction d'un matériau fondu tel qu'un acier fondu et un laitier fondu sur un disque en rotation ; la granulation du matériau fondu par dispersion de celui-ci sous l'effet de la force centrifuge produite par la rotation du disque ; le recouvrement de la périphérie du disque avec une enveloppe tronconique s'élargissant vers le bas ; la formation d'une pellicule d'eau de refroidissement s'écoulant vers le bas le long de la surface intérieure de ladite  
20                   enveloppe ; et le refroidissement et la solidification du matériau fondu granulé par le contact avec cette pellicule d'eau de refroidissement (référence dans ce qui suit "art antérieur (1)").

2) Méthode de traitement d'un laitier fondu, décrit dans le brevet japonais n° 13 323/78, qui comprend :

25                   1'alimentation d'un laitier fondu dans un tambour tournant incliné de 2 à 20° par rapport à l'horizontale à partir d'une entrée sur le côté le plus élevé de celui-ci, avec refroidissement de l'enveloppe du tambour par pulvérisation d'eau de refroidissement sur la surface extérieure dudit tambour ; refroidissement  
30                   et solidification du laitier fondu par le contact avec la surface intérieure du tambour et, en même temps, broyage du laitier solidifié par la rotation du tambour ; et décharge du laitier broyé à partir d'une sortie sur le côté inférieur du tambour (référence dans ce qui suit "art antérieur (2)").

35                   3) Appareil de granulation de laitier fondu, décrit dans le brevet japonais n° 19 991/78, qui comprend :

                  1'alimentation d'un laitier fondu sur la surface extérieure d'un tambour rotatif ; la granulation dudit laitier fondu

par dispersion de celui-ci à l'avant du tambour sous l'effet de la force centrifuge produite par la rotation du tambour ; et le refroidissement et la solidification du laitier fondu granulé par un système de refroidissement installé en face de la zone de dispersion dudit laitier (référence dans ce qui suit "art antérieur (3)").

4) Procédé de fabrication d'un matériau pour ciment de haut fourneau, décrit dans le brevet japonais n° 17 829/63, qui comprend :

la vitrification d'un laitier de haut fourneau fondu avec refroidissement et solidification du laitier par soufflage de celui-ci avec un fluide sous pression tel que de l'air sous pression, la vapeur sous pression, ou par introduction du laitier fondu dans un disque rotatif pour le disperser sous l'effet de la force centrifuge produite par la rotation du disque ; et pulvérisation fine du laitier granulé vitrifié (référence dans ce qui suit "art antérieur (4)").

Toutefois, dans l'un quelconque des procédés 1) à 4) de l'art antérieur, une cristallisation partielle du laitier de haut fourneau fondu est inévitable, parce qu'il est impossible d'obtenir une vitesse de refroidissement suffisamment rapide pour vitrifier complètement le laitier. Dans les arts antérieurs (1) et (3), on rencontre des problèmes semblables à ceux qu'on a mentionnés dans le laitier granulé à l'eau, puisque l'eau est encore employée comme fluide de refroidissement.

En vue de résoudre ces problèmes, on a proposé, dans le brevet japonais n° 126 098/78, un appareil de fabrication d'un laitier vitreux de haut fourneau, qui comprend :

un tambour rotatif ayant un cylindre sensiblement circulaire constitué par un raccordement sans fin de plusieurs éléments métalliques rectangulaires de refroidissement, chacun de ces éléments ayant sur sa surface supérieure plusieurs rainures de refroidissement étroites et profondes dont la direction longitudinale est sensiblement parallèle à la direction de rotation du tambour, et chacune des rainures de refroidissement comprenant une section d'entrée s'évasant vers l'extérieur pour introduire un laitier fondu de haut fourneau, et une section de refroidissement se rétrécissant vers l'intérieur, à la suite de la section d'entrée, pour

refroidir rapidement et pour solidifier le laitier fondu en un laitier vitreux;

un mécanisme d'entraînement relié à l'axe central du tambour tournant pour le faire tourner ;

5                    une alimentation en laitier fondu comportant un réservoir à laitier placé au-dessus du tambour, ce réservoir étant conçu pour recevoir un laitier fondu déchargé du haut fourneau dans ledit récipient de laitier et pour couler le laitier fondu ainsi reçu dans les différentes rainures de refroidissement de l'élément métallique de refroidissement atteignant à peu près la position la plus élevée  
10 du cylindre du tambour au cours de la rotation de celui-ci ;

un dégarnisseur stationnaire placé dans une position déterminée dans le tambour rotatif, au voisinage de la surface intérieure du cylindre dudit tambour, le dégarnisseur étant conçu  
15 pour enlever le laitier vitreux refroidi et solidifié des rainures de refroidissement de l'élément métallique ; et

un réservoir de refroidissement contenant de l'eau de refroidissement, placé en dessous du tambour de façon que la portion inférieure du cylindre du tambour soit immergée dans l'eau de refroidissement, le récipient de refroidissement étant conçu pour amener  
20 les différents éléments métalliques de refroidissement formant le cylindre du tambour à passer successivement au travers de l'eau de refroidissement dudit réservoir de refroidissement au cours de la rotation du tambour, ce qui refroidit les éléments métalliques de refroidissement chauffés par le laitier fondu à haute température  
25 et coulé dans les rainures de refroidissement (ce sera appelé dans ce qui suit "invention antérieure").

L'appareil ci-dessus mentionné pour la fabrication de laitier vitreux (appelé dans ce qui suit "appareil de l'invention antérieure") possède une vitesse de refroidissement suffisamment  
30 élevée pour vitrifier à peu près complètement un laitier fondu de haut fourneau, et de plus, le laitier fondu est refroidi rapidement et il est solidifié par le contact direct avec les éléments métalliques de refroidissement au lieu du contact direct avec l'eau de refroidissement. Par suite, selon l'appareil de l'invention antérieure,  
35 il est possible de fabriquer un laitier vitreux de haut fourneau qui soit à peu près complètement vitrifié, sensiblement débarrassé

d'eau, excellent au point de vue broyage et qui possède une grande qualité comme matériau de base pour un ciment ou pour un fertilisant au silicate de calcium. Toutefois, dans l'invention antérieure, un certain nombre d'éléments métalliques de refroidissement forme le pourtour sensiblement cylindrique du tambour. Dans l'appareil de l'invention antérieure, par suite, afin de perfectionner la capacité de production, il est nécessaire d'utiliser des éléments métalliques de refroidissement plus larges pour augmenter le nombre de rainures de refroidissement, ou d'utiliser un tambour rotatif avec un diamètre plus grand pour augmenter le nombre d'éléments métalliques de refroidissement. Toutefois, avec des éléments métalliques de refroidissement plus larges, comprenant un nombre plus grand de rainures de refroidissement, il devient difficile de couler uniformément un laitier fondu dans les rainures de refroidissement. Avec davantage d'éléments métalliques de refroidissement avec un tambour rotatif à plus grand diamètre, il est nécessaire d'assurer un niveau suffisant entre le récipient à laitier et les éléments métalliques de refroidissement en prévoyant une fosse dans la terre et en réglant la portion inférieure du tambour dans cette fosse, ce qui nécessite des frais d'installation plus élevés.

Un but principal de l'invention est donc de fournir un appareil de fabrication d'un laitier vitreux de haut fourneau, qui possède une vitesse de refroidissement suffisante pour vitrifier à peu près complètement un laitier fondu de haut fourneau.

Un but de l'invention est de fournir un appareil de fabrication de laitier vitreux de haut fourneau sensiblement débarrassé d'eau, avec une porosité très faible et une contrainte interne importante.

Un autre but de l'invention est de fournir un appareil de fabrication de laitier vitreux de haut fourneau qui soit parfaitement broyable.

D'autres objets de l'invention consistent à fournir un appareil de fabrication de laitier vitreux de haut fourneau capable de servir de matériau de base pour un ciment ou pour un fertilisant au silicate de calcium.

Un but supplémentaire de l'invention est de fournir un appareil de fabrication de laitier vitreux de haut fourneau et nécessitant de faibles coûts d'installation.

Selon une caractéristique de l'invention, un appareil  
5 de fabrication de laitier vitreux de haut fourneau comprend :

une bande convoyeuse sans fin comportant une paire de poulies, constituée par le raccordement sans fin de plusieurs éléments métalliques rectangulaires de refroidissement, chacun de ceux-ci ayant, sur sa surface extérieure, plusieurs rainures de refroidissement étroites et profondes dont la direction longitudinale est  
10 sensiblement parallèle à la direction de déplacement de la bande convoyeuse, chacune des rainures de refroidissement comprenant une portion d'entrée évasée vers l'extérieur pour l'introduction d'un laitier fondu de haut fourneau, et une section de refroidissement se rétrécissant vers l'intérieur, à la suite de la section d'entrée,  
15 pour le refroidissement rapide et la solidification du laitier fondu de haut fourneau en un laitier vitreux, la section de refroidissement ayant une largeur terminale au sommet comprise entre 3 et 10 mm et une profondeur comprise entre 2 et 20 fois ladite largeur terminale au sommet ;  
20

un moyen d'entraînement relié à au moins une desdites paires de poulies pour le déplacement de la bande transporteuse sans fin ;

un réservoir à laitier fondu placé au-dessus de l'amont  
25 de la position avançante supérieure de la bande transporteuse, ledit réservoir à laitier fondu étant conçu pour recevoir un laitier fondu déchargé d'un haut fourneau et pour faire couler le laitier ainsi reçu dans la pluralité de rainures de refroidissement de l'élément métallique de refroidissement atteignant l'amont de la position  
30 supérieure avançante de la bande convoyeuse au cours du déplacement de celle-ci ;

un dégarnisseur placé, à l'amont du brin inférieur de retour de la bande, dans une position déterminée voisine de la surface arrière de la bande, le dégarnisseur étant prévu pour  
35 enlever un laitier vitreux de haut fourneau, refroidi et solidifié, dans les rainures de refroidissement de l'élément métallique de refroidissement ; et

un moyen de refroidissement placé à une position déterminée dans le brin inférieur de retour de la bande, ce moyen de refroidissement étant conçu pour refroidir successivement les éléments métalliques de refroidissement chauffés par le laitier fondu à haute température coulé dans les rainures de refroidissement, après enlèvement du laitier vitreux.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'un exemple de réalisation et en se reportant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1(A) représente une coupe schématique montrant une réalisation de l'appareil de fabrication de laitier de haut fourneau vitreux de l'invention ;
- la figure 1(B) représente une coupe schématique montrant une autre réalisation de l'appareil de fabrication de laitier vitreux de haut fourneau de l'invention ;
- la figure 2(A) représente une coupe schématique montrant une réalisation de l'élément métallique de refroidissement, l'un des éléments composants de l'appareil de l'invention ;
- la figure 2(B) représente une coupe schématique montrant une autre réalisation de l'élément métallique de refroidissement, l'un des composants de l'appareil de l'invention ;
- la figure 2(C) représente une coupe schématique montrant une autre réalisation de l'élément métallique de refroidissement, l'un des composants de l'appareil de l'invention ;
- la figure 3 représente un graphique montrant, en fonction du nombre de jours, les résultats de mesure de la résistance à la compression (en kg/cm<sup>2</sup>) d'échantillons de mortier de ciment de haut fourneau préparés à partir d'un laitier vitreux de haut fourneau fabriqué par l'appareil de fabrication de laitier de l'invention ;
- la figure 4 représente un graphique montrant, en fonction du nombre de jours, les résultats de mesure de la résistance au cintrage d'échantillons de mortier d'un ciment de haut fourneau préparé à partir d'un laitier vitreux de haut fourneau fabriqué par l'appareil de l'invention ; et
- la figure 5 représente un graphique montrant les résultats d'analyses thermiques différentielles d'un laitier vitreux fabriqué avec l'appareil de l'invention (courbe supérieure) et d'un



laitier conventionnel granulé à l'eau (courbe inférieure), le haut de la figure correspondant à des réactions plus exothermiques et le bas de la figure correspondant à des réactions plus endothermiques.

En vue de résoudre les problèmes signalés ci-dessus dans  
5 la fabrication du laitier conventionnel de haut fourneau granulé à l'eau et des autres laitiers de haut fourneau conventionnels granulés, la demanderesse a développé des études et obtenu les résultats suivants :

1) Le refroidissement rapide d'un laitier de haut  
10 fourneau fondu par le contact direct avec l'eau de refroidissement, comme dans la fabrication du laitier conventionnel de haut fourneau granulé à l'eau, non seulement provoque une teneur élevée en eau du laitier granulé ainsi obtenu, mais provoque également la perte par dissolution dans l'eau de refroidissement des substances solubles  
15 utiles pour le ciment et contenues dans le laitier, comme de la chaux, de la silice et de l'alumine.

2) En permettant à un laitier de haut fourneau fondu de se détendre sans restriction dans la phase de refroidissement, dans la fabrication de laitier de haut fourneau conventionnel granulé à  
20 l'eau et dans les autres laitiers de haut fourneau granulés, on obtient un laitier granulé poreux, ce qui fournit une cause de rétention élevée d'eau. En outre, à moins de réduire l'expansion de laitier fondu dans l'étape de refroidissement, la faible contrainte interne de laitier granulé ainsi obtenu nécessite une grande quantité  
25 de puissance électrique pour une fine pulvérisation.

3) Dans un procédé dans lequel un laitier fondu de haut fourneau est granulé, refroidi et solidifié par mise en contact du laitier fondu avec la surface intérieure d'un tambour tournant comme  
30 indiqué dans l'art antérieur (2), ou en forçant le laitier fondu à se disperser sous l'effet de la force centrifuge produite par la rotation d'un disque tournant ou d'un tambour tournant, comme indiqué dans les arts antérieurs (1), (3) et (4), il est impossible d'obtenir une vitesse de refroidissement suffisamment élevée pour vitrifier à peu près complètement le laitier fondu.

35 4) Une vitesse suffisamment élevée de refroidissement pour vitrifier à peu près complètement un laitier fondu peut être obtenue si le laitier est rapidement refroidi par mise de ce laitier

en contact direct avec la surface d'éléments métalliques de refroidissement d'un métal ayant une conductibilité thermique élevée, comme le cuivre, et la quantité de laitier fondu à refroidir rapidement est toujours limitée à une certaine quantité déterminée. Dans ce cas, il

5 est possible de fabriquer un laitier vitreux sensiblement sans eau, puisque le laitier fondu ne vient pas en contact direct avec l'eau. Non seulement cela élimine la nécessité des frais d'assèchement du produit, mais cela rend minimal le coût de transport nécessaire, puisque le produit est toujours transporté à l'état débarrassé d'eau.

- 10 5) Quand plusieurs fentes étroites et profondes de refroidissement ayant les dimensions prescrites sont réalisées sur la surface de l'élément métallique de refroidissement, comme indiqué en 4) ci-dessus, et quand un laitier fondu de haut fourneau est coulé dans lesdites rainures de refroidissement, comme on l'a indiqué dans
- 15 l'invention antérieure, il est toujours possible de limiter en dessous d'une certaine valeur la quantité de laitier fondu à refroidir rapidement par unité de surface de l'élément métallique de refroidissement, et par suite de rainures de refroidissement, et d'obtenir ainsi une vitesse de refroidissement suffisamment élevée pour vitrifier à peu
- 20 près complètement le laitier fondu. En plus, étant donné que dans ce cas l'expansion du laitier fondu dans l'étape de refroidissement est réduite par les deux surfaces de refroidissement opposées des rainures, il est possible de fabriquer un laitier vitreux avec une porosité très faible et une contrainte interne importante. Le laitier
- 25 vitreux ainsi obtenu est non seulement à peu près sans eau, mais également apte au broyage. Toutefois, quand on emploie un appareil pour fabriquer le laitier vitreux comprenant un tambour rotatif ayant une enveloppe sensiblement circulaire constituée par le raccordement sans fin de plusieurs éléments métalliques de refroidissement comportant chacun plusieurs rainures de refroidissement
- 30 réalisées à leur surface, comme dans l'invention antérieure, l'augmentation du nombre d'éléments métalliques de refroidissement en utilisant un tambour tournant de plus grand diamètre pour améliorer la capacité de production nécessite la mise en place de la portion
- 35 inférieure du tambour dans une fosse réalisée dans la terre pour assurer un niveau suffisant entre le réservoir de laitier et les éléments métalliques de refroidissement, ce qui nécessite des coûts d'installation plus élevés. Il est donc souhaitable de transformer

le tambour tournant de l'appareil de fabrication de laitier vitreux de l'invention antérieure en un tambour avec une autre structure, du point de vue de l'amélioration de la capacité de production.

L'invention a été développée sur la base des découvertes  
5 décrites en (1) à (5) ci-dessus, et l'appareil de fabrication de laitier vitreux de l'invention comprend :

une bande convoyeuse sans fin comportant une paire de poulies, la bande étant réalisée par le raccordement sans fin de plusieurs éléments métalliques rectangulaires de refroidissement,  
10 chacun de ces éléments ayant, sur sa surface extérieure, un certain nombre de rainures de refroidissement étroites et profondes dont la direction longitudinale est sensiblement parallèle au sens de déplacement de la bande convoyeuse, chacune des rainures comprenant une section d'entrée évasée vers l'extérieur pour l'introduction d'un  
15 laitier fondu de haut fourneau, et une section de refroidissement se rétrécissant vers l'intérieur, à la suite de la section d'entrée, pour le refroidissement rapide et la solidification du laitier fondu en un laitier vitreux, cette section de refroidissement ayant une largeur de l'extrémité au sommet comprise entre 3 et 10 mm et une  
20 profondeur comprise entre 2 et 20 fois ladite largeur de l'extrémité du sommet ;

un moyen d'entraînement relié à au moins une desdites paires de poulies pour le déplacement de la bande transporteuse sans fin ;

25 un réservoir à laitier fondu placé au-dessus de l'amont de la position avançante supérieure de la bande transporteuse, ledit réservoir à laitier fondu étant conçu pour recevoir un laitier fondu déchargé d'un haut fourneau et pour faire couler le laitier ainsi reçu dans la pluralité de rainures de refroidissement de l'élément  
30 métallique de refroidissement atteignant l'amont de la position supérieure avançante de la bande convoyeuse au cours du déplacement de celle-ci ;

un dégarnisseur placé, à l'amont du brin inférieur de retour de la bande, dans une position déterminée voisine de la  
35 surface arrière de la bande, le dégarnisseur étant prévu pour enlever un laitier vitreux de haut fourneau, refroidi et solidifié, dans les rainures de refroidissement de l'élément métallique de refroidissement;  
et

un moyen de refroidissement placé à une position déterminée dans le brin inférieur de retour de la bande, ce moyen de refroidissement étant conçu pour refroidir successivement les éléments métalliques de refroidissement chauffés par le laitier fondu à haute température coulé dans les rainures de refroidissement après enlèvement du laitier vitreux.

La figure 1(A) représente une coupe schématique montrant une réalisation de l'appareil de l'invention pour la fabrication de laitier vitreux de haut fourneau. Sur la figure 1(A), 1 est une bande convoyeuse sans fin, 2 représente un certain nombre d'éléments métalliques rectangulaires de refroidissement constituant la bande convoyeuse 1, le repère 10 désigne une paire de poulies pour le déplacement de la bande 1.

Comme on le voit sur la figure 1(A), les différents éléments 2 sont reliés ensemble pour former la bande convoyeuse sans fin 1. Celle-ci est supportée par plusieurs rouleaux de support qui ne sont pas représentés sur la figure 1(A) pour simplifier le dessin. Au moins une poulie 10 est entraînée par un moyen d'entraînement déterminée dans le sens de la flèche sur la figure 1(A). Chacun des éléments de refroidissement 2 possède, sur sa surface extérieure, plusieurs rainures 13 de refroidissement profondes et étroites, réalisées comme on l'a indiqué plus haut, et dont le sens longitudinal est sensiblement parallèle au sens de déplacement de la bande 1.

Les caractéristiques les plus importantes de l'appareil de l'invention tiennent aux éléments métalliques de refroidissement 2 et aux nombreuses rainures de refroidissement 13 réalisées sur leur surface, comme indiqué sur la figure 2(A). La figure 2(A) est une coupe schématique montrant une réalisation de l'élément métallique de refroidissement, l'un des composants de l'appareil de l'invention.

Comme indiqué sur la figure 2(A), l'élément métallique 2 comprend plusieurs plaques métalliques rectangulaires 14 avec un bord supérieur aigu. Les plaques 14 sont réalisées de préférence en un métal ayant une conductibilité thermique élevée comme le cuivre, et elles peuvent être faites également en fer ou en acier. Les différentes plaques 14 sont serrées en entier, avec des écarteurs 15 entre les différentes plaques 14, à la base de celles-ci, par au

moins deux barres de serrage 16 pénétrant dans les plaques 14 et dans les écarteurs 15 à des intervalles déterminés (ces intervalles formant les rainures de refroidissement 13), un élément de refroidissement 2 ayant plusieurs rainures de refroidissement 13 sur sa surface extérieure.

Comme on le voit sur la figure 2(A), chaque rainure 13 comprend une section d'entrée s'évasant vers l'extérieur et composée de surfaces d'ouverture 13c et 13d opposées mutuellement et ayant un angle d'inclinaison relativement grand par rapport à la verticale, pour l'introduction d'un laitier fondu, et une section de refroidissement se rétrécissant graduellement dans le sens de la profondeur, et suivant immédiatement cette section d'entrée, la section de refroidissement étant composée de surfaces de refroidissement 13a et 13b opposées mutuellement et ayant un petit angle d'inclinaison par rapport à la verticale, à la suite des deux surfaces d'ouverture 13c et 13d, pour refroidir et solidifier le laitier fondu en un laitier vitreux.

Comme le montre la figure 2(A), le fond de chacune des rainures 13 ayant la structure mentionnée ci-dessus est équipé d'une planche de poussée 17 ayant une section droite en forme de T renversé, qui comprend une plaque rectangulaire 17c ayant une longueur sensiblement égale à la longueur de la rainure 13, et un arrêtoir 17b servant également de poids fixé à une extrémité de la plaque 17c de façon que l'autre extrémité de cette plaque 17c soit introduite dans la rainure 13 et que l'extrémité fixée à l'arrêtoir 17b dépasse de la surface arrière de l'élément métallique 2. Le bout de l'autre extrémité de la plaque 17c introduit dans la rainure 13 est rendu plus épais au sommet et il forme la surface de fond de la rainure 13. La plaque 17c de la planche 17 introduite dans la rainure 13 est munie d'un trou 17a plus grand que l'écarteur 15 qui pénètre dans le trou 17a. La planche 17 peut donc glisser vers le haut et vers le bas dans la rainure 13 dans le sens de la profondeur de la rainure 13, dans la limite du jeu entre le trou 17a et l'écarteur 15.

La figure 2(A) représente l'état de la planche 17 quand l'élément métallique 2 atteint la position avancée supérieure de la bande 1, c'est-à-dire quand les rainures 13 de l'élément 2 atteignent la position avec leurs ouvertures dirigées vers le haut (position

'appelée ci-après "position positive") pendant le trajet de la bande 1. A la position positive, la planche 17 est placée à la position la plus basse. D'une façon plus particulière, à la position positive, la planche 17 glissant dans le sens de la profondeur de la rainure 13 par le poids de l'arrêtoir 17b et/ou par l'action d'un restaurateur décrit ci-après, s'arrête quand l'extrémité supérieure de la plaque 17c de la planche 17 est coincée par les deux surfaces de refroidissement opposées 13a et 13b constituant la section de refroidissement qui se rétrécit dans le sens de la profondeur de la rainure 13. Dans cet état, la rainure 13 est plus profonde et peut recevoir du laitier fondu. D'autre part, quand l'élément de refroidissement 2 atteint la position inférieure de retour de la bande 1, c'est-à-dire quand les rainures de refroidissement 13 de l'élément 2 atteignent la position avec les ouvertures dirigées vers le bas (position appelée ci-après "position renversée") le long du trajet de la bande 1, la planche 17 est poussée dans la rainure 13 par un dégarnisseur décrit plus loin, jusqu'à ce que l'arrêtoir 17b vienne en contact avec la surface arrière de l'élément 2. Dans cet état, la profondeur de la rainure 13 est la plus petite.

La section de refroidissement de la rainure 13, qui est composée de deux surfaces opposées 13a et 13b doit avoir de préférence une largeur de 3 à 10 mm au sommet, et la section de refroidissement de la rainure 13 doit avoir de préférence une profondeur de 2 à 20 fois la largeur au sommet ci-dessus mentionnée dans la position positive, c'est-à-dire quand la planche 17 est dans la position la plus basse. Cela parce que, avec une largeur au sommet de la rainure 13 inférieure à 3 mm, il est impossible de couler de façon satisfaisante le laitier fondu dans la section de refroidissement de la rainure 13, et d'autre part, avec une largeur au sommet supérieure à 10 mm, on ne peut pas obtenir une vitesse de refroidissement suffisamment élevée pour vitrifier complètement le laitier fondu, à cause de l'intervalle trop grand entre les surfaces 13a et 13b, d'où il résulte une cristallisation partielle et non une vitrification du laitier fondu. Avec une profondeur de la section de refroidissement de la rainure 13 de moins de deux fois la largeur au sommet, le rendement de l'opération est faible, à cause de la trop faible quantité de laitier fondu traité. Avec une profondeur

de la section de refroidissement de la rainure 13 supérieure à vingt fois la largeur au sommet, d'autre part, il est difficile de sortir de façon satisfaisante un laitier vitreux refroidi et solidifié de la section de refroidissement de la rainure 13. Afin d'obtenir une

5 vitesse de refroidissement désirée, la plaque 14 doit avoir une épaisseur, à la position au sommet de la section de refroidissement de la rainure 13, d'au moins deux fois, et de préférence au moins trois fois, la largeur du sommet de la section de refroidissement.

Comme indiqué sur la figure 1(A), un réservoir 3 à

10 laitier fondu est placé au-dessus de l'amont de la position supérieure avançante de la bande 1. Le réservoir 3 reçoit un laitier fondu 5 d'un haut fourneau (non représenté) au travers d'une goulotte 4 d'alimentation. Le laitier 5 reçu dans le réservoir 3 est coulé dans les différentes rainures 13 de l'élément de refroidissement 2 à la posi-

15 tion positive, parmi tous les éléments 2 formant la bande 1 en déplacement, au travers d'une busette de coulée 3a à la base du réservoir 3.

Sur la figure 1(A), le repère 6 désigne un dégarnisseur équipé de rouleaux 6a. Le dégarnisseur 6 est placé en amont de la

20 position de retour inférieur de la bande 1, au voisinage de la surface arrière de l'élément 2 en position renversée. Le dégarnisseur 6 est maintenu de façon stationnaire à une position déterminée par un support (non représenté) tel qu'une barre. Les rouleaux 6a du dégarnisseur 6 poussent les plaques 17c, en contact avec les arrêtoirs

25 17b des planches 17 de l'élément 2 en position inverse, ces plaques étant poussées dans les rainures 13 jusqu'à ce que les arrêtoirs 17b viennent en contact avec la surface arrière de l'élément 2. Il en résulte que le laitier vitreux refroidi et solidifié dans les rainures 13 est poussé en dehors des rainures 13 et déchargé dans un réceptacle

30 8 le laitier vitreux. Un dégarnisseur comprenant un vibreur et une extrémité vibrante peut être utilisé à la place du dégarnisseur 6 ci-dessus mentionné. Dans ce cas, les plaques 17c des planches 17 peuvent pénétrer dans les rainures 13 jusqu'à ce que les arrêtoirs 17b viennent en contact avec la surface arrière de l'élément 2 par appli-

35 cation de vibrations à cette surface arrière au moyen de l'extrémité vibrante du vibreur, et le laitier vitreux 7 dans les rainures 13 est déchargé dans le réceptacle 8.

Sur la figure 1(A), le repère 9 désigne plusieurs buses de pulvérisation. Les différentes buses 9 sont placées sur le côté aval du dégarnisseur 6 dans la position de retour inférieur de la bande 1. Les différentes buses 9 pulvérisent l'eau de refroidissement pour refroidir les éléments 2 en déplacement, chauffés par le laitier fondu 5 à haute température, coulé dans les rainures 13 après dégarnissage du laitier vitreux 7. Les éléments 2 formant la courroie 1, qui ont été chauffés par le laitier 5, sont ainsi refroidis successivement. Puisque l'eau de refroidissement est vaporisée sur l'élément 2 en position renversée, c'est-à-dire à la position avec les rainures 13 dirigées vers le bas, l'eau de refroidissement ne reste jamais dans les rainures 13 et cette eau déposée sur la surface de l'élément 2 est immédiatement évaporée par la chaleur maintenue dans les éléments 2. Il n'y a donc aucun danger d'explosion de la vapeur au moment de la coulée du laitier fondu 5 dans les rainures 13.

Sur la figure 1(A), le repère 12 désigne un restaurateur de la planche de poussée 17. Le restaurateur 12 est placé au voisinage de la surface arrière de l'élément 2 en position positive sur le côté amont du réservoir 3 dans la position supérieure avançante de la bande 1. Le restaurateur 12 est maintenu stationnaire à une position prescrite par un support (non représenté) tel qu'une barre. Le restaurateur 12 tire la planche 17 qui a été poussée dans les rainures 13 par le dégarnisseur 6 vers la position inférieure, c'est-à-dire la position de réception de laitier fondu 5. Le restaurateur 12 comprend par exemple un aimant et il tire la planche 17 sous l'effet du magnétisme de l'aimant vers la position la plus basse. Dans ce cas, par suite, au moins une partie de l'arrêtoir 17b de la planche 17 doit être réalisée en matériau magnétique tel que l'acier. Quand l'arrêtoir 17b est réalisé en matériau non magnétique tel que du carbure de silicium, le restaurateur 12 peut être réalisé de façon à tirer mécaniquement la planche 17. Bien qu'on n'ait installé qu'un seul restaurateur 12, il est souhaitable de disposer au moins deux restaurateurs 12 pour des questions de sécurité, parce qu'un retrait insuffisant de la planche 17 s'il se produit peut être dangereux.

Avec l'appareil de l'invention ayant la structure décrite ci-dessus, un laitier vitreux de haut fourneau est réalisé de la façon suivante. D'une façon plus particulière, comme le montre



la figure 1(A), un laitier fondu 5 introduit dans un réservoir 3 au travers d'une goulotte d'alimentation 4 est coulé au travers de la busette 3a dans les différentes rainures de refroidissement 13 de l'élément métallique de refroidissement 2 en position positive 5 (c'est-à-dire à la position de réception du laitier fondu) en amont de la position supérieure de la bande 1 se déplaçant dans le sens de la flèche sur le dessin, puis le laitier est refroidi et solidifié à une vitesse de refroidissement élevée par les deux surfaces de refroidissement opposées 13a et 13b composant la section 10 de refroidissement des rainures 13, ce qui donne un laitier de haut fourneau à peu près complètement vitrifié.

Ensuite, pendant le déplacement de la bande 1, quand l'élément 2 rempli de laitier vitreux solidifié atteint l'amont de la position de retour inférieure de la bande 1 (l'élément 2 étant 15 en position renversée) la planche de poussée 17 de l'élément de refroidissement 2 est poussée dans les rainures de refroidissement 13 par le dégarnisseur 6, et ainsi le laitier refroidi et solidifié 7 est poussé hors des rainures 13 sous forme granulaire ou en feuilles, et il tombe dans le réceptacle 8. En outre, comme indiqué ci-dessus, 20 puisque le laitier fondu 5 est refroidi rapidement dans un état dans lequel son expansion est réduite par les deux surfaces de refroidissement opposées 13a et 13b composant la section de refroidissement des rainures 13, le laitier vitreux obtenu non seulement est à peu près complètement vitrifié, mais également possède une porosité très 25 faible et une contrainte interne importante. Le laitier vitreux obtenu est donc excellent au point de vue broyage.

Ainsi, l'élément 2 en position renversée, qui a été vidé après décharge du laitier vitreux, atteint, au cours du déplacement de la bande 1, l'endroit des buses de pulvérisation 9 où 30 l'élément 2 est refroidi jusqu'à une température prescrite par la pulvérisation d'eau de refroidissement venant des buses 9.

Ensuite, quand l'élément 2 ainsi refroidi atteint, en suivant le déplacement de la bande 1, l'amont de la position supérieure de la bande 1 (l'élément 2 étant retourné à la position 35 positive), la planche de poussée 17 de l'élément 2 est amenée par le restaurateur 12 à la position la plus basse, c'est-à-dire à la position de réception du laitier fondu. Quand l'élément 2 atteint à

nouveau la position où est installé le récipient 3, le laitier fondu est coulé dans les rainures 13 de l'élément 2, comme indiqué ci-dessus, et ainsi, la fabrication de laitier vitreux est réalisée en continu.

5                    Quand on utilise les éléments de refroidissement 2 de l'invention, le laitier fondu 5 est à peu près complètement vitrifié au cours d'un séjour dans les rainures 13 d'environ 3 à 7 secondes à partir du début de la coulée dans lesdites rainures. La longueur et la vitesse de déplacement de la bande 1 sont donc prévues de façon à donner un temps de séjour dans les limites indiquées ci-dessus.

10                    Les différentes buses de vaporisation 9 décrites ci-dessus en se reportant à la figure 1(A) peuvent être remplacées par un réservoir de refroidissement 11, comme indiqué dans la coupe schématique de la figure 1(B). Sur cette figure, 11 représente un  
15                    réservoir de refroidissement contenant de l'eau. Le réservoir 11 est placé en dessous de la bande 1 de façon que le brin inférieur de retour de la bande soit immergé dans l'eau de refroidissement du réservoir 11. Les différents éléments 2 composant la bande 1 sont  
20                    immergés successivement, au cours du déplacement de la bande, dans l'eau de refroidissement du réservoir 11, ce qui refroidit les éléments 2 chauffés par le laitier fondu à haute température et coulé dans les rainures 13. En vue d'une conduction plus efficace du refroidissement par les éléments 2, l'installation d'au moins une buse submergée (non représentée) dans le réservoir 11 donne des résultats  
25                    satisfaisants. Cette buse submergée éjecte l'eau de refroidissement, sous la surface de l'eau du réservoir 11, vers les surfaces des éléments 2, dans le sens longitudinal des rainures 13 des éléments 2 immergés dans le réservoir 11. L'élément 2 étant immergé en position renversée, l'eau de refroidissement ne reste jamais dans les rainures  
30                    13. L'eau de refroidissement déposée sur la surface de l'élément 2 est évaporée par la chaleur conservée par l'élément 2 immédiatement après que celui-ci sort de l'eau de refroidissement du réservoir 11. Il n'y a donc aucun danger d'explosion de vapeur au moment de la nouvelle coulée de laitier fondu 5 dans les rainures 13.

35                    Quand on utilise l'appareil de fabrication de laitier vitreux comportant le réservoir de refroidissement 11 représenté sur la figure 1(B), le laitier vitreux 7 refroidi et solidifié dans les rainures 13 est déchargé par le dégarnisseur 6 sous forme de grains

ou de feuilles dans l'eau de refroidissement du réservoir 11. Non seulement la température de l'eau de refroidissement du réservoir 11 est amenée presque au point d'ébullition par l'échange de chaleur avec les éléments 2 et le laitier 7, mais également ce laitier 7 a encore  
5 une température élevée. Par suite, quand le laitier 7 déchargé dans l'eau du réservoir 11 est sorti par un moyen approprié (non représenté), l'eau déposée sur la surface du laitier 7 est immédiatement évaporée. En outre, comme on l'a indiqué ci-dessus, puisque le laitier fondu est refroidi rapidement à un état dans lequel son  
10 expansion est restreinte, dans l'invention, le laitier vitreux résultant a une porosité très basse. Par suite, le laitier vitreux ainsi obtenu est à peu près sans eau, même quand il est déchargé dans l'eau de refroidissement. Sur la figure 1(B), les mêmes numéros de référence que sur la figure 1(A) représentent les mêmes objets que sur cette  
15 figure.

Dans l'élément de refroidissement 2 décrit ci-dessus en se reportant à la figure 2(A), un arrêtoir 17**b** est fixé à une extrémité de chacune des différentes plaques 17**c**. Comme le montre la figure 2(B), un arrêtoir unique et commun 17'**b** peut être fixé aux  
20 extrémités des différentes plaques 17**c**. Sur la figure 2(B), les mêmes numéros de référence que ceux de la figure 2(A) représentent les mêmes objets.

L'élément de refroidissement 2 décrit ci-dessus en se reportant à la figure 2(A) peut être remplacé par un autre élément  
25 de refroidissement 2' représenté dans la coupe schématique de la figure 2(C). Cet élément 2' comprend une plaque métallique rectangulaire unique 14' qui est munie, sur sa surface extérieure, par moulage ou par usinage, d'un certain nombre de rainures de refroidissement 13' comportant une section d'entrée et une section de  
30 refroidissement ayant la même forme et les mêmes dimensions que les rainures de refroidissement 13 comprenant la section d'entrée et la section de refroidissement quand la planche de poussée 17 est à sa position la plus basse décrite ci-dessus en détail en se reportant à la figure 2(A). D'une façon plus particulière, chacune des rainures  
35 13' comprend une section d'entrée s'évasant vers l'extérieur, composée de deux surfaces d'ouverture opposées 13'**c** et 13'**d** ayant un angle d'inclinaison relativement grand par rapport à la verticale,

pour l'introduction d'un laitier fondu de haut fourneau, et une section de refroidissement se rétrécissant progressivement dans le sens de la profondeur, immédiatement à la suite de la section d'entrée et composée de deux surfaces de refroidissement opposées 13'a et 13'b ayant un petit angle d'inclinaison par rapport à la verticale, et faisant suite aux deux surfaces d'ouverture 13'c et 13'd pour le refroidissement et la solidification du laitier fondu se transformant en laitier vitreux. Comme on l'a indiqué ci-dessus, la surface du fond de chacune des rainures 13 de l'élément 2 décrit en se reportant à la figure 2(A) est constituée par l'extrémité supérieure de la plaque 17c de la planche 17, alors que l'élément 2' de la figure 2(C) n'a pas de partie composante spéciale telle que la planche 17, et la surface de fond de la rainure de refroidissement 13' est constituée seulement de plaques métalliques.

Quand on utilise l'élément de refroidissement 2' représenté sur la figure 2(C), le dégarnisseur 6 équipé de rouleaux 6a doit être remplacé par un dégarnisseur 6 comprenant un vibreur et une extrémité vibrante. Dans ce cas, les vibrations sont appliquées à la face arrière de l'élément 2' par l'élément vibrant du vibreur, ce qui force le laitier vitreux refroidi et solidifié dans les rainures 13' à tomber desdites rainures 13'. Quand on utilise l'élément 2' représenté sur la figure 2(C), il est inutile de mentionner qu'un restaurateur 12 n'est pas nécessaire.

L'appareil de l'invention va être décrit plus en détail au moyen d'un exemple.

#### Exemple

Une bande convoyeuse sans fin 1 avec une distance entre deux poulies 10 et 10 de 2 m, comme indiqué sur la figure 1(B), a été réalisée par liaison continue entre des éléments de refroidissement métalliques 2 en cuivre d'une épaisseur de 60 mm, ayant une structure telle que celle qui est décrite ci-dessus en se reportant à la figure 2(A). La surface extérieure de chacun des éléments 2 a été munie de vingt rainures de refroidissement 13 comprenant chacune une section d'entrée et une section de refroidissement dont le sens longitudinal est sensiblement parallèle au sens de déplacement de la bande 1. L'extrémité supérieure de la section de refroidissement de chaque rainure 13 possède une largeur de 4 mm ; la surface du fond de la

section de refroidissement, quand la planche 17 est en position la plus basse, avait une largeur de 2 mm ; et la section de refroidissement avait une profondeur de 40 mm quand la planche 17 était dans sa position la plus basse. Chacune des plaques métalliques 14 composant l'élément 2 avait une épaisseur de 15 mm à l'extrémité supérieure de la section de refroidissement.

Ensuite, du laitier fondu 5 de haut fourneau dans le réservoir 3 a été coulé au travers de la busette de coulée 3a dans les rainures de refroidissement 13 de l'élément 2 ayant atteint l'amont de la position supérieure de la bande 1, en prenant ainsi la position positive, c'est-à-dire la position de réception de laitier fondu, pendant le déplacement de la bande convoyeuse 1 à une vitesse de 0,2 à 0,3 m par seconde, par suite de l'entraînement des poulies 10 au moyen d'un moteur non représenté, de sorte que la section de refroidissement était sensiblement remplie avec le laitier fondu 5. Le laitier fondu coulé était rapidement refroidi à une vitesse de refroidissement élevée par les deux surfaces de refroidissement opposées 13a et 13b composant la section de refroidissement des rainures 13, ce qui le transformait en laitier à peu près complètement vitrifié.

Ensuite, quand l'élément de refroidissement 2 rempli de laitier vitreux atteignait l'amont de la position de retour inférieur de la bande 1 (c'est-à-dire quand l'élément 2 venait dans l'eau de refroidissement du réservoir 11) au cours du déplacement de la bande 1, les planches de poussée 17 des éléments 2 en position renversée étaient poussées par le dégarnisseur 6 dans les rainures 13, de sorte que le laitier vitreux 7 refroidi et solidifié dans les rainures 13 était poussé dehors sous forme de grains ou de feuilles tombant des rainures 13 dans le réservoir 11. Quand le laitier vitreux tombé dans l'eau du réservoir 11 était retiré par un moyen approprié (non représenté) de ce réservoir, l'eau déposée à la surface du laitier 7 était immédiatement évaporée et ainsi, on obtenait un laitier vitreux à peu près sans eau.

D'autre part, quand l'élément 2 vidé en position renversée et refroidi par l'eau du réservoir 11 atteignait la position d'installation du restaurateur 12 à l'amont de la position supérieure d'avance de la bande 1 au cours du déplacement de la bande 1 (l'élé-

ment 2 étant retourné à la position positive à ce moment), les  
planches 17 de l'élément 2 étaient retirées par le restaurateur 12  
en position la plus basse, c'est-à-dire vers la position de réception  
de laitier fondu, et ainsi, l'élément 2 retourné à l'état de récep-  
5 tion de la prochaine fournée de laitier fondu.

Le laitier vitreux (appelé dans ce qui suit "laitier de  
l'invention") obtenu par l'appareil de l'invention comme indiqué  
ci-dessus et un laitier granulé à l'eau et séché obtenu par un  
procédé de fabrication conventionnel (laitier appelé simplement  
10 dans ce qui suit "laitier conventionnel granulé à l'eau") ont été  
soumis individuellement à un broyage grossier et à une extraction  
de fer et ils ont été réglés à une dimension de particules supérieure  
à 1,2 mm. Un test de broyage a été réalisé sur des échantillons pesant  
chacun 2 kg à partir du laitier de l'invention et du laitier conven-  
15 tionnel granulé à l'eau, la dimension de particules de chacun étant  
ajustée. Le test de broyage a été réalisé en utilisant un broyeur à  
petites billes chargé de 20 kg de billes d'acier ayant un diamètre  
de 22 mm, par mesure du temps de broyage nécessaire jusqu'à ce que  
la finesse de Blaine, basée sur le procédé Blaine de perméabilité  
20 à l'air, atteigne 4200 cm<sup>2</sup>/g pour chacun des échantillons.

Le temps de broyage mesuré dans le test ci-dessus était  
le suivant :

- a) échantillons de laitier de l'invention :  
de 167 à 200 minutes ;
- 25 b) échantillons de laitier conventionnel granulé à l'eau :  
de 207 à 220 minutes.

Ainsi, l'aptitude au broyage exprimée en temps de  
broyage est plus élevée de 10 à 20 % dans le laitier de l'invention  
que dans le laitier conventionnel. En outre, la finesse de Blaine a  
30 été mesurée pour chacun des échantillons à des intervalles de 20  
minutes jusqu'à ce que la finesse de Blaine atteigne 4000 cm<sup>2</sup>/g à  
partir du début du test de broyage. Suivant les résultats de cette  
mesure, le laitier de l'invention avait une aptitude plus élevée  
d'environ 15 à 20 % que le laitier conventionnel, même pour les  
35 valeurs basses de la finesse de Blaine.

Ensuite, le laitier de l'invention finement pulvérisé  
jusqu'à une finesse de Blaine de 4200 cm<sup>2</sup>/g a été mélangé avec du

- ciment Portland ordinaire à un taux en poids de 4 : 6, et un ciment de haut fourneau appelé dans la norme industrielle japonaise (NIJ) R 5211-1977 a été préparé par addition de plâtre de façon à donner une teneur en  $\text{SO}_3$  dans le ciment de haut fourneau de 2 % en poids.
- 5 A partir du ciment résultant, des échantillons de mortier ayant des dimensions de 4 cm x 4 cm x 16 cm ont été préparés pour le test de résistance spécifié dans les NIJ R 5201-1977 ont été préparés par mélange et pétrissage du ciment résultant, de sable standard et d'eau suivant un rapport en poids de 1 : 2 : 0,65. D'autre part,
- 10 pour des raisons de comparaison, un autre échantillon de mortier a été préparé dans les mêmes conditions que celles qui sont indiquées ci-dessus, sauf que le mortier conventionnel granulé à l'eau, finement pulvérisé à la même finesse de Blaine (4200  $\text{cm}^2/\text{g}$ ) a été utilisé à la place du laitier de l'invention. La résistance à la compression
- 15 et la résistance au flambage ont été mesurées pour chacun des échantillons de mortier aux âges de 3, 7, 14 et 28 jours. Les résultats de mesure de la résistance à la compression ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) sont représentés sur la figure 3, et les résultats des mesures de la résistance au flambage ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), sur la figure 4. Sur les figures 3 et 4, la ligne
- 20 continue reliant les points matérialisés par un petit cercle représente les échantillons de mortier préparés avec le mortier de l'invention, et la ligne en pointillé reliant les points matérialisés par des petits triangles représente les échantillons de mortier préparés avec le laitier conventionnel.
- 25 Comme il est évident à partir des figures 3 et 4, la résistance à la compression et la résistance au flambage du mortier du ciment de haut fourneau fabriqué avec le laitier de l'invention ne montrent presque aucune différence avec celles du mortier du ciment de haut fourneau fabriqué avec le laitier conventionnel
- 30 granulé à l'eau, ce qui indique qu'il n'y a pas de différence remarquable dans l'hydraulicité entre les deux laitiers.

Ensuite, une analyse thermique différentielle a été réalisée sur du laitier finement pulvérisé de l'invention et du laitier conventionnel finement pulvérisé. Les résultats de cette

35 analyse sont représentés sur la figure 5. Sur celle-ci, la pointe exothermique maximale observée dans la région de températures comprises environ entre 860 et 870°C a été provoquée par la chaleur

de dévitrification du verre. Les résultats de l'analyse donnés sur la figure 5 indiquent que le laitier de l'invention, ayant une pointe exothermique plus élevée que le laitier conventionnel, possède un potentiel interne plus élevé, et par suite une structure moins stable que le laitier conventionnel. Cela signifie que le laitier de l'invention a une réactivité plus grande et que par suite, il est plus approprié comme matériau pour un ciment que le laitier conventionnel.

Ensuite, 150 ml de solution aqueuse d'acide chlorhydrique demi-normale et 150 ml de solution aqueuse d'acide citrique à 2 % ont été ajoutés respectivement à 1 g de laitier de l'invention ayant une dimension de particules de plus de  $250\mu$  et à 1 g de laitier conventionnel ayant une dimension de particules supérieure à  $250\mu$ . Après agitation par rotation à une température de  $20^{\circ}\text{C}$  pendant 60 minutes, ces solutions ont été rapidement filtrées et les résidus ont été rincés et séchés pour une mesure de solubilité de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$  et  $\text{MgO}$ . Les résultats de cette mesure sont donnés sur le tableau ci-après. "T" représente la quantité totale de chaque constituant ; "S" représente la quantité dissoute de chaque constituant dans la solution aqueuse demi-normale d'acide chlorhydrique ; et "C" indique la quantité dissoute de chacun des constituants dans la solution aqueuse d'acide citrique à 2 %.

T A B L E A U

25		Solubilité (%)	
		Laitier de l'invention	Laitier conventionnel granulé à l'eau
	S, $\text{SiO}_2$ /T, $\text{SiO}_2$	93,5	89,8
	S, $\text{CaO}$ /T, $\text{CaO}$	99,3	100,0
	S, $\text{MgO}$ /T, $\text{MgO}$	95,1	98,7
30	C, $\text{MgO}$ /T, $\text{MgO}$	80,0	96,7

Comme il est évident à partir des résultats de mesure représentés sur le tableau, le laitier de l'invention a une solubilité plus grande du constituant  $\text{SiO}_2$  dans la solution aqueuse demi-normale d'acide chlorhydrique que le laitier conventionnel, ce qui indique que le laitier de l'invention possède une qualité excellente comme matériau de base pour un fertilisant au silicate de calcium.



Comme on l'a décrit ci-dessus en détail, l'appareil de fabrication de laitier vitreux de l'invention peut donner une vitesse de refroidissement suffisamment élevée pour vitrifier à peu près complètement un mortier fondu de haut fourneau, et de plus, le mortier est rapidement refroidi, sans venir en contact direct avec l'eau de refroidissement, dans un état dans lequel son expansion est réduite. Selon l'appareil de l'invention, il est donc possible de fabriquer un laitier vitreux ayant les excellentes qualités suivantes :

- 1) le laitier vitreux produit est à peu près complètement vitrifié ;
- 2) il est sensiblement sans eau à cause de la très faible porosité, ce qui, non seulement réduit les coût de transport, mais également élimine la nécessité des frais de séchage ;
- 3) il est excellent au point de vue facilité de broyage, à cause de sa grande tension interne, ce qui diminue le temps et le travail nécessaires pour une fine pulvérisation ; et
- 4) il a une grande qualité comme matériau de base pour un ciment ou pour un fertilisant au silicate de calcium.

Dans l'appareil à tambour tournant de l'invention antérieure décrit ci-dessus, l'augmentation du nombre des éléments métalliques de refroidissement par utilisation d'un tambour ayant un diamètre plus grand pour augmenter la capacité de production nécessite la mise en place de la portion inférieure du tambour dans une fosse réalisée dans le sol pour assurer un niveau suffisant entre le réservoir à laitier et les éléments métalliques de refroidissement, ce qui nécessite des frais d'installation plus élevés. Dans l'appareil de l'invention, au contraire, l'augmentation de la capacité de production peut être réalisée par la seule augmentation de la longueur de la bande convoyeuse sans fin, ce qui a pour résultat des frais d'installation plus faibles que dans l'appareil de l'invention antérieure.

Ainsi, l'appareil de l'invention pour la fabrication de laitier vitreux de haut fourneau comporte de nombreuses applications industrielles intéressantes.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux dispositifs ou procédés qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Appareil de fabrication de laitier de haut fourneau vitreux, caractérisé en ce qu'il comprend :
- une bande convoyeuse sans fin comportant une paire de
- 5 poulies, constituée par le raccordement sans fin de plusieurs éléments métalliques rectangulaires de refroidissement, chacun de ceux-ci ayant, sur sa surface extérieure, plusieurs rainures de refroidissement étroites et profondes dont la direction longitudinale est sensiblement parallèle à la direction de déplacement de la bande
- 10 convoyeuse, chacune des rainures de refroidissement comprenant une portion d'entrée évasée vers l'extérieur pour l'introduction d'un laitier fondu de haut fourneau, et une section de refroidissement se rétrécissant vers l'intérieur, à la suite de la section d'entrée, pour le refroidissement rapide et la solidification du laitier fondu
- 15 de haut fourneau en un laitier vitreux, la section de refroidissement ayant une largeur terminale au sommet comprise entre 3 et 10 mm et une profondeur comprise entre 2 et 20 fois ladite largeur terminale au sommet ;
- un moyen d'entraînement relié à au moins une desdites
- 20 paires de poulies pour le déplacement de la bande transporteuse sans fin ;
- un réservoir à laitier fondu placé au-dessus de l'amont de la position avançante supérieure de la bande transporteuse, ledit
- 25 réservoir à laitier fondu étant conçu pour recevoir un laitier fondu déchargé d'un haut fourneau et pour faire couler le laitier ainsi reçu dans la pluralité de rainures de refroidissement de l'élément métallique de refroidissement atteignant l'amont de la position supérieure avançante de la bande convoyeuse au cours du déplacement
- 30 de celle-ci ;
- un dégarnisseur placé, à l'amont du brin inférieur de retour de la bande, dans une position déterminée voisine de la surface arrière de la bande, le dégarnisseur étant prévu pour enlever
- un laitier vitreux de haut fourneau, refroidi et solidifié, des
- 35 rainures de refroidissement de l'élément métallique de refroidissement ;
- et
- un moyen de refroidissement placé à une position déterminée dans le brin inférieur de retour de la bande, ce moyen de

refroidissement étant conçu pour refroidir successivement les éléments métalliques de refroidissement chauffés par le laitier fondu à haute température coulé dans les rainures de refroidissement, après enlèvement du laitier vitreux.

- 5 2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que chacun des éléments métalliques de refroidissement comprend plusieurs plaques métalliques rectangulaires, chacune avec un bord supérieur aigu, et en ce que ces plaques de métal sont serrées
- 10 métalliques, à la portion inférieure de celles-ci, par au moins deux tiges de fixation pénétrant dans les plaques métalliques et les écarteurs, à des intervalles déterminés, de sorte que les éléments métalliques de refroidissement possèdent un certain nombre de rainures de refroidissement correspondant auxdits intervalles déterminés,
- 15 et en ce que le fond de chacune des différentes rainures de refroidissement est muni d'une planche de poussée comprenant une plaque rectangulaire ayant sensiblement la même longueur que la rainure de refroidissement, et d'un arrêtoir fixé à une extrémité de la plaque de manière que l'autre extrémité de cette plaque soit introduite
- 20 dans la rainure de refroidissement et que l'extrémité fixée à l'arrêtoir dépasse de la surface arrière de l'élément métallique de refroidissement, et en ce que la planche de poussée peut glisser dans le sens de la profondeur de la rainure de refroidissement, le bout de l'autre extrémité de la plaque introduit dans la rainure
- 25 formant la surface du fond de la rainure.
3. Appareil selon la revendication 2, caractérisé en ce que les planches de poussée respectives introduites dans les différentes rainures de refroidissement possèdent un seul arrêtoir commun, au lieu des arrêtoirs respectifs.
- 30 4. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que chacun des éléments métalliques de refroidissement comprend une plaque métallique rectangulaire unique, et en ce que la surface extérieure de ladite plaque est munie d'un certain nombre de rainures de refroidissement.
- 35 5. Appareil selon la revendication 2, caractérisé en ce que le dégarnisseur comprend au moins un rouleau.
6. Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce

que le dégarnisseur comprend au moins un rouleau.

7. Appareil selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit dégarnisseur comprend au moins un vibreur.

8. Appareil selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend un restaurateur placé à une position déterminée voisine de la surface arrière de la bande convoyeuse sur le côté amont du réservoir de laitier fondu dans la position avançante supérieure de la bande convoyeuse, et en ce que le restaurateur est conçu pour tirer les planches de poussée de l'élément métallique de refroidissement vers la position la plus basse.

9. Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend un restaurateur placé à une position déterminée voisine de la surface arrière de la bande convoyeuse sur le côté amont du réservoir de laitier fondu dans la position avançante supérieure de la bande convoyeuse, et en ce que le restaurateur est conçu pour tirer les planches de poussée de l'élément métallique de refroidissement vers la position la plus basse.

10. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le moyen de refroidissement comprend un certain nombre de buses de pulvérisation placées à une position déterminée voisine de la bande convoyeuse sur le côté aval du dégarnisseur dans la position de retour inférieur de la bande, et en ce que ces différentes buses sont conçues pour pulvériser l'eau de refroidissement, dans la position inférieure de retour de la bande convoyeuse, sur l'élément métallique de refroidissement en position renversée chauffé en déplacement par le laitier fondu à haute température coulé dans les rainures de refroidissement, après dégarnissage du laitier vitreux, cette pulvérisation refroidissant successivement les éléments métalliques de refroidissement qui constituent la bande convoyeuse.

11. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le moyen de refroidissement comprend un réservoir de refroidissement contenant de l'eau et placé en dessous de ladite bande convoyeuse de façon que la portion inférieure de retour de cette bande soit immergée dans l'eau de refroidissement, et en ce que ce réservoir de refroidissement est conçu pour forcer

les éléments métalliques de refroidissement formant la bande convoyeuse à passer successivement au travers de l'eau de refroidissement dans le réservoir pendant le déplacement de la bande convoyeuse, ce qui refroidit successivement les éléments métalliques en position renversée chauffés par le laitier fondu à haute température coulé dans les rainures de refroidissement.

Fig. 1(A)

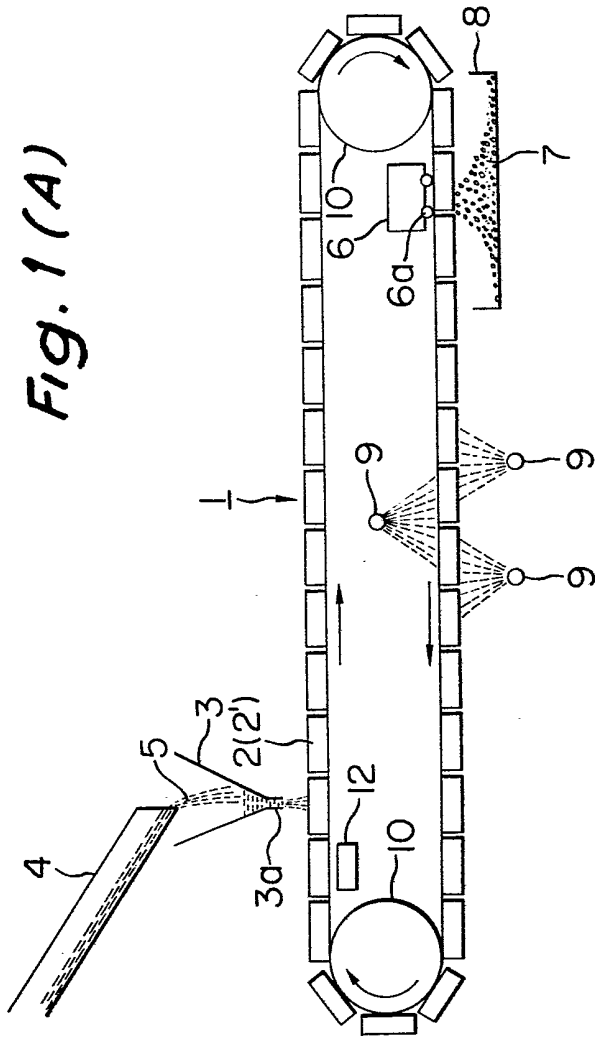
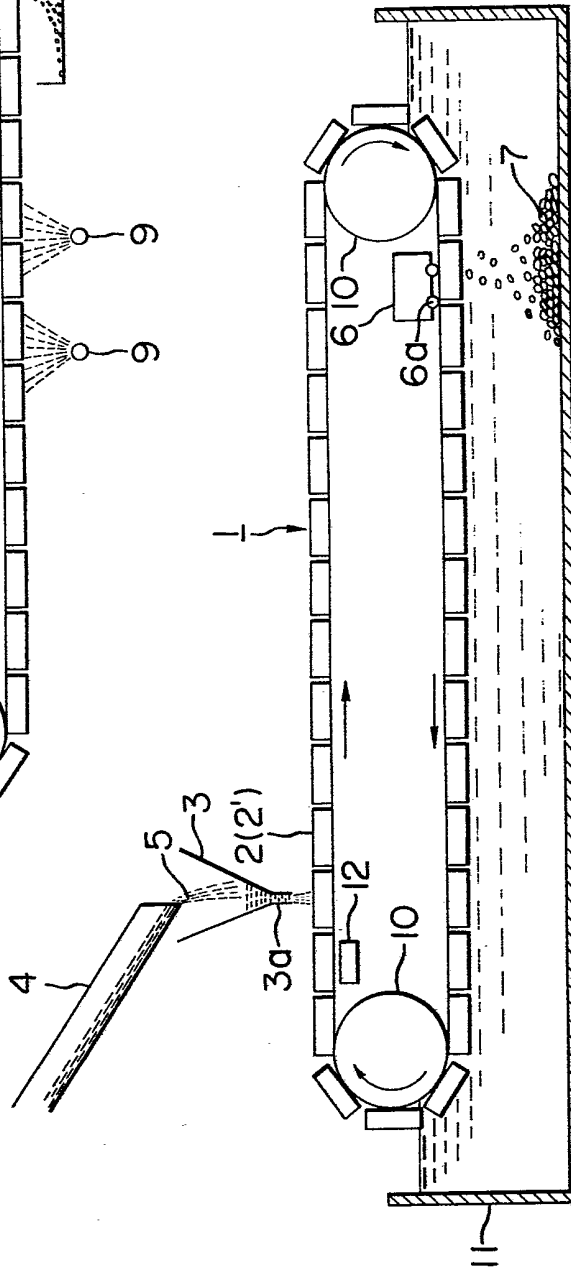


Fig. 1(B)



2/4

Fig. 2(A)

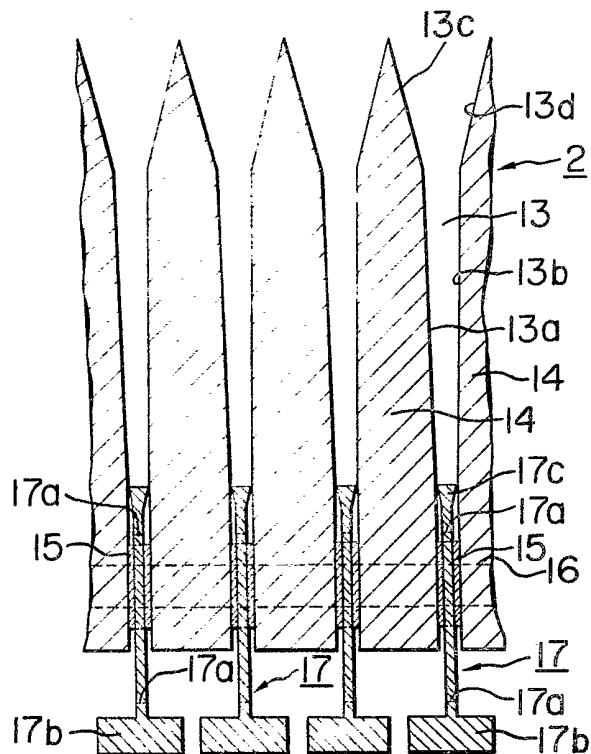


Fig. 2(c)

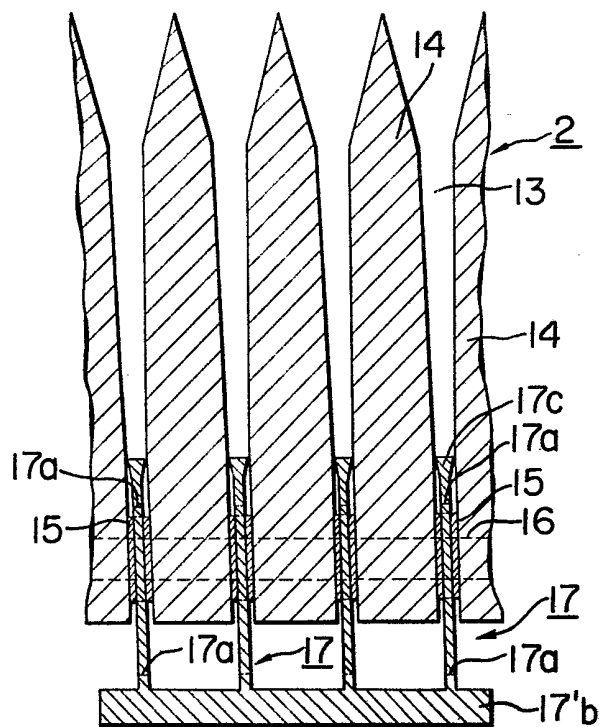
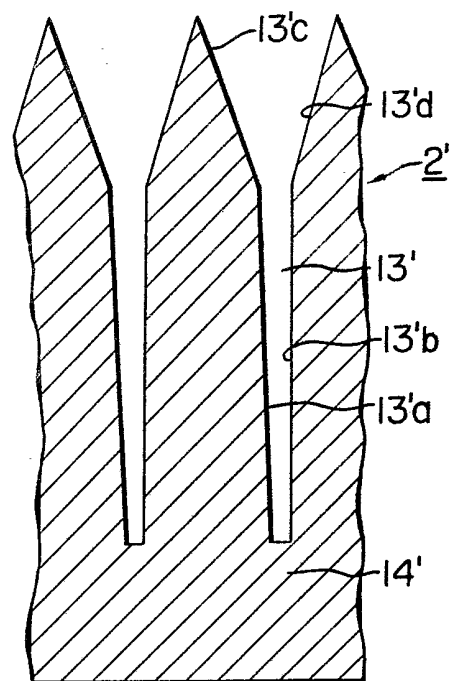


Fig. 2(B)



3/4

Fig. 3

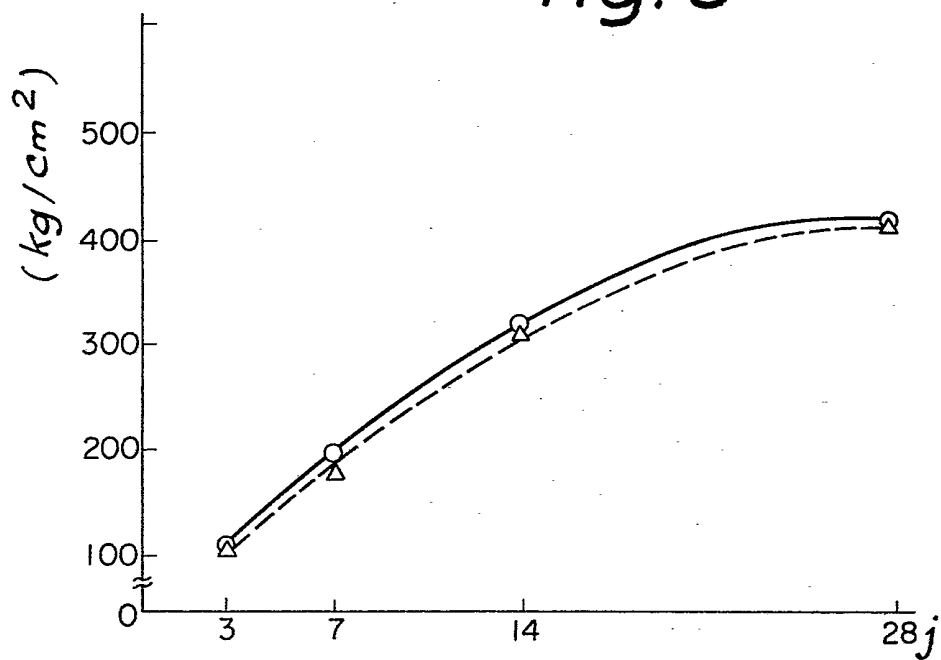
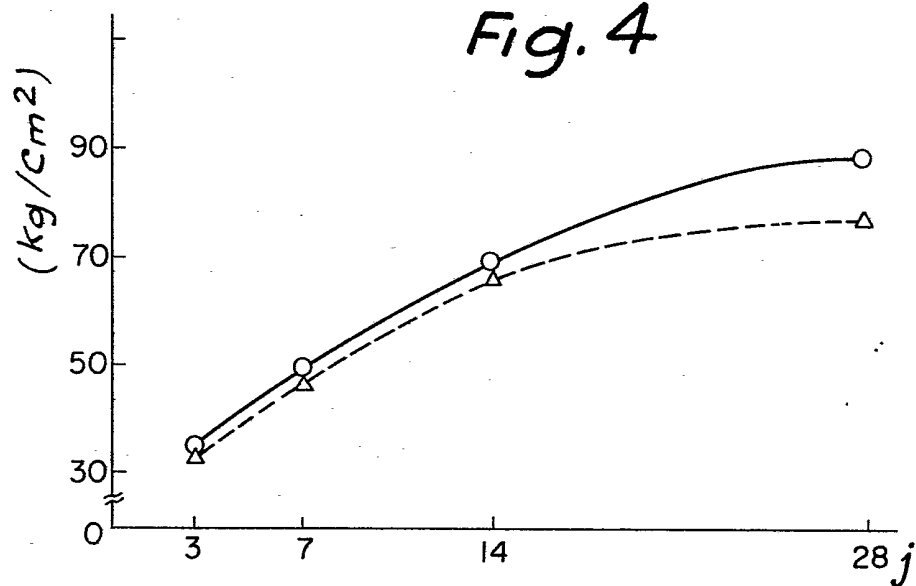


Fig. 4



4/4

*Fig. 5*