

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

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

3 116 815

②① N° d'enregistrement national : **20 12400**

⑤① Int Cl⁸ : **C 03 B 5/12** (2022.01), C 03 B 5/193, C 03 C 1/02,
F 23 G 5/12, B 09 B 3/00

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ PROCÉDE DE TRAITEMENT DE DECHETS VERRIERS.

②② Date de dépôt : 30.11.20.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 03.06.22 Bulletin 22/22.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 28.04.23 Bulletin 23/17.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : SAINT-GOBAIN ISOVER Société
anonyme — FR.

⑦② Inventeur(s) : DUPEUX GUILLAUME et BARBA
ROSSA GUILLAUME.

⑦③ Titulaire(s) : SAINT-GOBAIN ISOVER Société
anonyme.

⑦④ Mandataire(s) : SAINT-GOBAIN RECHERCHE.

FR 3 116 815 - B1



Description

Titre de l'invention : PROCÉDE DE TRAITEMENT DE DECHETS VERRIERS

- [0001] La présente invention concerne un procédé de traitement de déchets verriers. Elle concerne plus particulièrement un procédé permettant le recyclage de matériaux à base de verre présentant une proportion importante de matières organiques en vue de former une matière minérale apte à être utilisée comme matière première vitrifiable dans un procédé de fusion du verre.
- [0002] Il est connu de recycler des déchets verriers contenant des composants organiques en réintroduisant ces déchets dans les procédés de production de produits verriers. La présence de composés organiques peut cependant avoir un impact sur la qualité de la fusion et/ou du verre obtenu. On procède donc en général à l'élimination préalable des composants organiques, par exemple par combustion, avant l'enfournage des matières premières dans les fours de fusion. Plus récemment, le développement de fours à brûleurs immergés a permis de s'affranchir de cette étape. La fusion à l'aide de brûleurs immergés permet en effet la combustion des composants organiques introduits avec les matières premières à recycler au cœur même du verre en fusion. Il a cependant été remarqué que le verre obtenu par ce procédé pouvait présenter une qualité médiocre du fait notamment de la présence d'inclusions de particules de carbone.
- [0003] Il a par ailleurs été remarqué que le recyclage de déchets verriers contenant des matières organiques directement dans les procédés de production de produits verriers a tendance à perturber les conditions de fusion et de mise en forme des produits, ce qui a pour effet de limiter la quantité de déchets pouvant être introduits dans ces procédés.
- [0004] Afin d'améliorer l'efficacité du recyclage des déchets verriers contenant des matières organiques, la présente invention propose un procédé de production de matière minérale, telle qu'un calcin, qui présente une qualité suffisante pour pouvoir être utilisée comme matière première dans les procédés de fusion du verre sans perturber significativement les conditions de fusion ou de mise en forme du verre.
- [0005] Ainsi, un premier aspect de la présente invention concerne un procédé de production de matière minérale apte à être utilisée comme matière première dans un procédé de fusion du verre comprenant :
- l'alimentation d'une cuve principale avec un mélange de matières vitrifiable comprenant des matériaux de recyclage comprenant de la matière organique ;
 - la fusion du mélange de matières vitrifiable dans la cuve principale à l'aide de brûleurs immergés pour obtenir un bain de matière fondue ; et
 - l'introduction d'un oxydant solide dans le bain de matière fondue.

- [0006] L'utilisation de brûleurs immergés a pour avantage à la fois de pouvoir apporter une quantité importante d'oxygène au cœur du bain de matière fondue, et de brasser abondamment le bain de matière fondue favorisant ainsi l'homogénéisation du mélange et la digestion des éventuelles pollutions. Néanmoins, cela s'avère insuffisant, notamment dans le cas de recyclage de matériaux à base de verre comprenant des quantités importantes de matières organiques. Même en fournissant une quantité d'oxygène importante, la matière minérale produite présente des quantités significatives de particules de carbone, issues d'une combustion partielle des composés organiques. De même il s'est avéré impossible de maîtriser ou même abaisser le redox de la matière minérale produite avec la seule utilisation de brûleurs immergés. Il a en effet été remarqué que, lorsqu'elle est utilisée dans les procédés de fusion, une matière minérale présentant un redox élevé est susceptible de créer une mousse en surface du bain de verre. Sans vouloir être lié à une quelconque théorie, il est supposé que le fer ferreux (FeO) réagit avec le sulfate contenu dans certaines matières premières, par exemple le calcin de verre plat, et produit du SO₂ gazeux qui forme une mousse à la surface du bain de verre. La présence de cette couche de mousse détériore l'efficacité des transferts d'énergie dans le four.
- [0007] Il a été remarqué que l'utilisation combinée de brûleurs immergés et d'un oxydant solide permettait d'améliorer significativement la qualité de matière minérale produite, notamment en réduisant significativement, voire évitant la présence de particules de carbone dans la matière minérale produite, de sorte que celle-ci peut être utilisée dans les procédés de fusion du verre sans risque de perturbation de ceux-ci.
- [0008] Le mélange de matières vitrifiable comprend typiquement au moins 50%, de préférence au moins 70%, plus préférentiellement au moins 80%, voire au moins 90% en poids de matériaux de recyclage. Des matières premières classiques, issues notamment de ressources naturelles, peuvent être ajoutées au mélange de matières vitrifiable, notamment pour ajuster la composition de la matière minérale produite. Dans un mode de réalisation, le mélange de matières vitrifiable est constitué à 100% de matériaux de recyclage. Des exemples de matériaux de recyclage pouvant être utilisés dans le procédé selon l'invention comprennent les matériaux de recyclage à base de verre ou de céramique comprenant des matières organiques, tels que les déchets de fibres ou laines minérales notamment liées par un liant organique, le calcin ménager, souvent pollué par des déchets organiques, les déchets de verre feuilleté, etc. Dans certains modes de réalisation, le mélange de matières vitrifiable peut être issu d'une source unique de matériaux de recyclage, notamment de déchets de laines minérales, de déchets de fibres de verre, ou de déchets de verres feuilletés. Le mélange de matières vitrifiable présente typiquement au moins 1%, de préférence au moins 2%, plus préférentiellement au moins 5% en poids de matières organiques et typiquement

jusqu'à 30%, voire jusqu'à 25%, ou même jusqu'à 20% en poids de matières organiques sur la base du poids total du mélange de matières vitrifiable. Les matériaux de recyclage peuvent également comprendre une pollution métallique, par exemple de fer ou de cuivre provenant notamment des déchets de déconstruction. Le mélange de matière première peut ainsi comprendre au moins 0,2%, voire au moins 0,5% en poids de particules métalliques.

[0009] La composition chimique, exprimée sous forme d'oxydes, du mélange de matières vitrifiable n'est pas particulièrement limitée. Elle peut notamment comprendre un taux de fer élevé, présentant typiquement une teneur en fer total, exprimé sous forme de Fe_2O_3 , supérieure à 2%, de préférence supérieure à 3%, voire supérieure à 4% en poids et de préférence inférieure à 10%, inférieure à 8%. Il peut également s'agir de composition à faible teneur en fer, présentant typiquement une teneur en fer total, exprimé sous forme de Fe_2O_3 , inférieure à 2%, de préférence inférieure à 1,7%, plus préférentiellement inférieure à 1,5%, voire inférieure à 1% en poids. Il a en effet été remarqué que plus la teneur en fer est faible, plus il est difficile de maîtriser le redox de la matière minérale produite. Le procédé selon l'invention permet une maîtrise plus aisée du redox de la matière minérale produite, y compris pour des compositions à faible teneur en fer.

[0010] Dans certains modes de réalisation, le mélange de matières vitrifiable peut présenter une composition qui renferme les constituants ci-après, dans les proportions pondérales sur la base de la partie minérale du mélange de matières vitrifiable, définies par les limites suivantes définies :

SiO_2 35 à 80%,

Al_2O_3 0 à 30%,

$\text{CaO}+\text{MgO}$ 2 à 35%,

$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 0 à 30%,

étant entendu que la somme des teneurs en SiO_2 et Al_2O_3 est typiquement de 50 à 80% en poids.

[0011] De façon préférée, le mélange de matières vitrifiable présente une composition qui renferme les constituants ci-après, dans les proportions pondérales sur la base de la partie minérale du mélange de matières vitrifiable, définies par les limites suivantes :

SiO_2 50 à 75%,

Al_2O_3 0 à 8%,

$\text{CaO}+\text{MgO}$ 2 à 20%,

Fe_2O_3 0 à 2%,

$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 12 à 20%,

B_2O_3 0 à 10%.

[0012] Le mélange de matières vitrifiable est introduit dans une cuve principale de

préférence à l'aide d'une enfourneuse. L'enfournement est avantageusement un enfournement profond, c'est-à-dire un enfournement du mélange de matières vitrifiable en dessous du niveau du bain de matières fondues. Un exemple d'enfourneuse permettant un enfournement profond est décrit par exemple dans WO2012132184.

- [0013] La cuve principale constitue un four à brûleurs immergés, souvent désigné par l'appellation SBM (*Submerged Burner Melter*) ou SCM (*Submerged Combustion Melter*). La cuve principale peut être une cuve à parois réfractaires classiquement utilisée dans la fusion du verre. Alternativement, la cuve principale peut être une cuve, dite *waterjacket*, comprenant des parois métalliques nues, c'est-à-dire non protégées par des matériaux réfractaires, qui sont parcourues par un système de conduites internes dans lesquelles on fait circuler un liquide de refroidissement, par exemple de l'eau. La cuve principale comprend un ou plusieurs brûleurs immergés. Un exemple de four à brûleurs immergés adapté à la présente invention est décrit dans le document WO2013186480.
- [0014] On entend par « brûleurs immergés », des brûleurs configurés de manière à ce que les flammes qu'ils génèrent se développent au sein même du bain de la matière fondue. Ils sont généralement disposés de manière à affleurer au niveau de la sole. Les brûleurs immergés utilisés dans le cadre de la présente invention peuvent être de forme cylindrique comme illustré par exemple sur la figure 5 de WO9935099 ou de forme linéaire comme décrit par exemple dans WO2013117851.
- [0015] Les brûleurs immergés sont alimentés en gaz combustible et en comburant. Le comburant alimentant le brûleur immergé est gazeux. Il comprend de préférence au moins 80% en volume d'oxygène. Il s'agit typiquement d'air enrichi en oxygène ou d'oxygène pur. Le combustible, typiquement gazeux, alimentant le brûleur immergé est généralement du gaz naturel. Le mélange combustible/comburant peut être un mélange pauvre en combustible, c'est-à-dire présentant un rapport molaire oxygène/combustible sur-stœchiométrique. L'excès d'oxygène peut en effet contribuer en partie à l'oxydation des matières organiques contenues dans le mélange de matières vitrifiable. Alternativement, au moins une partie de l'oxygène peut être fournie par des bouillonneurs distincts des brûleurs immergés. Les bouillonneurs sont en général également disposés au niveau de la sole de la cuve principale. Le rapport entre le débit volumique d'oxygène et celui du gaz combustible est typiquement d'au moins 2, de préférence de 2,1 à 3,5.
- [0016] Il a cependant été observé que, même avec une sur-stœchiométrie en oxygène élevée, il était impossible de s'affranchir de la présence de particules de carbone lors de la fusion de matières premières comprenant des quantités importantes de matières organiques. L'ajout d'un oxydant solide en combinaison d'une fusion à l'aide de brûleurs immergés, de préférence en excès d'oxygène par apport sur-stœchiométrique

d'oxygène au niveau des brûleurs immergés ou introduction d'oxygène à l'aide de bouillonneurs d'oxygène, permet de pallier cet inconvénient.

- [0017] L'oxydant solide, typiquement sous forme de poudre ou granulaire, peut être choisi parmi les nitrates, notamment le nitrate de sodium, les sulfates, notamment le sulfate de sodium ou de calcium, et les oxydes de manganèse, notamment le dioxyde de manganèse. De préférence, l'oxydant solide est choisi parmi les sulfates de sodium ou de calcium (sous toutes leurs formes d'hydratation) et le dioxyde de manganèse. Il peut être éventuellement apporté sous forme de produit chimique, de minerai ou par matériaux de recyclage, notamment des matériaux à base de plâtre dans le cas du sulfate de calcium.
- [0018] L'oxydant solide peut être ajouté directement dans la cuve principale. Il peut être alors introduit en mélange avec le mélange de matières vitrifiable. Alternativement, il peut être introduit par une enfourneuse distincte disposé sur une paroi latérale de la cuve principale.
- [0019] Dans un mode de réalisation préféré, le procédé selon l'invention comprend le transfert du bain de matière fondue depuis la cuve principale vers une cuve auxiliaire, l'oxydant solide étant introduit en aval de la cuve principale. L'oxydant solide peut alors être introduit au cours du transfert du bain de matière fondue, typiquement dans le canal d'alimentation de la cuve auxiliaire, par exemple par une enfourneuse située sur la voute du canal d'alimentation. Alternativement, l'oxydant solide peut être introduit directement dans la cuve auxiliaire, par exemple par une enfourneuse située sur une paroi latérale de la cuve auxiliaire.
- [0020] Quel que soit le mode d'introduction de l'oxydant solide, celui-ci est en général ajouté à hauteur de 0,5 à 8%, de préférence de 1 à 5%, en poids par rapport au débit du mélange de matières vitrifiable. L'introduction de l'oxydant solide peut se faire de manière continue ou intermittente. En cas d'introduction intermittente, la quantité ajoutée s'entend en quantité moyenne sur le temps de séjour de la matière fondue dans la cuve dans laquelle est ajoutée l'oxydant.
- [0021] La nature de la cuve auxiliaire n'est pas particulièrement limitée. Il peut s'agir d'une cuve à paroi réfractaire ou d'une cuve dite *waterjacket*. Elle comprend typiquement des moyens de chauffage qui peuvent être notamment choisis parmi des électrodes, des brûleurs aériens, des brûleurs immergés ou les combinaisons de ceux-ci.
- [0022] La cuve auxiliaire comprend avantageusement des moyens de brassage du bain de matière fondue. Les moyens de brassage permettent un mélange homogène de l'oxydant solide dans le bain de matière fondue. Ceux-ci peuvent être choisis parmi des bouillonneurs, typiquement alimentés en air, en air enrichi en oxygène ou en oxygène, des mélangeurs mécaniques ou des brûleurs immergés. Dans un mode de réalisation préféré, la cuve auxiliaire comprend un ou plusieurs brûleurs immergés. Il a en effet

été observé de façon surprenante que l'utilisation de brûleurs immergés au niveau de la cuve auxiliaire permettait à la fois une meilleure maîtrise du redox de la matière minérale formée et d'atteindre des valeurs de redox plus basses. Sans vouloir être lié à une quelconque théorie, il est supposé que l'agitation induite par les brûleurs immergés permet une homogénéisation améliorée de l'oxydant solide et favorise une réaction rapide de ce dernier avec le bain de matière fondue.

- [0023] Le procédé selon l'invention permet d'obtenir une matière minérale, typiquement un calcin, issue de matériaux de recyclage présentant une qualité supérieure en terme de limitation de la quantité de particules de carbone et de maîtrise du redox.
- [0024] Le procédé selon l'invention permet d'obtenir une matière minérale, typiquement un calcin, issue au moins en partie de matériaux de recyclage, présentant une qualité supérieure en terme de limitation de la quantité de particules de carbone et de maîtrise du redox. La présente invention concerne ainsi également une matière minérale apte à être utilisée comme matière première dans un procédé de fusion du verre, susceptible d'être obtenue par le procédé selon l'invention, issue, au moins en partie, de matériaux de recyclage comprenant de la matière organique et est essentiellement exempte de particules de carbone.
- [0025] La matière minérale selon l'invention est de préférence un calcin issu principalement de matériaux de recyclage (typiquement au moins 50%, de préférence au moins 70%, plus préférentiellement au moins 80%, voire au moins 90% en poids) destiné à être utilisé comme matière première dans un procédé de fusion. Il peut s'agir d'un calcin chaud, c'est-à-dire sous forme liquide (typiquement un bain de verre fondu), ou d'un calcin froid, c'est-à-dire sous forme solide (typiquement des particules de verre broyé ou granulé à l'eau).
- [0026] La matière minérale selon l'invention est essentiellement exempte de particules de carbone. A ce titre, elle présente typiquement une quantité de carbone total inférieure à 0,1%, de préférence inférieure à 0,05%, voire inférieure à 0,01%. La quantité de carbone total est déterminée par fusion de la matière minérale, typiquement à 1300°C, sous atmosphère de dioxygène, et mesure de la quantité de dioxyde de carbone émis par spectrométrie infrarouge.
- [0027] La matière minérale présente typiquement un redox inférieur à 0,95, de préférence inférieur à 0,9, plus préférentiellement inférieur à 0,7, voire inférieur à 0,5, par exemple de 0,1, voire 0,15, ou même 0,2 à 0,9, voire 0,7, ou même 0,5, par exemple de 0,1 à 0,9 ou de 0,2 à 0,7. Dans un mode de réalisation particulier, la matière minérale peut présenter un redox de 0,3, voire 0,5 à 0,9, voire 0,7. Dans un autre mode de réalisation, la matière minérale peut présenter un redox de 0,1, voire 0,15 à 0,5, voire 0,3. Le redox correspond au rapport pondéral entre la teneur en fer ferreux (Fe^{2+}), exprimée en Fe_2O_3 , et la teneur totale en fer, exprimée en Fe_2O_3 .

- [0028] La matière minérale présente typiquement une composition qui comprend les constituants ci-après, dans les proportions pondérales, définies par les limites suivantes:
- SiO₂ 35 à 80%,
 - Al₂O₃ 0 à 30%,
 - CaO+MgO 2 à 35%,
 - Na₂O+K₂O 0 à 30%,
- étant entendu que la somme des teneurs en SiO₂ et Al₂O₃ est de préférence de 50 à 80%.
- [0029] De préférence, la matière minérale présente typiquement une composition qui comprend les constituants ci-après, dans les proportions pondérales, définies par les limites suivantes:
- SiO₂ 50 à 75%,
 - Al₂O₃ 0 à 8%,
 - CaO+MgO 2 à 20%,
 - Fe₂O₃ 0 à 2%,
 - Na₂O+K₂O 12 à 20%,
 - B₂O₃ 0 à 10%.
- [0030] Par la limitation de la quantité de particules de carbone et la maîtrise du redox, la matière minérale selon l'invention présente l'avantage de pouvoir être utilisée comme matière première dans les procédés de fusion du verre, notamment en fusion électrique, sans risque de perturbation de ceux-ci. En particulier, la génération de mousse en présence de matières premières porteur de sulfate peut être évitée, et la hausse de température de fusion limitée.
- [0031] La présente invention est illustrée par les exemples non limitatifs suivants.
- [0032] Dans chacun des exemples suivants, un mélange de matières vitrifiable constitué à 100% de déchets de laine minérale broyée comprenant 8% en poids de composés organiques est introduit à l'aide d'une enfourneuse dans un four à brûleurs immergés.
- [0033] Une première série d'exemples (C1, I1 et I2) est réalisée dans un four SBM comprenant une cuve principale à parois réfractaires (R) d'une surface de 0,5 m² et un brûleur immergé de 150 kW alimenté par un mélange oxygène/gaz naturel avec un rapport entre le débit volumique d'oxygène et celui de gaz naturel de 2,5. Dans ces trois exemples, la cuve principale comprend également des bouillonneurs d'oxygène alimentés avec un débit d'oxygène de 30 Nm³/h. Le four présente une tirée de 10 t/j.
- [0034] Une deuxième série d'exemples (C2, I3 et I4) est réalisée dans un four SBM comprenant une cuve principale à parois métalliques, dite waterjacket (WJ), d'une surface de 0,3 m² et trois brûleurs immergés de 110 kW alimentés par un mélange oxygène/gaz naturel avec un rapport entre le débit volumique d'oxygène et celui de

gaz naturel de 2,5. Le four présente une tirée de 3 t/j.

- [0035] Dans l'exemple I1 selon l'invention, de l'oxyde de manganèse (MnO_2) est introduit dans la cuve principale en mélange avec la laine minérale broyée.
- [0036] Dans les exemples I2 à I4 selon l'invention, le bain de matière fondue obtenu en sortie de la cuve principale est transféré dans une cuve auxiliaire et de l'oxyde de manganèse (MnO_2) est introduit au niveau du canal d'alimentation de la cuve auxiliaire. Dans l'exemple I2, la cuve auxiliaire est une cuve à parois réfractaire (R) équipée d'un brûleur immergé similaire à la cuve principale. Dans l'exemples I3, la cuve auxiliaire est une cuve réfractaire (R) équipée de brûleurs aériens et de bouillonneurs sur la trajectoire d'écoulement de la matière fondue. Dans l'exemple I4, la cuve auxiliaire est une cuve dite *waterjacket* (WJ) à brûleurs immergés similaire à la cuve principale.
- [0037] Dans chacun des exemples I1 à I4, l'oxyde de manganèse est introduit à hauteur de 2 % en poids de la tirée, soit un débit massique de 8,3 kg/h pour I1 et I2 et 2,5 kg/h pour I3 et I4.
- [0038] Les exemples C1 et C2 sont des exemples comparatifs dans lesquels aucun oxydant solide n'a été introduit.
- [0039] Le bain de matière fondue est récupéré en sortie de la cuve principale (C1, C2 et I1) ou de la cuve auxiliaire (I2, I3 et I4) sous forme de calcin. Les compositions des calcins produits et leurs propriétés sont présentées dans le tableau 1.
- [0040] La présence de particules de carbone est déterminée par observation visuelle : « + » indique la présence de particules de carbone visibles à l'œil nu et « - » l'absence de particules de carbone visibles à l'œil nu.
- [0041] La quantité de carbone total est déterminée par fusion de la matière minérale à 1300°C sous atmosphère de dioxygène, et mesure de la quantité de dioxyde de carbone émis par spectrométrie infrarouge.
- [0042] Le redox est déterminé par analyse de FeO par voie humide.

[0043] [Tableaux1]

	C1	C2	I1	I2	I3	I4
Cuve principale	R	WJ	R	R	WJ	WJ
Cuve auxiliaire	-	-	-	R	R	WJ
Mélangeurs cuve auxiliaire	-	-	-	BI	B	BI
Rapport O ₂ /gaz naturel	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Débit O ₂ additionnel (Nm ³ /h)	30 ^{a)}	-	30 ^{a)}	30 ^{a)}	-	-
Ajout MnO ₂ (% tirée)	-	-	2 ^{b)}	2 ^{c)}	2 ^{c)}	2 ^{c)}
Redox	0,9	1	0,9	0,4	0,6	0,2
Particules de carbone	+	+	-	-	-	-
Carbone total (%)	>>0.1	>>0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
R : cuve réfractaire WJ : cuve waterjacket BI: brûleur immergé B: bouilloneurs a. dans la cuve principale b. dans la cuve principale avec le mélange de matières vitrifiable c. dans le canal d'alimentation entre la cuve principale et la cuve secondaire						

[0044] Comparés aux calcins obtenus dans les exemples C1 et C2, les calcins des exemples I1 à I3 selon l'invention s'avèrent de meilleure qualité non seulement du fait qu'ils sont essentiellement exempts de particules de carbone, mais également du fait d'une meilleure maîtrise du redox. En particulier, l'introduction de l'oxydant en aval de la cuve principale, comme dans les exemples I2 à I4 permettent, en fonction de la quantité d'oxydant introduit, d'ajuster le redox souhaité jusqu'à des valeurs relativement basses.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de production de matière minérale apte à être utilisée comme matière première dans un procédé de fusion du verre comprenant :
- l'alimentation d'une cuve principale avec un mélange de matières vitrifiable comprenant des matériaux de recyclage comprenant de la matière organique ;
 - la fusion du mélange de matières vitrifiable dans la cuve principale à l'aide de brûleurs immergés pour obtenir un bain de matière fondue ; et
 - l'introduction d'un oxydant solide dans le bain de matière fondue.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la composition chimique du mélange de matières vitrifiable, exprimée sous formes d'oxydes, comprend moins de 2%, de préférence moins de 1%, en poids d'oxyde de fer total, exprimé sous forme de Fe_2O_3 .
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la composition chimique du mélange de matières vitrifiable, exprimée sous formes d'oxydes, comprend 2 à 10% en poids d'oxyde de fer total, exprimé sous forme de Fe_2O_3 .
- [Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les matériaux de recyclage sont choisis parmi des déchets de laine minérale, le calcin ménager et les déchets de verre feuilleté.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'oxydant solide est choisi parmi les nitrates, notamment le nitrate de sodium, les sulfates, notamment le sulfate de sodium ou de calcium, et les oxydes de manganèse, notamment le dioxyde de manganèse.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit procédé comprend le transfert du bain de matière fondue depuis la cuve principale vers une cuve auxiliaire, l'oxydant solide étant introduit en aval de la cuve principale.
- [Revendication 7] Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la cuve auxiliaire comprend des moyens de brassage tels que des bouillonneurs, des mélangeurs ou des brûleurs immergés.
- [Revendication 8] Matière minérale apte à être utilisée comme matière première dans un procédé de fusion du verre, obtenue par le procédé tel que défini à l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce qu'elle est issue au moins en partie de matériaux de recyclage comprenant de la matière organique et qu'elle est essentiellement exempte de particules de carbone et présente une quantité de carbone total inférieure à 0,1%.

- [Revendication 9] Matière minérale selon la revendication 8, caractérisé en ce que ladite matière minérale est un calcin.
- [Revendication 10] Matière minérale selon la revendication 8 ou 9, caractérisée en ce qu'elle présente une quantité de carbone total inférieur à 0,05%.
- [Revendication 11] Matière minérale selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisée en ce qu'elle présente un redox de 0,1 à 0,9, de préférence de 0,2 à 0,7.

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

NEANT

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

US 2014/090419 A1 (CHARBONNEAU MARK WILLIAM [US] ET AL)
3 avril 2014 (2014-04-03)

US 2015/197440 A1 (SHOCK JEFFREY M [US] ET AL) 16 juillet 2015 (2015-07-16)
& US 8 650 914 B2 (CHARBONNEAU MARK WILLIAM [US]; JOHNS MANVILLE [US])
18 février 2014 (2014-02-18)

US 10 494 286 B2 (KNAUF INSULATION [BE])
3 décembre 2019 (2019-12-03)

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

NEANT