

⑫ **BREVET D'INVENTION** **B1**

⑤④ Ligne de refroidissement de matières solides granuleuses.

②② Date de dépôt : 26.01.23.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *FIVES FCB Société par actions
simplifiée (SAS)* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 02.08.24 Bulletin 24/31.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 28.02.25 Bulletin 25/09.

⑦② Inventeur(s) : ARBOS Joaquin et Calderon
Geovanni.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦③ Titulaire(s) : FIVES FCB Société par actions
simplifiée (SAS).

⑦④ Mandataire(s) : Bureau Duthoit Legros Associés.



Description

Titre de l'invention : Ligne de refroidissement de matières solides granuleuses

Domaine technique de l'invention

- [0001] L'invention concerne une ligne de refroidissement ainsi qu'un procédé de refroidissement mettant en œuvre celle-ci. De manière plus concise, l'invention concerne une ligne de refroidissement de matières solides granuleuses dont la température est supérieure à 1000 °C. En particulier, l'invention a trait à l'industrie de production de ciment, et les matières solides granuleuses sont du clinker destiné à la production de ciment.

Arrière-plan technique

- [0002] Les lignes de refroidissement font partie intégrante de la production de ciment.
- [0003] Le clinker est un constituant du ciment qui est produit à partir d'un mélange de calcaire et d'aluminosilicates.
- [0004] La clinkérisation est une étape au cours de laquelle le mélange de calcaire et d'aluminosilicates devient du clinker. Cette étape est réalisée, en fonction des sites de production et de la géologie environnante, à une température d'environ 1500°C.
- [0005] La clinkérisation se fait dans un four rotatif. Une fois le clinker obtenu, celui-ci doit être refroidi. Ce refroidissement est réalisé dans une ligne de refroidissement.
- [0006] Des lignes de refroidissement comprenant par exemple des refroidisseurs à grilles existent.
- [0007] Ces lignes de refroidissement sont particulièrement énergivores du point de vue électrique, cela étant lié à la mise en œuvre de dispositifs de ventilation soufflant au travers de grilles qui présentent d'importantes pertes de charges.
- [0008] Dans un contexte de réduction de l'impact environnemental des unités de production de clinker, les lignes de refroidissement sont un poste d'économie d'énergie potentiel.
- [0009] L'invention vise à réduire la consommation d'énergie des lignes de refroidissement afin d'améliorer le rendement énergétique global des installations de production de clinker.

Résumé de l'invention

- [0010] A cet effet, il est proposé en premier lieu une ligne de refroidissement de matières solides granuleuses chaudes dont la température est supérieure à 1000°C, la ligne de refroidissement comprenant :
- [0011] - un premier dispositif de production d'un premier flux d'air de refroidissement,
- [0012] - un premier refroidisseur muni d'au moins une grille destinée à recevoir les matières solides granuleuses, ladite grille étant apte à être traversée par le premier flux d'air de

refroidissement,

- [0013] - un deuxième refroidisseur agencé en aval du premier refroidisseur dans le sens de déplacement des matières solides granulaires, ledit deuxième refroidisseur étant rotatif et comprenant une entrée matière par laquelle entrent les matières solides granuleuses et une sortie matière par laquelle sortent les matières solides granuleuses et dans lequel circule un deuxième flux d'air de refroidissement,
- [0014] la ligne de refroidissement étant configurée pour que les matières solides granuleuses se déplacent successivement du premier refroidisseur au deuxième refroidisseur, ladite ligne de refroidissement comportant un circuit d'extraction d'air comprenant un dispositif d'extraction d'air, le circuit d'extraction d'air étant apte à produire en partie ledit deuxième flux d'air de refroidissement,
- [0015] le dispositif d'extraction d'air étant apte à extraire une première fraction du deuxième flux d'air de refroidissement.
- [0016] La ligne de refroidissement permet de garantir une efficacité suffisante de refroidissement. La ligne de refroidissement permet en outre d'optimiser la consommation d'énergie électrique nécessaire à son fonctionnement et également de récupérer au moins une partie de l'énergie thermique présente dans le clinker.
- [0017] Diverses caractéristiques supplémentaires peuvent être prévues seules ou en combinaison :
- [0018] - la ligne de refroidissement est agencée de sorte qu'une deuxième fraction non extraite du deuxième flux d'air se mélange au premier flux d'air dans le premier refroidisseur pour obtenir un mélange ;
- [0019] - la ligne de refroidissement comporte des moyens pour récupérer le mélange ;
- [0020] - le dispositif d'extraction d'air est configuré pour extraire de l'air à l'intérieur du deuxième refroidisseur ;
- [0021] - le dispositif d'extraction d'air comporte une extrémité d'extraction agencée à l'intérieur du deuxième refroidisseur ;
- [0022] - le deuxième refroidisseur s'étend selon une direction d'extension sensiblement parallèle à une direction de déplacement des matières solides granuleuses, ledit deuxième refroidisseur s'étendant sur une longueur L mesurée selon la direction d'extension, et dans laquelle, l'extrémité d'extraction est agencée dans le deuxième refroidisseur à une distance D supérieure ou égale à $0,5L$ mesurée selon la direction d'extension depuis la sortie matière et ladite extrémité d'extraction ;
- [0023] - la distance D est comprise entre $0,7L$ et $0,95L$;
- [0024] - le dispositif d'extraction comporte une conduite d'extraction agencée à l'intérieur du deuxième refroidisseur, ladite conduite d'extraction s'étendant sensiblement parallèlement au deuxième refroidisseur ;
- [0025] - la conduite d'extraction et le deuxième refroidisseur sont sensiblement

concentriques ;

- [0026] - l'au moins une grille du premier refroidisseur est fixe ;
- [0027] - le premier refroidisseur comporte au moins un concasseur pour concasser les matières solides granuleuses ;
- [0028] - le premier refroidisseur comporte une première portion et une deuxième portion, séparées l'une de l'autre par le concasseur, l'au moins une grille fixe de chaque portion étant inclinée pour que les matières solides granuleuses se déplacent sous l'effet de la gravité terrestre.
- [0029] Il est proposé en deuxième lieu un procédé de refroidissement de matière solides granuleuses au moyen d'une ligne de refroidissement telle que décrite ci-avant dans lequel, celui-ci comporte les opérations suivantes :
- [0030] - circulation d'au moins un premier flux d'air dans le premier refroidisseur à travers l'au moins une grille fixe,
- [0031] - circulation d'un deuxième flux d'air dans le deuxième refroidisseur produite en partie par le circuit d'extraction d'air connecté à la sortie matière,
- [0032] - extraction dans le deuxième refroidisseur, d'une première fraction du deuxième flux d'air.
- [0033] Diverses caractéristiques supplémentaires peuvent être prévues seules ou en combinaison :
- [0034] - l'étape d'extraction est réalisée de sorte à ne laisser qu'une deuxième fraction du deuxième flux d'air dans le deuxième refroidisseur ;
- [0035] - la deuxième fraction du deuxième flux d'air est dirigée vers le premier flux d'air pour être mélangée avec celui-ci, ledit mélange étant récupérée pour une utilisation ultérieure par des moyens pour récupérer ledit mélange ;
- [0036] - le premier flux d'air contribue à une part du mélange comprise entre 50% et 60%, et la deuxième fraction contribue à une part du mélange comprise entre 40 et 50% ;
- [0037] - le premier flux d'air contribue à une part du mélange d'environ 55%, et la deuxième fraction contribue à une part du mélange d'environ 45% ;
- [0038] - la première fraction extraite du deuxième flux d'air est comprise entre 65 et 80% du deuxième flux d'air.

Brève description des figures

- [0039] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la lecture de la description détaillée qui va suivre pour la compréhension de laquelle on se reportera au dessin annexé dans lequel :
- [0040] [Fig.1] la [Fig.1] est une représentation schématique d'une ligne de refroidissement selon l'invention.

Description détaillée de l'invention

- [0041] Sur la [Fig.1] est représentée une ligne 1 de refroidissement selon l'invention.
- [0042] La ligne 1 de refroidissement comprend un premier refroidisseur 2 et un deuxième refroidisseur 3.
- [0043] Le premier refroidisseur 2 comporte plusieurs grilles 4. Ces grilles 4 sont aptes à recevoir des matières solides granuleuses. Dans le cas présent, les matières solides granuleuses sont du clinker porté à une température supérieure à 1000°C dans un four 5 adjacent au premier refroidisseur 2.
- [0044] Ainsi qu'on peut le voir sur la [Fig.1], les grilles 4 sont inclinées dans le sens de déplacement du clinker, lequel sens de déplacement est représenté par des flèches 6 de déplacement. Cette inclinaison permet au clinker de se déplacer dans le premier refroidisseur 2 sous l'effet de la gravité et de sa forme géométrique laquelle est sensiblement sphérique.
- [0045] La ligne 1 de refroidissement comporte au moins un premier dispositif 7 de production d'un premier flux d'air 8 de refroidissement. Le premier dispositif 7 de production du premier flux d'air 8 est agencé de sorte que le premier flux 8 d'air de refroidissement passe au travers des grilles 4. Ainsi les grilles 4 sont aptes à être traversées par le premier flux 8 d'air. Les grilles 4 se présentent sous la forme de plaques métalliques perforées et dont les perforations présentent des dimensions inférieures au clinker afin que ce dernier ne puisse pas passer au travers des perforations.
- [0046] Le deuxième refroidisseur 3 est du type rotatif et est agencé en aval du premier refroidisseur 2 selon le sens de déplacement du clinker. Le deuxième refroidisseur 3 comporte une entrée 9 matière par laquelle entre le clinker sortant du premier refroidisseur 2 et qui est mitoyenne du premier refroidisseur 2. Le deuxième refroidisseur 3 comporte une sortie 10 matière par laquelle sort le clinker.
- [0047] La ligne 1 de refroidissement comprend avantageusement un circuit 19 d'extraction d'air apte à produire en partie un deuxième flux 12 d'air de refroidissement. Pour ce faire, le circuit 19 d'extraction d'air comporte :
- [0048] - un dispositif 17 d'extraction d'air apte à extraire une fraction du deuxième flux 12 d'air de refroidissement, et
- un ventilateur 23 d'extraction.
- [0049] Comme indiqué sur la [Fig.1], le circuit 19 d'extraction d'air comporte en outre une conduite 20 d'extraction, un échangeur 21 de chaleur, et un filtre 22. La conduite 20 d'extraction est en communication fluidique avec l'échangeur 21 de chaleur. L'échangeur 21 de chaleur est en communication fluidique avec le filtre 22. Le filtre 22 est en communication fluidique avec le ventilateur 23 d'extraction.
- [0050] L'échangeur 21 de chaleur est un échangeur de secours pour protéger le filtre 22 de sur-températures éventuelles.
- [0051] Ainsi, le circuit 19 d'extraction, par l'intermédiaire notamment du ventilateur 23

d'extraction, est apte à produire en partie le deuxième flux 12 d'air de refroidissement par soutirage d'air directement dans le deuxième refroidisseur 3. Une partie du deuxième flux 12 d'air de refroidissement peut se déplacer alors dans le deuxième refroidisseur 3 dans le sens opposé au déplacement du clinker, c'est-à-dire à contre-courant des matières circulant dans le deuxième refroidisseur 3 depuis l'entrée 9 matière vers la sortie 10 matière.

[0052] Le deuxième refroidisseur 3 est agencé de façon sensiblement horizontale ainsi qu'on peut le voir sur la [Fig.1]. Le deuxième refroidisseur 3 rotatif comporte avantageusement des releveurs des 13 agencés sur une face 14 intérieure d'un tambour 15 rotatif dudit deuxième refroidisseur 3. Ces releveurs 13 présentent un profil qui permet de remettre le clinker en suspension dans le flux d'air de refroidissement pour améliorer l'échange thermique.

[0053] Ainsi la ligne 1 de refroidissement est configurée pour que le clinker se déplace successivement du premier refroidisseur 2 au deuxième refroidisseur 3.

[0054] Cet agencement qui prévoit un premier refroidisseur 2 à grilles suivi d'un deuxième refroidisseur 3 rotatif et dans lequel le dispositif 17 d'extraction permet d'extraire une première fraction 27 du deuxième flux 12 d'air de refroidissement, permet de diminuer la consommation électrique tout en ayant une cinétique de refroidissement du clinker acceptable et tout en conservant un excellent rendement de récupération de l'énergie thermique contenue dans le clinker. Le premier refroidisseur 2 à grilles est énergivore du point de vue électrique car le premier flux d'air 8 est envoyé à haute pression pour traverser le lit de clinker étalé sur les grilles 4. Le premier refroidisseur 2 est donc utilisé pour réaliser une trempe du clinker et le faire atteindre rapidement une température située légèrement en dessous de 1000°C. Le refroidissement est ensuite achevé dans le deuxième refroidisseur 3 rotatif, moins énergivore du point de vue de la puissance absorbée par le dispositif 17 d'extraction ou par tout élément connecté à ce dispositif 17 d'extraction. Le dispositif 17 d'extraction permet d'extraire la première fraction 27 du deuxième flux 12 d'air, l'autre fraction, ci-après deuxième fraction 28, se mélangeant de préférence ensuite au premier flux 8 d'air dans le premier refroidisseur 2, afin d'obtenir un mélange dont le débit et la température sont adéquats pour être utilisé ailleurs dans le processus de production du clinker.

[0055] La ligne 1 de refroidissement décrite ci-dessus permet grâce à ces agencements, des économies d'énergie électrique significatives ainsi qu'une augmentation du rendement global de la cimenterie.

[0056] De préférence, la ligne 1 de refroidissement comporte avantageusement au moins un capot de chauffe 16 qui se présente sous la forme d'une cavité. Le capot de chauffe 16 est en particulier situé à l'endroit où se trouvent les grilles 4 et où un mélange comprenant le premier flux d'air 8 et la deuxième fraction 28 du deuxième flux 12

d'air se produit. En outre, la ligne 1 de refroidissement comprend en outre, de préférence, une ou plusieurs gaines 30 de récupération du mélange qui peuvent être agencées à différents endroits de la ligne 1, au-dessus du premier refroidisseur 2, selon des besoins spécifiques en température du mélange à récupérer. Elles permettent notamment de capter le mélange comprenant le premier flux d'air 8 et la deuxième fraction 28 du deuxième flux 12 d'air.

[0057] Il est à noter la deuxième fraction 28 du deuxième flux 12 d'air est dirigée vers le premier refroidisseur 2 dans la mesure où le premier refroidisseur 2 comprend une zone de dépression produite, par exemple, par un ventilateur de tirage du four 5 et/ou par le capot de chauffe 16 et/ou par la ou les gaines 30 de récupération du mélange auxquelles sont généralement connectés des éléments de récupération du mélange.

[0058] Selon une variante de réalisation, le dispositif 17 d'extraction d'air est configuré pour extraire de l'air à l'intérieur du deuxième refroidisseur 3. Plus précisément, le dispositif 17 d'extraction comporte une extrémité 18 d'extraction. L'extrémité 18 d'extraction est agencée à l'intérieur du deuxième refroidisseur 3. L'extraction de l'air par l'extrémité 18 d'extraction agencée à cet endroit permet avantageusement, de réduire la quantité d'air du deuxième flux 12 d'air avant que celui-ci ne se mélange au premier flux 8 d'air. Ainsi la température du mélange comportant le premier flux 8 d'air et la deuxième fraction 28 du deuxième flux 12 d'air est adéquate pour une utilisation ultérieure dans le processus de production de ciment.

[0059] Le deuxième refroidisseur 3 s'étend selon une direction d'extension, ci-après dénommée axe X. L'axe X est horizontal.

[0060] Selon une variante de réalisation, le deuxième refroidisseur 3 se présente sous la forme d'un tube monté mobile en rotation sur des appuis fixes. Le tube monté mobile en rotation présente une pente légèrement inclinée, par exemple une pente de quelques degrés, de sorte à permettre le déplacement du clinker dans le deuxième refroidisseur 3 depuis l'entrée 9 matière vers la sortie 10 matière. Le deuxième refroidisseur 3 présente une distance L mesurée entre l'entrée 9 matière et la sortie 10 matière et selon l'axe X.

[0061] Selon une variante de réalisation, l'extrémité 18 d'extraction est agencée dans le deuxième refroidisseur 3 à une distance D mesurée selon l'axe X. La distance D est mesurée entre la sortie 10 matière du deuxième refroidisseur 3 et l'extrémité 18 d'extraction.

[0062] Avantageusement, la distance D est supérieure ou égale à $0,5L$. En positionnant l'extrémité 18 d'extraction à cette distance D, l'extraction de la première fraction 27 du deuxième flux 12 d'air est réalisée de sorte que le deuxième flux 12 d'air ait eu le temps de refroidir le clinker dans le deuxième refroidisseur 3.

[0063] Dans un mode préféré de réalisation, la distance D est comprise entre $0,7L$ et $0,95L$.

Cette distance D permet avantageusement un refroidissement efficace du clinker et permet d'obtenir une bonne température de la deuxième fraction 28 restante et destinée à être mélangée au premier flux 8 d'air dans le premier refroidisseur 2.

- [0064] Dans le mode de réalisation représenté sur la [Fig.1], la conduite 20 d'extraction est agencée à l'intérieur du deuxième refroidisseur 3. Ainsi qu'on peut le voir, la conduite 20 d'extraction s'étend sensiblement parallèlement au deuxième refroidisseur 3. Cet agencement est avantageux en ce qu'il permet de positionner l'extrémité 18 d'extraction à l'intérieur du deuxième refroidisseur 3. De plus cet agencement permet de ne pas complexifier l'architecture du circuit 19 d'extraction en s'affranchissant des contraintes inhérentes au mouvement de rotation du tambour 15 rotatif.
- [0065] Selon une variante de réalisation, la conduite 20 d'extraction se présente sous la forme d'un tube. La conduite 20 d'extraction et le deuxième refroidisseur 3 sont sensiblement concentriques, ce qui permet de s'affranchir davantage des contraintes inhérentes au mouvement de rotation du tambour 15 rotatif. Par exemple, une première partie de la conduite 20 d'extraction et le tambour 15 rotatif sont sensiblement concentriques et tournent ensemble, et une deuxième partie de la conduite 20 d'extraction est fixe par rapport au mouvement rotatif du tambour 15 rotatif et connectée à la première partie de la conduite 20 d'extraction à l'aide d'un système de joints tournants.
- [0066] Le premier refroidisseur 2 comporte deux portions 24, 25 à savoir une première portion 24 et une deuxième portion 25. La première portion 24 et la deuxième portion 25 comprennent chacune une ou plusieurs grilles 4 fixes. Comme on peut le voir sur la [Fig.1], les grilles 4 sont inclinées afin que le clinker se déplace sous l'effet de la gravité terrestre ainsi que précédemment évoqué.
- [0067] L'usage de grilles 4 fixes permet avantageusement de simplifier le fonctionnement de la ligne 1 de refroidissement et d'en améliorer sa fiabilité malgré la température élevée du clinker.
- [0068] La ligne 1 de refroidissement comprend avantageusement un concasseur 26. Le concasseur 26 est agencé entre la première portion 24 et la deuxième portion 25. Le concasseur 26 permet de diminuer la taille des grains de clinker, en particulier des éléments de croûtage. Le concasseur 26 est agencé après la première portion 24 afin que le clinker subisse une diminution de température et ceci pour préserver le concasseur 26 en évitant qu'il ne soit utilisé à des températures trop élevées.
- [0069] Dans ce qui suit, le fonctionnement de la ligne 1 de refroidissement va être décrit.
- [0070] Le clinker se déplace sous l'effet de la gravité dans le four 5, qui est légèrement incliné. Le clinker atterrit ensuite sur la grille 4 fixe de la première portion 24 du premier refroidisseur 2. Sous l'effet de la gravité, le clinker se déplace et est concassé dans le concasseur 26. En sortie du concasseur 26 le clinker tombe sur la grille 4 fixe

de la deuxième portion 25 du deuxième refroidisseur 3. Le clinker se déplace dans la deuxième portion 25 du premier refroidisseur 2 sous l'effet de la gravité. Le clinker tombe ensuite dans le deuxième refroidisseur 3 où sa baisse de température continue tout le long de son trajet dans le deuxième refroidisseur 3.

- [0071] Au moins un premier flux 8 d'air est produit grâce au premier dispositif 7 de production d'air. Ce premier flux 8 d'air est envoyé à travers la grille 4 fixe de la première portion 24 et de la deuxième portion 25. Le premier flux 8 d'air est envoyé à haute pression afin qu'il puisse traverser le lit de clinker étalé sur chaque grille 4 fixe. Cette opération permet de réaliser une « trempe du clinker » afin que sa température descende rapidement en dessous de 1000°C. Le premier flux 8 d'air monte en température au contact du clinker chaud.
- [0072] Un deuxième flux 12 d'air est produit grâce au circuit 19 d'extraction d'air et à la zone de dépression contenue dans le premier refroidisseur 2. Ce deuxième flux 12 d'air est initié dans le deuxième refroidisseur 3 par la sortie 10 matière ainsi qu'on peut le voir sur le dessin.
- [0073] Dans le deuxième refroidisseur 3, une première fraction 27 du deuxième flux 12 d'air est extraite. Cette extraction est réalisée via le dispositif 17 d'extraction compris dans le circuit 19 d'extraction d'air. La première fraction 27 d'air qui est extraite est envoyée dans l'échangeur 21 de chaleur. La première fraction 27 est ensuite envoyée vers le filtre 22 pour retirer les poussières de clinker, puis évacuée dans l'atmosphère.
- [0074] Selon une variante de réalisation non illustrée dans les figures, l'énergie, en particulier thermique, de la première fraction 27 du deuxième flux 12 d'air est ensuite valorisée dans le procédé de fabrication du clinker ou du ciment à l'aide de dispositifs adhoc et connus. Par exemple, l'énergie de la première fraction 27 du deuxième flux 12 d'air peut permettre le séchage de matières premières ou de combustibles nécessaires au procédé de fabrication du clinker.
- [0075] La deuxième fraction 28 du deuxième flux 12 d'air, qui n'est de préférence pas extraite, entre dans le premier refroidisseur 2 où elle se mélange au premier flux 8 d'air. Ce mélange est ensuite récupéré dans le capot de chauffe 16, et peut également être récupéré par une ou plusieurs des gaines 30 de récupération. Ce mélange d'air présente des caractéristiques de température et de débit qui le rende utilisable, par exemple, en tant que comburant d'alimentation d'un brûleur du four, d'une chambre de combustion intégrée dans une ligne de production du clinker, ou encore d'un précalcinateur en augmentant significativement le rendement énergétique du procédé de fabrication du clinker.
- [0076] Selon une variante de réalisation le premier flux 8 d'air contribue à une part du mélange comprise entre 50% et 60%. La deuxième fraction 28 contribue à une part du mélange comprise entre 40 et 50%.

- [0077] Selon une variante de réalisation la première fraction 27 qui est extraite du deuxième flux d'air 12 est comprise entre 65 et 80% du deuxième flux 12 d'air.
- [0078] Dans un mode préféré de réalisation :
- [0079] - la premier flux 8 d'air contribue à une part du mélange d'environ 55% ;
- [0080] - la deuxième fraction 28 contribue à une part du mélange d'environ 45% ;
- [0081] - la première fraction 27 extraite du deuxième flux 12 d'air est d'environ 73%.
- [0082] Dans un mode préféré de réalisation et à titre d'exemple :
- [0083] - le premier flux 8 d'air injecté a un débit volumique de $0,5 \text{ Nm}^3 / \text{kg}$ de clinker ;
- [0084] - le deuxième flux 12 d'air injecté a un débit volumique de $1,5 \text{ Nm}^3 / \text{kg}$ de clinker ;
- [0085] - l'extraction de la première fraction 27 du deuxième flux 12 d'air se fait à un débit de $1,1 \text{ Nm}^3 / \text{kg}$;
- [0086] - la deuxième fraction 28 a donc un débit de $0,4 \text{ Nm}^3 / \text{kg}$ de clinker ;
- [0087] - le mélange du premier flux 8 d'air et de la deuxième fraction 28 a par conséquent un débit correspondant à leur somme soit $0,9 \text{ Nm}^3 / \text{kg}$.

Revendications

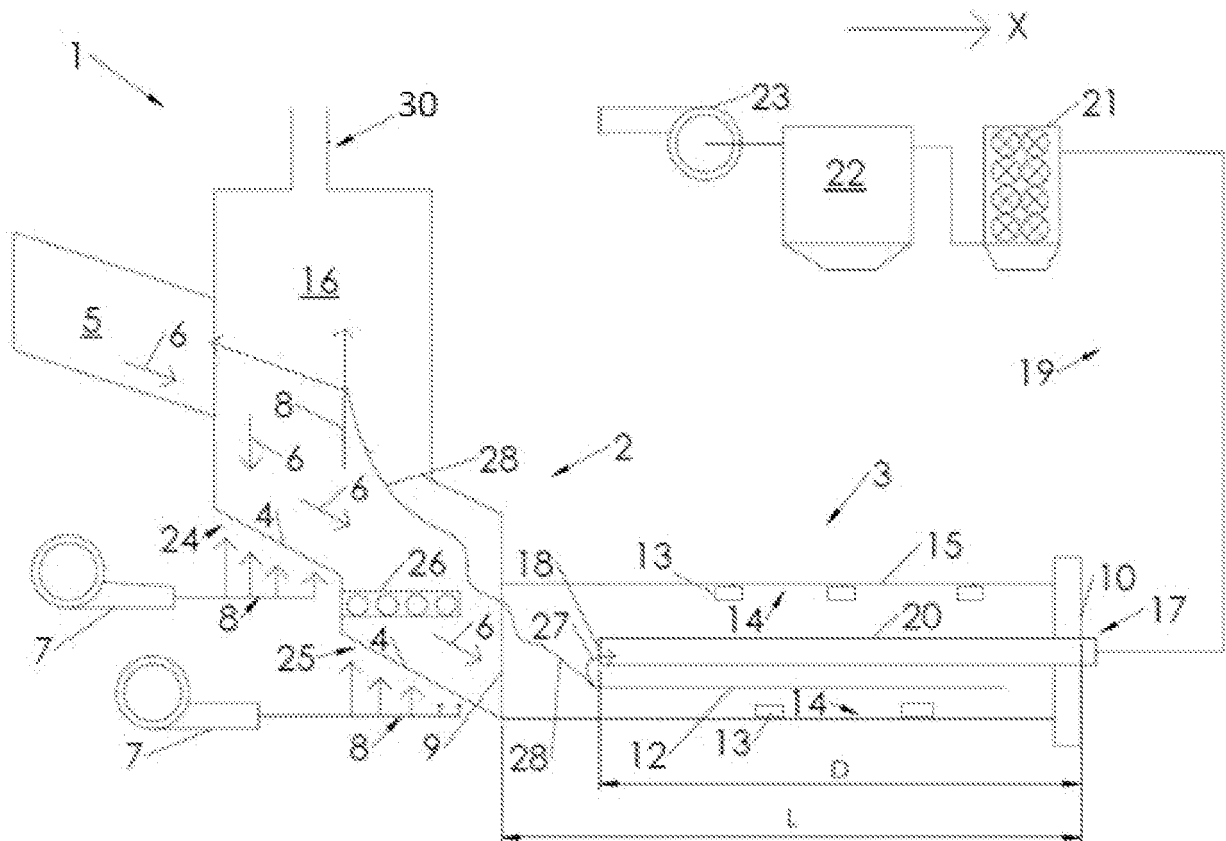
- [Revendication 1] Ligne (1) de refroidissement de matières solides granuleuses chaudes dont la température est supérieure à 1000°C, la ligne (1) de refroidissement comprenant :
- un premier dispositif (7) de production d'un premier flux (8) d'air de refroidissement,
 - un premier refroidisseur (2) muni d'au moins une grille (4) destinée à recevoir les matières solides granuleuses, ladite grille (4) étant apte à être traversée par le premier flux (8) d'air de refroidissement,
 - un deuxième refroidisseur (3) agencé en aval du premier refroidisseur (2) dans le sens de déplacement des matières solides granulaires, ledit deuxième refroidisseur (3) étant rotatif et comprenant une entrée (9) matière par laquelle entrent les matières solides granuleuses et une sortie (10) matière par laquelle sortent les matières solides granuleuses et dans lequel circule un deuxième flux (12) d'air de refroidissement, ladite ligne (1) de refroidissement étant configurée pour que les matières solides granuleuses se déplacent successivement du premier refroidisseur (2) au deuxième refroidisseur (3), ladite ligne (1) de refroidissement comportant un circuit (19) d'extraction d'air comprenant un dispositif (17) d'extraction d'air, le circuit (19) d'extraction d'air étant apte à produire en partie ledit deuxième flux (12) d'air de refroidissement, ledit dispositif (17) d'extraction d'air étant apte à extraire une première fraction (27) du deuxième flux (12) d'air de refroidissement.
- [Revendication 2] Ligne (1) de refroidissement selon la revendication 1 dans laquelle, ladite ligne (1) de refroidissement est agencée de sorte qu'une deuxième fraction (28) non extraite du deuxième flux d'air se mélange au premier flux (8) d'air dans le premier refroidisseur (2) pour obtenir un mélange.
- [Revendication 3] Ligne (1) de refroidissement selon la revendication 2 dans laquelle, ladite ligne (1) de refroidissement comporte des moyens (16,30) pour récupérer ledit mélange.
- [Revendication 4] Ligne (1) de refroidissement selon l'une des revendications précédentes dans laquelle, le dispositif (17) d'extraction d'air est configuré pour extraire de l'air à l'intérieur du deuxième refroidisseur (3).
- [Revendication 5] Ligne (1) de refroidissement selon la revendication 4 dans laquelle, le dispositif (17) d'extraction d'air comporte une extrémité (18) d'extraction agencée à l'intérieur du deuxième refroidisseur (3).

- [Revendication 6] Ligne (1) de refroidissement selon la revendication 5 dans laquelle, le deuxième refroidisseur (3) s'étend selon une direction d'extension sensiblement parallèle à une direction de déplacement des matières solides granuleuses, ledit deuxième refroidisseur (3) s'étendant sur une longueur L mesurée selon la direction d'extension, et dans laquelle, l'extrémité (18) d'extraction est agencée dans le deuxième refroidisseur (3) à une distance D supérieure ou égale à $0,5L$ mesurée selon la direction d'extension depuis la sortie (10) matière et ladite extrémité (18) d'extraction. .
- [Revendication 7] Ligne (1) de refroidissement selon la revendication 6 dans laquelle, la distance D est comprise entre $0,7L$ et $0,95L$.
- [Revendication 8] Ligne (1) de refroidissement selon l'une quelconque des revendications précédentes dans laquelle, le dispositif (17) d'extraction comporte une conduite (20) d'extraction agencée à l'intérieur du deuxième refroidisseur (3), ladite conduite (20) d'extraction s'étendant sensiblement parallèlement au deuxième (3) refroidisseur.
- [Revendication 9] Ligne (1) de refroidissement selon la revendication 8 dans laquelle, la conduite (20) d'extraction et le deuxième refroidisseur (3) sont sensiblement concentriques.
- [Revendication 10] Ligne (1) de refroidissement selon l'une quelconque des revendications précédentes dans laquelle, l'au moins une grille (4) du premier refroidisseur (2) est fixe.
- [Revendication 11] Ligne (1) de refroidissement selon l'une quelconque des revendications précédentes dans laquelle, le premier refroidisseur (2) comporte au moins un concasseur (26) pour concasser les matières solides granuleuses.
- [Revendication 12] Ligne (1) de refroidissement selon la revendication 11 dans laquelle, le premier refroidisseur (2) comporte une première portion (24) et une deuxième portion (25), séparées l'une de l'autre par le concasseur (26), l'au moins une grille (4) fixe de chaque portion (24, 25) étant inclinée pour que les matières solides granuleuses se déplacent sous l'effet de la gravité terrestre.
- [Revendication 13] Procédé de refroidissement de matière solides granuleuses au moyen d'une ligne (1) de refroidissement selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel, celui-ci comporte les opérations suivantes :
- circulation d'au moins un premier flux (8) d'air dans le premier refroidisseur (2) à travers l'au moins une grille (4) fixe,

- circulation d'un deuxième flux (12) d'air dans le deuxième refroidisseur (3) produite en partie par le circuit (19) d'extraction d'air connecté à la sortie (10) matière,
- extraction dans le deuxième refroidisseur (3), d'une première fraction (27) du deuxième flux (12) d'air.

- [Revendication 14] Procédé de refroidissement selon la revendication 13 dans lequel, l'étape d'extraction est réalisée de sorte à ne laisser qu'une deuxième fraction (28) du deuxième flux (12) d'air dans le deuxième refroidisseur (3).
- [Revendication 15] Procédé de refroidissement selon la revendication 14 dans lequel, la deuxième fraction (28) du deuxième flux (12) d'air est dirigée vers le premier flux (8) d'air pour être mélangée avec celui-ci, ledit mélange étant récupérée pour une utilisation ultérieure par des moyens (16,30) pour récupérer ledit mélange.
- [Revendication 16] Procédé de refroidissement selon l'une des revendications 14 ou 15 dans lequel, le premier flux (8) d'air contribue à une part du mélange comprise entre 50% et 60%, et la deuxième fraction (28) contribue à une part du mélange comprise entre 40 et 50%.
- [Revendication 17] Procédé de refroidissement selon la revendication 16 dans lequel, le premier flux (8) d'air contribue à une part du mélange d'environ 55%, et la deuxième fraction (28) contribue à une part du mélange d'environ 45%.
- [Revendication 18] Procédé de refroidissement selon l'une des revendications 14 ou 15 dans lequel, la première fraction (27) extraite du deuxième flux (12) d'air est comprise entre 65 et 80% du deuxième flux (12) d'air.

[Fig. 1]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2017/044060 A1 (BOBOWK MARTIN [DE])
16 février 2017 (2017-02-16)

US 3 840 334 A (CHIELENS A)
8 octobre 1974 (1974-10-08)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT