



SPF Economie, PME, Classes
Moyennes & Energie
Office de la Propriété intellectuelle

(11) 1025149 B1

(47) Date de délivrance : 20/11/2018

(12) BREVET D'INVENTION BELGE

(47) Date de publication : 20/11/2018

(21) Numéro de demande : BE2017/5875

(22) Date de dépôt : 30/11/2017

(62) Divisé de la demande de base :

(62) Date de dépôt demande de base :

(51) Classification internationale : C22B 1/24, C22B 1/243

(30) Données de priorité :

30/11/2016 EP PCT/EP2016/079338

(73) Titulaire(s) :

S.A. LHOIST RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT
1342, OTTIGNIES-LOUVAIN-LA-NEUVE
Belgique

(72) Inventeur(s) :

DA COSTA Eduardo
4031 ANGLEUR
Belgique

PELLETIER Marc
94160 SAINT-MANDÉ
France

(54) PELLETS DE MINERAI METALLIQUE

(57) La présente invention concerne l'utilisation d'un composé incluant du magnésium comme liant pour produire des pellets fluxés de minerai métallique, en particulier des pellets fluxés de minerai de fer, ledit composé incluant du magnésium comportant de la dolomie semi- hydratée répondant à la formule générale $a\text{Ca}(\text{OH})_2.b\text{Mg}(\text{OH})_2.c\text{MgO}$, a, b et c étant des fractions pondérales, dans lesquels la fraction pondérale b de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ se situe entre 0,5 et 19,5 % en poids par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.

BREVET D'INVENTION BELGE

SPF Economie, PME, Classes
Moyennes & Energie

Numéro de publication : 1025149
Numéro de dépôt : BE2017/5875

Office de la Propriété intellectuelle

Classification Internationale : C22B 1/24 C22B 1/243
Date de délivrance : 20/11/2018

Le Ministre de l'Economie,

Vu la Convention de Paris du 20 mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle ;

Vu la loi du 28 mars 1984 sur les brevets d'invention, l'article 22, pour les demandes de brevet introduites avant le 22 septembre 2014 ;

Vu le Titre Ier "Brevets d'invention" du Livre XI du Code de droit économique, l'article XI.24, pour les demandes de brevet introduites à partir du 22 septembre 2014 ;

Vu l'arrêté royal du 2 décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, l'article 28 ;

Vu la demande de brevet d'invention reçue par l'Office de la Propriété intellectuelle en date du 30/11/2017.

Considérant que pour les demandes de brevet tombant dans le champ d'application du Titre Ier, du Livre XI du Code de Droit économique (ci-après CDE), conformément à l'article XI. 19, §4, alinéa 2, du CDE, si la demande de brevet a fait l'objet d'un rapport de recherche mentionnant un défaut d'unité d'invention au sens du §1er de l'article XI.19 précité et dans le cas où le demandeur n'effectue ni une limitation de sa demande ni un dépôt d'une demande divisionnaire conformément aux résultats du rapport de recherche, le brevet délivré sera limité aux revendications pour lesquelles le rapport de recherche a été établi.

Arrête :

Article premier. - Il est délivré à

S.A. LHOIST RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT, Rue Charles Dubois 28, 1342 OTTIGNIES-LOUVAIN-LA-NEUVE Belgique;

représenté par

GEVERS PATENTS, Holidaystraat 5, 1831, DIEGEM;

un brevet d'invention belge d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles visées à l'article XI.48, §1 du Code de droit économique, pour : PELLETS DE MINERAL METALLIQUE.

INVENTEUR(S) :

DA COSTA Eduardo, Avenue des Cerfs 18, 4031, ANGLEUR;

PELLETIER Marc, Rue de l'Alouette 3bis, 94160, SAINT-MANDÉ;

PRIORITE(S) :

30/11/2016 EP PCT/EP2016/079338;

DIVISION :

divisé de la demande de base :

date de dépôt de la demande de base :

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

Bruxelles, le 20/11/2018,

Par délégation spéciale :

Pellets de minerai métallique

La présente invention concerne des pellets fluxés de minerai métallique, en particulier des pellets fluxés de minerai de fer.

Selon la présente invention, on entend par les termes « pellets fluxés de minerai métallique » des pellets constitués d'un
5 minerai métallique provenant de mines de minerai métallique. Le terme « métallique » est un terme général qui comprend le minerai de métal ferreux, également dénommé fer, et le minerai de métal non ferreux. Le minerai de métal non ferreux contient communément des métaux tels que le chrome, le manganèse, le nickel, le plomb, l'étain, le cuivre, etc.

10 Le minerai de fer (ferreux) contient principalement du fer, environ 60 % en poids ou plus, mais peut également contenir d'autres métaux tels que du titane et du manganèse en combinaison avec du fer.

Les pellets de minerai métallique sont produits à partir d'un fin concentré métallique contenant au moins 60 % en poids de métaux.
15 Le concentré de minerai métallique, également dénommé simplement concentré, est le produit obtenu en broyant finement du minerai cru dans une opération de broyage, après quoi la gangue (impuretés) est éliminée. Le produit obtenu est donc un concentré de composant métallique. Les impuretés restantes qui peuvent être présentes dans le concentré sont,
20 par exemple, des silicates, des aluminates, des phosphates et des sulfates.

Les pellets de minerai de fer sont constitués de concentrés magnétiques, hématitiques, limonitiques et sidéritiques contenant au moins 60 % en poids de fer.

25 Le concentré métallique fin est tout d'abord granulé dans une cuve (conteneur) tel qu'un tambour ou un disque (cuvette) au cours d'un processus d'agglomération pour former ce que l'on appelle des pellets crus (en anglais « green pellets ») qui sont en fait des pellets bruts. Ces pellets crus sont ensuite durcis par chauffage dans un four de

durcissement qui est typiquement divisé en trois zones, la zone de séchage à environ 300 °C, la zone de cuisson à environ 1 300 °C et la zone de refroidissement. Après le processus de durcissement, les pellets peuvent être dénommés pellets cuits et conviennent à un traitement en vrac et à un chargement dans un réacteur métallurgique, par exemple, un haut-fourneau (abrégé BF pour « blast furnace ») ou un réacteur à réduction directe (abrégé DR pour « direct reduction »), le réacteur à réduction directe étant utilisé avant un four à arc électrique dans une usine.

Il est connu d'utiliser des minéraux naturellement disponibles tels que l'olivine, la dunite, la pyroxénite, le calcaire ou la dolomite, comme flux, également dénommés agents fluxants pour améliorer les propriétés métallurgiques des pellets cuits. Il est en fait connu que les propriétés et la composition chimique des pellets crus ont un impact sur la qualité des pellets cuits lorsqu'on les utilise dans un réacteur métallurgique. Les pellets de minerai métallique contenant des flux sont également dénommés pellets fluxés de minerai métallique ou juste pellets fluxés. Les propriétés des pellets fluxés dépendent de la nature des flux précités qui sont physiquement et chimiquement différents et qui contiennent différents types et différentes quantités de matériaux de gangue, notamment de la silice et/ou de l'alumine, etc., qui sont considérés comme des impuretés dans les pellets.

Dans la production de pellets fluxés, on utilise couramment des carbonates et/ou des silicates. Les carbonates présentent l'inconvénient pour le producteur de pellets de consommer de l'énergie pour leur calcination ainsi que l'émission de dioxyde de carbone. Dans la production de pellets fluxés calcitiques, l'utilisation de carbonate de calcium (calcaire) comme flux est courante. Dans la production de pellets fluxés de magnésium, le silicate de magnésium, notamment l'olivine ou la pyroxénite, a été privilégié comme flux.

Des liants sont utilisés dans la production de pellets fluxés afin de permettre la formation des pellets crus par agglomération et de résister ensuite aux sollicitations mécaniques et thermiques de la manipulation dans leur processus de production en particulier dans le four d'induration (dans les zones de séchage, de cuisson et de refroidissement).

La bentonite, un type d'argile, a été le liant de choix depuis l'apparition de la production de pellets fluxés de minerai métallique. Un substitut existant à la bentonite est l'utilisation de liants organiques tels que ceux basés sur la carboxyméthylcellulose ou un polyacrylamide, qui sont cependant plus onéreux et empêchent d'atteindre de bonnes propriétés mécaniques dans les pellets finals.

La présente invention vise à se focaliser sur l'utilisation d'autres liants pour la fabrication de pellets fluxés de minerai métallique, en particulier des pellets fluxés de minerai de fer.

Le document de J. Pan et coll. concerne la production en laboratoire de pellets calcitiques fluxés fabriqués à partir du mélange de fin minerai de fer prétraité, de liant et de calcaire comme flux (se référer à Iron Ore conference / Perth, WA, 11-13 juillet 2011, J Pan, D Q Zhu, M Emrich, T J Chun et H Chen, « Amélioration de performance des pellets fluxés par de la chaux hydratée au lieu de bentonite comme liant »). Les liants qui sont comparés dans ce document sont la bentonite et la chaux hydratée et les propriétés mécaniques des pellets fluxés obtenus sont analysées. Ce document conclut que le remplacement de la bentonite par de la chaux hydratée comme liant améliore les propriétés physiques et la résistance à la compression des pellets cuits et joue également un rôle dans l'amélioration de la performance métallurgique des pellets cuits.

Cependant, ce document décrit également que, pour observer l'amélioration de la résistance à la compression des pellets cuits en présence de chaux hydratée, la température de préchauffage au

cours du processus de durcissement des pellets crus doit être réglée et élevée à 1 100 °C. En fait, la résistance à la compression des pellets cuits fabriqués à partir de pellets préchauffés avec de la bentonite est supérieure à celle de ceux fabriqués à partir de pellets préchauffés contenant de la chaux hydratée lorsque la température de préchauffage était inférieure à 1 050 °C.

Le document de Cribbes et Kestner (se référer à Research Engineer, Dravo Corporation, Pittsburgh, Pennsylvania, chapitre 16, pages 272-285, 1977 « Certains facteurs influençant la qualité des pellets cuits de minerai de fer » par James D. Cribbes et Daniel W. Kestner) montre qu'il est possible d'utiliser de la chaux hydratée comme substitut du calcaire à titre de flux et de la bentonite comme liant et d'obtenir encore des pellets présentant des propriétés physiques raisonnables. Dans ce document, les pellets fluxés contenant de la bentonite et de la chaux hydratée sont comparés à des pellets fluxés contenant seulement de la chaux hydratée. Ils ont noté que, à l'humidité d'agglomération optimale pour les pellets contenant de la bentonite plus du calcaire, les pellets constitués seulement avec de la chaux hydratée produisaient, après le processus de durcissement, des pellets cuits ayant une surface inégale diffuse. Ils ont également découvert qu'il était nécessaire de réduire l'humidité des pellets crus pour des pellets contenant seulement de la chaux hydratée en comparaison des pellets contenant de la bentonite pour obtenir des pellets cuits présentant une bonne résistance à la cuisson après le processus de durcissement. Ces résultats ont montré que le réglage des paramètres d'agglomération tels que l'humidité des pellets crus était plus difficile avec l'utilisation de chaux hydratée comme flux et comme liant et que les propriétés des pellets crus lorsqu'elles ne sont pas bien contrôlées peuvent avoir un impact sur la qualité des pellets cuits.

Le document de Gielen se réfère à la production industrielle de pellets préparés à partir de concentré hématitique (se référer à la Society of mining engineers of aime, Colorado, 1983, « Amélioration de la qualité et économies d'énergie dans la formation de pellets de minerai de fer » par H.H. Gielen, H.S. Heep, M. R. Hohensee, H. G. Papacek, V. V. Arnim). Dans ce document, on a établi que la chaux hydratée n'était en aucune manière un bon substitut de la bentonite comme liant dans des pellets fluxés. Les pellets crus contenant de la chaux hydratée comme liant avaient une forte tendance à coller, provoquant beaucoup de difficultés avec des plateaux de tamisage bouchés. On a mis en lumière le fait que, avec les améliorations obtenues dans la section de filtration (gâteau de filtration) au cours d'une étape de filtration des fins concentrés et en même temps une substitution partielle de la chaux hydratée par du calcaire dans la composition des pellets crus, les difficultés au cours de l'étape d'agglomération étaient réduites.

Du fait des difficultés mentionnées ci-dessus rencontrées lorsque d'autres liants que la bentonite ont été testés, au fil du temps, la bentonite s'est révélée le liant de choix dans la production de pellets fluxés, notamment du fait qu'elle améliore le processus d'agglomération en contrôlant la teneur en humidité des pellets crus. En fait, le procédé d'agglomération et, de manière plus précise, le taux d'agglomération sont entre autres contrôlés par la teneur en humidité du mélange brut utilisé pour produire des pellets crus. La bentonite s'est révélé réguler plus aisément la teneur en humidité au cours du processus d'agglomération.

Cependant, bien que la bentonite semble être le passage obligé pour produire des pellets fluxés métalliques avec de bonnes propriétés physiques, elle présente l'inconvénient d'apporter plus d'impuretés, principalement de la silice et de l'alumine, aux pellets crus. Ces impuretés résistent au processus de durcissement et peuvent se retrouver dans les pellets cuits. L'addition d'impuretés telles que la silice

ou l'alumine aux pellets cuits entraîne ensuite l'augmentation de la quantité de scories dans le four métallurgique (notamment le haut-fourneau ou le four à arc électrique), ce qui n'est pas souhaitable.

La présente invention concerne en outre des pellets fluxés de minerai métallique, en particulier des pellets fluxés de minerai de fer contenant un composé incluant de l'aluminium comme liant.

Par l'expression « composé incluant du magnésium », on entend dans la présente invention un composé à base de magnésium tel que de l'hydroxyde de magnésium, du tétrahydroxyde de calcium et de magnésium, du (di)hydroxyde de calcium et de magnésium et leurs mélanges.

En outre, l'alcalinité des pellets cuits doit être contrôlée en contrôlant la fraction entre les composés de Ca et/ou de Mg (exprimés sous la forme d'oxydes de CaO et/ou de MgO) d'un côté et de SiO₂ et/ou de Al₂O₃ de l'autre côté. La quantité de ces composés est cependant régie par la composition chimique des pellets crus qui est elle-même contrôlée par la composition des composés initialement utilisés pour les produire.

Les pellets fluxés métalliques doivent remplir des critères critiques pour être utilisés dans des réacteurs métallurgiques, notamment un haut-fourneau ou un réacteur à réduction directe. Les propriétés mécaniques et métallurgiques des pellets cuits doivent être adéquates, par exemple, pour éviter une décrépitation ou un gonflement aux hautes températures à l'intérieur du réacteur métallurgique.

Les pellets crus (bruts) doivent également présenter des propriétés physiques adéquates pour résister au processus de durcissement sans être dégradés par l'augmentation de la température et des contraintes de compression dans le four de durcissement.

En plus, il est important de contrôler l'humidité des pellets fluxés crus. Le rapport entre les composants solides et l'eau ajoutée au

cours du processus d'agglomération est crucial pour disposer de pellets ayant la taille exacte et présentant également un bon comportement dans les étapes suivantes du processus, en particulier à l'intérieur du four de durcissement. Le rapport entre les différents composants de la composition pulvérulente de départ est donc crucial pour traiter des pellets crus présentant les propriétés physicochimiques appropriées au cours du processus de durcissement ainsi que par la suite sous la forme des pellets cuits, à l'intérieur des réacteurs métallurgiques.

En outre, en fait, notamment en raison de l'appauvrissement du minerai métallique, il est également assez souvent nécessaire de pouvoir traiter les pellets crus en partant du concentré métallique sous la forme d'une slurry (c'est-à-dire une suspension, en particulier une suspension aqueuse) de concentré métallique. Le contrôle de la teneur en humidité au cours du processus d'agglomération est donc dans ce cas un plus grand défi.

D'autre part, les pellets cuits obtenus doivent également présenter des propriétés physiques et métallurgiques satisfaisantes pour être utilisés par la suite dans des réacteurs métallurgiques.

Les propriétés physiques sont essentielles, par exemple, du fait que la rupture et l'abrasion des pellets cuits mènent à la perte de matériau au cours de leur stockage et de leur transport. En outre, on préfère que les pellets cuits présentent une bonne résistance mécanique, également dénommée résistance au broyage ou à la compression, pour éviter toute perte de perméabilité dans le réacteur métallurgique lorsqu'ils sont chargés dans celui-ci. La résistance mécanique des pellets peut être mesurée, par exemple, par le standard ISO 4700 « Détermination de la résistance au broyage ».

Les qualités métallurgiques des pellets cuits sont également un critère important qui est caractérisé par la réductibilité, le gonflement et la rupture à basse température des pellets cuits, notamment selon le

standard ISO 7215 « Détermination de la réductibilité par le degré final d'indice de réduction » ou selon le standard ISO 4695 « Détermination de la réductibilité par le taux d'indice de réduction », le standard ISO 4698 « Détermination de l'indice de gonflement libre » et le standard ISO 4696
5 « Détermination des indices de réduction-désintégration à basse température par le procédé statique ».

Le document de J. Pan et coll. qui a été cité précédemment (se référer à Iron Ore conference / Perth, WA, 11-13 juillet 2011, J Pan, D Q Zhu, M Emrich, T J Chun et H Chen,
10 « Amélioration de la performance des pellets fluxés par de la chaux hydratée au lieu de bentonite comme liant » mentionne également que, dans la production de pellets fluxés, la teneur en MgO affecte notablement la performance de combustion des pellets fluxés et qu'une teneur plus élevée de MgO mène à une résistance à la compression
15 inférieure des pellets cuits fabriqués à partir de pellets préchauffés (voir Zhang, 2009 et Wang, Liu et Chen, 2004).

Bien que l'on ait découvert qu'une proportion de 0,9 % de MgO pur dans un pellet puisse réduire l'indice de dégradation par réduction (RDI) à un niveau aussi bas que 7,5 %, cela montre également
20 une détérioration de la résistance à la compression des pellets cuits (se référer à Transactions of the Indian Institute of Metals, août 2016, volume 69, Issue 6, pp. 1141-1153, Rôle du MgO et de ses différents minéraux sur les propriétés des pellets de minerai de fer, Md. Meraj, Susanta Pramanik, Jagannath Pal). Ce document mentionne que, lorsque l'on
25 ajoute des additifs de magnésium, la résistance des pellets cuits sera réduite du fait de l'oxydation de la magnétite qui est retardée par la présence de MgO dans les pellets.

D'autres flux à base de MgO ont été testés et apportent de bonnes propriétés de résistance à une température de cuisson plus

basse, mais ne peuvent réduire l'indice de dégradation à un niveau suffisamment bas.

5 En raison de ces exigences sensibles, il n'est pas aisé de modifier la composition de pellets fluxés de minerai métallique sans perturber complètement les propriétés physicochimiques sensibles des pellets crus et des pellets cuits. Du fait que la qualité des pellets cuits dépend des propriétés des pellets crus, il est également nécessaire de contrôler la qualité des pellets crus pour obtenir des pellets cuits adéquats convenant à une utilisation dans des fours métallurgiques.

10 En dépit de ses inconvénients, la bentonite est pour l'instant recommandée pour répondre à toutes les exigences mentionnées ci-dessus qui sont essentielles pour obtenir des pellets fluxés métalliques adéquats convenant pour résister à un processus de durcissement lorsqu'ils se trouvent sous la forme de pellets crus et, ensuite, pour
15 utilisation dans des réacteurs à réduction directe ou des hauts-fourneaux lorsqu'ils se présentent sous la forme de pellets cuits.

Cependant, il existe un besoin de fournir d'autre pellets fluxés de minerai métallique, en particulier des pellets fluxés de minerai de fer présentant une alcalinité contrôlée, une humidité contrôlée et des
20 propriétés mécaniques et métallurgiques renforcées tout en réduisant le volume de scories dans le four métallurgique.

À cette fin, l'invention vise l'utilisation d'un composé incluant du magnésium comme liant pour produire des pellets fluxés de minerai métallique, en particulier des pellets fluxés de minerai de fer, caractérisé
25 en ce que le composé comprenant du magnésium comprend de la dolomie ou de la chaux dolomitique semi-hydratée répondant à la formule générale $a\text{Ca}(\text{OH})_2.b\text{Mg}(\text{OH})_2.c\text{MgO}$, a, b et c étant des fractions pondérales dans lesquelles la fraction pondérale b de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ se situe entre 0,5 et 19,5 % en poids par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.
30

Ce composé est un dérivé de dolomite ou de calcaire dolomitique qui sera dénommé dolomie semi-hydratée dans la présente invention, obtenu par calcination, puis par hydratation partielle (extinction par de l'eau) d'une dolomite naturelle ou d'un calcaire dolomitique.

5 La dolomie semi-hydratée peut donc contenir les mêmes impuretés que celles de la dolomite à partir de laquelle elle est produite.

La dolomie semi-hydratée selon la présente invention peut contenir des impuretés telles que l'oxyde de soufre, SO_3 , la silice, SiO_2 ou même l'alumine Al_2O_3 , dont la somme se situe à un niveau d'un certain pourcentage pondéral. Les impuretés sont exprimées ici sous leur
10 forme d'oxyde, mais, naturellement, elles pourraient apparaître sous la forme de différents minéraux. La dolomie semi-hydratée contient de manière générale également un certain pourcentage en poids (jusqu'à 10 %) de résidus résiduels non brûlés, à savoir des carbonates de
15 magnésium et/ou de calcium, MgCO_3 et/ou CaCO_3 (habituellement essentiellement CaCO_3). Dans certains cas, une certaine quantité d'oxyde de calcium CaO qui n'a pas réagi (non éteint) pourrait apparaître à un niveau de 1 % en poids ou moins.

Comme on peut le voir, la présente invention décrit
20 l'utilisation non pas de mélanges physiques, mais en fait d'un composé unique fournissant à la fois des composés de magnésium et de calcium, à savoir $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ et MgO . L'utilisation d'un composé unique au lieu de mélanges physiques de multiples composés a un avantage pratique considérable, car le procédé de production des pellets sera plus
25 aisé en utilisant un seul liant au lieu de plusieurs. En outre, l'homogénéité de la dispersion des composés de Ca et Mg dans la composition des pellets est également améliorée lorsque ces deux composants sont fournis via un seul liant lui-même parfaitement homogène.

D'autre part, cela a l'avantage, en comparaison de la
30 dolomite complètement hydratée, d'être un produit qui est beaucoup plus

aisé à obtenir. En fait, la dolomite totalement hydratée, qui peut être représentée par une formule pondérale du type $x\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot y\text{Mg}(\text{OH})_2$ et contenant des résidus non hydratés de CaO et/ou de MgO seulement en traces (moins de 1 %) est difficile à obtenir, car elle nécessite une

5 hydratation complète de dolomite calcinée, généralement réalisée sous une pression allant jusqu'à 1 MPa (10 bars) et à haute température jusqu'à 180 °C. La dolomite totalement hydratée de formule générale $x\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot y\text{Mg}(\text{OH})_2$ reste donc à l'heure actuelle un produit spécialisé.

Dans la présente invention, la dolomie semi-hydratée est

10 utilisée comme liant pour pouvoir former des pellets fluxés de minerai métallique de manière appropriée et pour résister au processus de durcissement, en donnant ensuite des pellets cuits de bonne qualité, c'est-à-dire de bonnes propriétés mécaniques et métallurgiques.

En fait, on a observé non sans surprise dans la présente

15 invention qu'il était possible de remplacer le liant communément utilisé, à savoir la bentonite, par un liant composé de dolomie semi-hydratée contenant entre 0,5 et 19,5 % en poids de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ sans dégrader les propriétés physicochimiques des pellets fluxés de minerai métallique contre toute attente.

Dans la dolomie semi-hydratée utilisée comme liant dans la

20 présente invention, la proportion de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ est maintenue entre 0,5 et 19,5 % en poids afin de contrôler la teneur en humidité de la composition au cours du processus de production de pellets crus et pour améliorer les propriétés mécaniques des pellets crus obtenus.

Avantageusement, la fraction pondérale b de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ est

25 supérieure ou égale à 1 %, en particulier supérieure ou égale à 1,5 %, mieux encore supérieure ou égale à 2 %, de préférence supérieure ou égale à 5 % et inférieure ou égale à 18 %, en particulier inférieure ou égale à 15 % par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.

On a démontré dans la présente invention qu'il était possible de remplacer complètement la bentonite ou n'importe quel produit organique comme liant et l'olivine (ou un autre silicate) comme flux par de la dolime semi-hydratée.

5 Un autre avantage de l'utilisation de dolomie semi-hydratée comme liant mène à une réduction de la consommation de carbonates comme flux, si l'on en utilise, ce qui entraîne une réduction des émissions de CO₂ au cours du processus de durcissement.

10 En outre, lorsque la dolomie semi-hydratée selon la présente invention remplace des composés comprenant des silicates, cela permet la réduction de taux de scories dans le haut-fourneau.

De préférence, selon la présente invention, le rapport pondéral dudit liant se situe entre 0,5 % et 5 %, de préférence entre 0,5 % et 1,5 % en poids par rapport au poids total des pellets.

15 En variante, selon la présente invention, la fraction pondérale de dolime semi-hydratée se situe entre 80 % et 100 %, de préférence entre 90 % et 100 %, mieux encore entre 95 % et 100 %, avantageusement entre 97 % et 100 %, de préférence entre 98 % et 100 % en poids par rapport au poids total du liant. Dans un mode de
20 réalisation particulier de l'invention, la dolomie semi-hydratée est de 100 % en poids par rapport au poids total du liant.

Avantageusement, la fraction pondérale c de MgO est supérieure ou égale à 5 %, de préférence supérieure ou égale à 10 %, avantageusement supérieure ou égale à 15 %, de préférence supérieure
25 ou égale à 20 % en poids de MgO par rapport au poids total de ladite dolime semi-hydratée et est inférieure ou égale à 41 %, de préférence inférieure ou égale à 30 % en poids de MgO par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.

30 Dans ce mode de réalisation particulier de l'invention, si l'on envisage des teneurs de MgO supérieures, on peut ajouter de l'oxyde de

magnésium comme flux complémentaire. Plus préférablement, la fraction pondérale a de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ est supérieure ou égale à 15 %, de préférence supérieure ou égale à 30 %, avantageusement supérieure ou égale à 40 %, de préférence supérieure ou égale à 45 % en poids de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ par rapport au poids total de ladite dolime semi-hydratée et est inférieure ou égale à 85 %, de préférence inférieure ou égale à 65 %, avantageusement inférieure ou égale à 60 %, plus préférablement inférieure ou égale à 55 % en poids de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.

De préférence, la dolomie semi-hydratée se présente sous une forme pulvérulente.

En variante, la dolomie semi-hydratée se présente sous la forme d'une suspension aqueuse dudit composé basée sur ladite dolomie semi-hydratée.

En outre, dans un mode de réalisation préféré, la dolomie semi-hydratée comprend des particules présentant une surface spécifique BET obtenue à partir d'adsorption d'azote comprise entre 5 et 25 m^2/g , en particulier entre 10 m^2/g et 20 m^2/g .

Par le terme « particules » au sens de la présente invention, on entend la discontinuité des solides les plus petits de la charge minérale que l'on puisse observer avec un microscope électronique à balayage (SEM).

Par l'expression « surface spécifique BET », on entend au sens de la présente spécification la surface spécifique mesurée par manométrie avec adsorption d'azote à 77 K après dégazage sous vide à une température comprise entre 150 et 250 °C, notamment à 190 °C pendant au moins 2 heures, et calculée selon le procédé BET multipoint tel que décrit dans le standard ISO 9277:2010E.

Avantageusement, la dolomie semi-hydratée comprend des particules présentant un volume de pores BJH total constitué de pores

ayant un diamètre inférieur à 1 000 Å obtenues par désorption d'azote comprises entre 0,05 et 0,15 cm³/g.

5 Par les termes « volume de pores BJH » selon la présente invention, on entend le volume de pores tel que mesuré par manométrie avec adsorption d'azote à 77 K après dégazage sous vide à une température comprise entre 150 et 250 °C, notamment à 190 °C pendant au moins 2 heures, et calculé selon le procédé BJH en utilisant la courbe de désorption avec l'hypothèse d'une géométrie de pores cylindrique.

10 Par les termes « volume de pores total » dans la présente spécification, on entend que le volume de pores BJH est constitué de pores ayant un diamètre inférieur ou égal à 1 000 Å.

De préférence, la dolomie semi-hydratée comprend des particules présentant un d₁₀ supérieur ou égal à 0,5 µm, en particulier d'environ 1 µm.

15 En outre, la dolomie semi-hydratée comprend avantageusement des particules présentant un d₅₀ compris entre 4 µm et 8 µm.

En particulier, la dolomie semi-hydratée comprend des particules présentant un d₉₇ compris entre 40 µm et 95 µm.

20 La notation dx représente un diamètre exprimé en µm et mesuré par granulométrie au laser dans du méthanol après sonication par rapport auquel X % en volume des particules mesurées sont inférieurs ou égaux.

25 Dans un autre mode de réalisation de la présente invention, les pellets fluxés de minerai métallique, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer, contiennent un concentré de minerai métallique, en particulier un concentré de minerai de fer, présentant des particules ayant une finesse Blaine comprise entre 1 500 cm²/g et 2 500 cm²/g, de préférence entre 1 800 cm²/g et 2 200 cm²/g.

Par l'expression « finesse Blaine », on entend au sens de la présente spécification une finesse mesurée selon l'ASTM standard C-204-07 en utilisant un appareil de perméabilité à l'air et le procédé d'essai A. La finesse de Blaine de particules est la surface spécifique exprimée comme la surface spécifique en centimètres carrés par gramme de particules.

Dans un mode de réalisation particulièrement préféré selon l'invention, les pellets fluxés de minerai métallique, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer, présentent une distribution de tailles caractérisée par 90 % à 98 % des pellets qui présentent un diamètre compris entre 8 et 16 mm.

Dans un mode de réalisation particulièrement préféré selon l'invention, les pellets fluxés de minerai métallique sont des pellets fluxés de minerai de fer comprenant un concentré de minerai de fer fin choisi dans le groupe constitué de la magnétite, de l'hématite et de leurs mélanges.

Dans un autre mode de réalisation de la présente invention, les pellets fluxés de minerai métallique, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer, comprennent en outre un flux choisi dans le groupe constitué du carbonate de calcium, de la dolomite, de l'olivine, de la pyroxénite, d'autres silicates de magnésium, tels que la dunite, et de leurs mélanges.

De préférence, ledit flux se situe entre 0,5 % et 15 % en poids par rapport au poids total des pellets.

Avantageusement, selon la présente invention, les pellets fluxés de minerai métallique, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer, sont des pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier des pellets fluxés de minerai de fer crus.

La teneur en humidité des pellets est contrôlée même en l'absence de bentonite et les propriétés mécaniques et métallurgiques des pellets sont améliorées.

5 Les pellets fluxés de minerai métallique crus sont caractérisés par une résistance au broyage avant séchage (« pellet humide ») qui est comprise entre 10 et 30 N par pellet et après séchage (« pellet séché ») qui est comprise entre 30 et 90 N par pellet.

10 Les pellets fluxés de minerai métallique crus selon la présente invention présentent une température aux chocs égale ou supérieure à 250 °C.

Par l'expression « température aux chocs », on entend selon la présente invention la température minimale à laquelle des fissures se produisent dans les pellets crus humides lorsqu'ils sont placés à l'intérieur d'un moufle chaud, directement depuis la température ambiante. À cet effet, divers échantillons de pellets crus sont soumis individuellement à une température graduellement augmentée. Typiquement, un premier échantillon sera soumis à 200 °C, un deuxième à 250 °C, ..., jusqu'à ce que des pellets fissurés soient observés dans un échantillon. Ces fissures apparaissent très rapidement (au bout de quelques minutes) dans les pellets après soumission à la température de prise.

20 En variante, les pellets fluxés de minerai métallique, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer selon la présente invention, sont des pellets fluxés de minerai métallique cuits, en particulier des pellets fluxés de minerai de fer cuits.

25 Grâce à la dolime semi-hydratée utilisée comme liant dans la présente invention, les pellets cuits présentent également de meilleures propriétés mécaniques après le processus de durcissement. La résistance au broyage des pellets cuits selon la présente invention

mesurée selon le standard ISO 4700 est comprise entre 2 000 et 5 000 N/pellet, de préférence comprise entre 2 500 et 5 000 N/pellet.

En outre, la qualité des pellets cuits selon la présente invention est améliorée, car le remplacement des minéraux contenus dans la bentonite permet, par exemple, la réduction du volume de scories dans le haut-fourneau ou dans le four à arc électrique après le réacteur de réaction directe.

De préférence, les pellets cuits selon la présente invention contiennent moins de 10 %, en particulier moins de 5 % en poids de SiO_2 par rapport au poids total des pellets.

La teneur en métal totale, en particulier de fer, dans les pellets cuits est de préférence égale ou supérieure à 55 %, en particulier égale ou supérieure à 60 %, avantageusement égale ou supérieure à 65 % en poids par rapport au poids total des pellets.

Les propriétés métallurgiques des pellets cuits obtenus selon la présente invention ont une réductibilité au-dessus de 0,70 %/minute, selon le standard ISO 4695 « Détermination de la réductibilité par le taux d'indice de réduction », en dessous d'un gonflement de 20 % (par force ascensionnelle), selon le standard ISO 4698 « Détermination de l'indice de gonflement libre » et une résistance au broyage après réduction au-dessus de 150 N/pellet, selon le standard ISO 4696 « Détermination d'indices de réduction/désintégration à basse température par un procédé statique ». L'utilisation de dolomie semi-hydratée contenant de l'hydroxyde de magnésium dans une proportion comprise entre 0,5 et 19,5 % en poids comme liant dans des pellets fluxés de minerai métallique permet donc la production de pellets fluxés de minerai métallique ayant des propriétés mécaniques adéquates conjointement avec une composition chimique adéquate pour utilisation dans un four électrique ou un haut-fourneau.

D'autres modes de réalisation de l'utilisation selon l'invention sont mentionnés dans les revendications ci-annexées.

L'invention concerne également un procédé de fabrication de pellets fluxés de minerai métallique, en particulier de pellets fluxés de minerai de fer, comprenant les étapes consistant à :

- 5 – acheminer un concentré de minerai métallique fin, en particulier un concentré de minerai de fer dans un récipient ;
- acheminer un liant dans ledit récipient ;
- ajuster l'humidité dans ledit récipient pour former un
- 10 mélange humide ;
- agglomérer et tamiser ledit mélange humide en pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier en pellets fluxés de minerai de fer crus ;

caractérisé en ce que ledit liant est un composé comprenant du magnésium comprenant de la dolomie semi-hydratée répondant à la

15 formule générale $a\text{Ca}(\text{OH})_2.b\text{Mg}(\text{OH})_2.c\text{MgO}$, a, b et c étant des fractions pondérales, dans lequel la fraction pondérale b de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ se situe entre 0,5 et 19,5 % en poids par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.

20 L'étape d'agglomération et de tamisage est de préférence réalisée dans une cuve de granulation telle qu'un tambour ou un disque (cuvette) qui peut être le conteneur ou pas.

Le temps de résidence du mélange humide pour former les pellets à l'intérieur du tambour de granulation est compris entre 50 et

25 200 s pour des pellets présentant un diamètre compris entre 8 et 16 mm.

De préférence, le procédé selon la présente invention comprend en outre l'étape de durcissement des pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier de pellets fluxés de minerai de fer crus dans un four de durcissement.

Ladite étape de durcissement comprend avantageusement les étapes consistant à :

5 - sécher les pellets crus à environ 300 °C pendant une période prédéterminée comprise entre 5 min et 15 min pour former des pellets crus séchés ;

 – préchauffer les pellets crus séchés à une température égale ou supérieure à 800 °C au cours d'une période prédéterminée comprise entre 5 min et 20 min pour former des pellets crus préchauffés ;

10 – cuire les pellets crus préchauffés à une température égale ou supérieure à 1 200 °C au cours d'une période prédéterminée comprise entre 5 min et 20 min pour former des pellets fluxés de minerai métallique cuits, en particulier des pellets fluxés de minerai de fer cuits.

15 Avantageusement, selon la présente invention, l'étape d'ajustement de l'humidité est une étape d'addition d'une phase aqueuse pour former ledit mélange humide.

 L'étape d'addition d'une phase aqueuse est de préférence une addition graduelle de la phase aqueuse dans le mélange pulvérulent.

 De préférence, la phase aqueuse est l'eau.

20 Avantageusement, selon l'invention, l'étape d'ajustement de l'humidité est effectuée jusqu'à ce que ledit mélange présente une teneur en humidité comprise entre 5 % et 15 % en poids par rapport au poids total dudit mélange.

25 Dans un autre mode de réalisation du procédé selon l'invention, les pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer crus, présentent une distribution de tailles caractérisée par 90 % à 98 % des pellets qui présentent un diamètre compris entre 8 et 16 mm.

30 De préférence, le procédé selon l'invention comprend en outre une étape de fourniture d'un flux avant l'étape d'ajustement d'humidité, le flux étant de préférence sélectionné dans le groupe

constitué du carbonate de calcium, de l'olivine, du pyroxénite, d'autres silicates de magnésium et de leurs mélanges.

De préférence, la fraction pondérale c de MgO est supérieure ou égale à 5 %, de préférence supérieure ou égale à 10 %, 5
avantageusement supérieure ou égale à 15 %, de préférence supérieure ou égale à 20 % en poids de MgO par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée et est inférieure ou égale à 41 %, de préférence inférieure ou égale à 30 % en poids de MgO par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée, la fraction pondérale a de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ est 10
supérieure ou égale à 15 %, de préférence supérieure ou égale à 30 %, avantageusement supérieure ou égale à 40 %, mieux encore supérieure ou égale à 45 % en poids de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée et est inférieure ou égale à 85 %, de préférence inférieure ou égale à 65 %, avantageusement inférieure ou égale à 60 %, 15
mieux encore inférieure ou égale à 55 % en poids de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.

Avantageusement, dans le procédé selon l'invention, le liant est ajouté en quantité comprise entre 0,5 % et 5 %, de préférence entre 0,5 % et 1,5 % en poids par rapport au poids total des pellets.

20 En variante, selon la présente invention, la fraction pondérale de dolomie semi-hydratée se situe entre 80 % et 100 %, de préférence entre 90 % et 100 %, mieux encore entre 95 % et 100 %, avantageusement entre 97 % et 100 %, de préférence entre 98 % et 100 % en poids par rapport au poids total de liant. Dans un mode de 25
réalisation particulier de l'invention, la dolomie semi-hydratée est de 100 % en poids par rapport au poids total du liant.

Dans le procédé selon l'invention, ledit concentré de minerai métallique fin, en particulier le concentré de minerai de fer présente avantageusement une finesse de Blaine comprise entre 1 500 cm^2/g et 30
2 500 cm^2/g , de préférence entre 1 800 cm^2/g et 2 200 cm^2/g .

D'autres modes de réalisation du procédé selon l'invention sont mentionnés dans les revendications ci-annexées.

La présente invention concerne également une composition de pellets fluxés de minerai métallique, en particulier de pellets fluxés de minerai de fer, comprenant :

- 5 – un concentré de minerai métallique fin, en particulier un concentré de minerai de fer en quantité comprise entre 80 % en poids et 99 % en poids par rapport au poids total de la composition de pellets fluxés de minerai métallique ;
 - 10 – un composé incluant du magnésium comme liant en quantité comprise entre 0,1 % en poids et 5 % en poids, en particulier entre 0,5 % en poids et 1,5 % en poids par rapport au poids total de la composition de pellets fluxés de minerai métallique ;
 - 15 – une teneur en humidité comprise entre 5 % en poids et 15 % en poids par rapport au poids total de la composition de pellets fluxés de minerai métallique ;
- caractérisée en ce que le composé incluant du magnésium comprend une dolomie semi-hydratée répondant à la formule générale $a\text{Ca}(\text{OH})_2.b\text{Mg}(\text{OH})_2.c\text{MgO}$, a, b et c étant des fractions pondérales, dans
- 20 laquelle la fraction pondérale b de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ se situe entre 0,5 et 19,5 % en poids par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.
- En variante, selon la présente invention, la fraction pondérale de dolomie semi-hydratée se situe entre 80 % et 100 %, de préférence entre 90 % et 100 %, mieux encore entre 95 % et 100 %, avantagement entre 97 % et 100 %, de préférence entre 98 % et
- 25 100 % en poids par rapport au poids total du liant. Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, la dolomie semi-hydratée est de 100 % en poids par rapport au poids total du liant.
- Avantageusement, la composition selon l'invention
- 30 comprend en outre de 0,5 % en poids à 15 % en poids d'additifs en tant

que flux par rapport au poids total de la composition de pellets fluxés de minerais métalliques.

De préférence, dans la composition selon l'invention, la fraction pondérale c de MgO est supérieure ou égale à 5 %, de préférence supérieure ou égale à 10 %, avantageusement supérieure ou égale à 15 %, de préférence supérieure ou égale à 20 % en poids de MgO par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée et est inférieure ou égale à 41 %, de préférence inférieure ou égale à 30 % en poids de MgO par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée, la fraction pondérale a de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ est supérieure ou égale à 15 %, de préférence supérieure ou égale à 30 %, avantageusement supérieure ou égale à 40 %, mieux encore supérieure ou égale à 45 % en poids de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée et est inférieure ou égale à 85 %, de préférence inférieure ou égale à 65 %, avantageusement inférieure ou égale à 60 %, mieux encore inférieure ou égale à 55 % en poids de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.

Dans un autre mode de réalisation de la composition selon l'invention, la dolomie semi-hydratée comprend des particules présentant une surface spécifique BET obtenue par adsorption d'azote comprise entre 5 et 25 m^2/g , de préférence entre 10 m^2/g et 20 m^2/g .

De préférence, la dolomie semi-hydratée de la composition selon l'invention comprend des particules présentant un volume de pores BJH total constitué de pores ayant un diamètre inférieur à 1 000 Å, obtenu par désorption d'azote comprise entre 0,05 et 0,15 cm^3/g .

Préférentiellement, la dolomie semi-hydratée comprend des particules présentant une taille caractérisée par un d_{10} égal ou supérieur à 0,5 μm et/ou un d_{50} compris entre 4 μm et 8 μm et/ou un d_{97} compris entre 40 μm et 94 μm .

En variante, le concentré de minerai métallique, en particulier le concentré de minerai de fer présente des particules ayant une finesse de Blaine comprise entre 1 500 cm²/g et 2 500 cm²/g, de préférence entre 1 800 cm²/g et 2 200 cm²/g.

5 De préférence, le concentré de minerai de fer fin est sélectionné dans le groupe constitué de la magnétite, de l'hématite et de leurs mélanges.

Dans un mode de réalisation préféré, la composition selon l'invention comprend en outre un flux sélectionné dans le groupe
10 constitué du carbonate de calcium, de la dolomite, de l'olivine, de la pyroxénite, d'autres silicates de magnésium, comme la dunite, et de leurs mélanges.

D'autres modes de réalisation de la composition de pellets fluxés de minerai métallique, en particulier de pellets fluxés de minerai de
15 fer selon l'invention sont mentionnés dans les revendications ci-annexées.

La présente invention concerne également des pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier des pellets fluxés de minerai de fer crus comprenant :

20 – un concentré de minerai métallique fin, en particulier un concentré de minerai de fer en quantité comprise entre 80 % en poids et 99 % en poids par rapport au poids total des pellets fluxés de minerai métallique crus ;

– un composé comprenant du magnésium comme liant en
25 quantité comprise entre 0,1 % en poids et 5 % en poids, en particulier entre 0,5 % en poids et 1,5 % en poids par rapport au poids total des pellets fluxés de minerai métallique crus ;

– une teneur en humidité comprise entre 5 % en poids et
30 15 % en poids par rapport au poids total des pellets fluxés de minerai métallique crus ;

caractérisés en ce que le composé comprenant du magnésium comprend une dolomite semi-hydratée répondant à la formule générale $a\text{Ca}(\text{OH})_2.b\text{Mg}(\text{OH})_2.c\text{MgO}$, a , b et c étant des fractions pondérales, dans lequel la fraction pondérale b de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ se situe entre 0,5 et 19,5 % en poids par rapport au poids total de ladite dolomite semi-hydratée, desdits pellets fluxés de minerai métallique crus.

En variante, selon la présente invention, la fraction pondérale de dolomite semi-hydratée se situe entre 80 % et 100 %, de préférence entre 90 % et 100 %, mieux encore entre 95 % et 100 %, avantageusement entre 97 % et 100 %, de préférence entre 98 % et 100 % en poids par rapport au poids total du liant. Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, la dolomite semi-hydratée est de 100 % en poids par rapport au poids total du liant.

En particulier, lesdits pellets fluxés de minerai de fer crus présentent en outre une résistance au broyage comprise entre 10 et 30 N/pellet.

Avantageusement, les pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer crus, comprennent en outre de 0,5 % en poids à 15 % en poids d'additifs comme des flux par rapport au poids total des pellets fluxés de minerai métallique cru.

En variante, selon la présente invention, les pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer crus, présentent une température de choc égale ou supérieure à 250 °C.

De préférence, lesdits pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier lesdits pellets fluxés de minerai de fer crus présentent en outre une résistance au broyage entre 30 et 90 N/pellet après séchage.

Cela signifie que les pellets crus présentent une résistance au broyage comprise entre 10 et 30 N/pellet avant séchage lorsque ce

sont des pellets crus humides, et présentent une résistance au broyage entre 30 et 90 N/pellet après séchage lorsqu'ils sont constitués de pellets crus séchés.

5 L'étape de séchage est effectuée à environ 105 °C au cours d'une période prédéterminée comprise typiquement entre 12 heures et 24 heures.

Avantageusement, les pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer crus selon l'invention présentent une distribution de tailles dans laquelle 90 % à
10 98 % des pellets présentent un diamètre compris entre 8 et 16 mm.

Les pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer crus selon l'invention comprennent avantageusement un concentré de minerai de fer fin sélectionné dans le groupe constitué de la magnétite, de l'hématite et de leurs mélanges.

15 De préférence, les pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer crus selon l'invention comprennent un outre un flux sélectionné dans le groupe constitué du carbonate de calcium, de la dolomite, de l'olivine, de la pyroxénite, d'autres silicates de magnésium, tels que la dunite, et de leurs mélanges.

20 Avantageusement, les pellets crus selon l'invention contiennent un concentré de minerai métallique, en particulier un concentré de minerai de fer présentant des particules ayant une finesse de Blaine comprise entre 1 500 cm²/g et 2 500 cm²/g, de préférence entre 1 800 cm²/g et 2 200 cm²/g.

25 D'autres modes de réalisation de pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier de pellets fluxés de minerai de fer crus selon l'invention sont mentionnés dans les revendications ci-annexées.

La présente invention concerne également des pellets fluxés de minerai métallique cuits, en particulier des pellets fluxés de
30 minerai de fer cuits comprenant :

– une teneur en métal égale ou supérieure à 55 %, en particulier égale ou supérieure à 60 %, avantageusement égale ou supérieure à 65 % en poids par rapport au poids total des pellets, caractérisés en ce que les pellets présentent un rapport Ca/Mg entre 0,8 et 2, en particulier entre 0,8 et 1,7, mieux encore entre 0,8 et 1,2 et présentent une résistance au broyage mesurée selon la norme ISO 4700 comprise entre 2 000 et 5 000 N/pellet, de préférence comprise entre 2 500 et 5 000 N/pellet.

Dans un autre mode de réalisation des pellets cuits selon l'invention, lesdits pellets fluxés de minerai métallique cuits, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer cuits contiennent moins de 10 %, en particulier moins de 5 % en poids de SiO_2 par rapport au poids total des pellets.

Les pellets fluxés de minerai métallique cuits, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer cuits selon l'invention comprennent avantageusement un concentré de minerai de fer fin sélectionné dans le groupe constitué de la magnétite, de l'hématite et de leurs mélanges.

De préférence, les pellets fluxés de minerai métallique cuits, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer cuits selon l'invention comprennent en outre un flux sélectionné dans le groupe constitué du carbonate de calcium, de la dolomite, de l'olivine, de la pyroxénite, d'autres silicates de magnésium, comme la dunite, et de leurs mélanges.

Dans un mode de réalisation particulièrement préféré selon l'invention, les pellets fluxés de minerai métallique cuits, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer cuits présentent une distribution de tailles, dans laquelle 90 % à 98 % des pellets présentent un diamètre compris entre 8 et 16 mm.

D'autres modes de réalisation de pellets fluxés de minerai métallique cuits, en particulier de pellets fluxés de minerai de fer cuits selon l'invention sont mentionnés dans les revendications ci-annexées.

EXEMPLES

Une composition contenant le liant selon l'invention a été mise en œuvre et présente les caractéristiques présentées dans le tableau 1. Dans le tableau 1, les pourcentages en poids sont exprimés

5 par rapport au poids total des pellets.

Tableau 1

Alcalinité exprimée comme (CaO/SiO ₂)	0,75
Mg exprimé comme MgO (% en poids)	1,3
Magnétite (% en poids)	57,4
Hématite (% en poids)	36,6
Calcaire (% en poids)	1,2
Dolomite (% en poids)	2,8
Dolomie semi-hydratée (% en poids)	1,5
Bentonite (% en poids)	0
Anthracite (% en poids)	0,5

La quantité de Mg élémentaire exprimé comme MgO représente la quantité de Mg élémentaire dans le mélange des différents composants formant la composition des pellets.

- 5 Le calcaire et la dolomite apparaissent comme flux. De l'eau est ajoutée à la composition selon le tableau 1 afin d'agglomérer et de tamiser le mélange humide obtenu en pellets crus.

- 10 Les pellets crus sont séchés à environ 300 °C pour former des pellets crus séchés. Les pellets crus séchés sont préchauffés à 800 °C pour former des pellets crus préchauffés. Les pellets crus préchauffés sont cuits à 1 280 °C pour former des pellets cuits. Le temps de cycle total de l'étape de séchage à la fin de l'étape de cuisson est de 22,4 minutes et la hauteur du lit entre les billes crues et la couche du foyer est de 300/100 mm.

- 15 Les pellets cuits présentent 64,2 % en poids de Fe et 4,2 % en poids de SiO₂ sur la base du poids total des pellets cuits.

La résistance au broyage des pellets cuits mesurée selon le standard ISO 4700 est de 3 320 N/pellet.

- 20 Les pellets cuits sont soumis à un essai de gonflement selon le standard ISO 4698 et, ensuite, la résistance au broyage des pellets est mesurée selon le standard ISO 4700.

Ensuite, les pellets cuits sont soumis à un essai de réductibilité selon le standard ISO 4695, puis la résistance au broyage des pellets est mesurée selon le standard ISO 4700.

5 Enfin, les pellets cuits sont soumis à un essai de désintégration selon le standard ISO 4696 et, ensuite, la résistance au broyage des pellets est mesurée selon le standard ISO 4700.

Les résultats de ces mesures sont illustrés dans le tableau 2.

Tableau 2

Résistance au broyage selon la norme ISO 4700 sur des pellets après un test de gonflement selon la norme ISO 4698 (N/pellet)	180
Résistance au broyage selon la norme ISO 4700 sur des pellets après un test de réductibilité selon la norme ISO 4695 (N/pellet)	420
Résistance au broyage selon la norme ISO 4700 sur des pellets après un test de désintégration selon la norme ISO 4696 (N/pellet)	260

10 Une composition contenant un liant selon l'invention a été mise en œuvre et présente les caractéristiques montrées dans le tableau 3. Dans le tableau 3, les pourcentages en poids sont exprimés par rapport au poids total des pellets.

Tableau 3

Alcalinité exprimée comme (CaO/SiO ₂)	0,2
Mg exprimé comme MgO (% en poids)	1,22
Magnétitre (% en poids)	49,5
Hématite (% en poids)	49,5
Liant comprenant de la dolomie semi-hydratée (% en poids)	1

La quantité de Mg élémentaire exprimé comme MgO représente la quantité de Mg élémentaire dans le mélange des différents composants formant la composition des pellets.

5 La composition ci-dessus comprend 0,6 % en poids de coke et 1,52 % en poids d'olivine tous deux exprimés par rapport à la somme du poids de l'hématite et de la magnétite.

La composition liante comprenant de la dolomie semi-hydratée est présentée dans le tableau 4, dans lequel les pourcentages en poids sont exprimés par rapport au poids total du liant.

10 Tableau 4

Mg(OH) ₂ (% en poids)	1,24
Ca(OH) ₂ (% en poids)	57,41
CaCO ₃ (% en poids)	2,84
CaO (% en poids)	4,2
MgO (% en poids)	33,1
Fe ₂ O ₃ (% en poids)	0,42
Autres impuretés (% en poids)	0,79

De l'eau est ajoutée à la composition pour agglomérer et tamiser le mélange humide obtenu en pellets crus.

15 Les pellets crus sont séchés à environ 300 °C pour former des pellets crus séchés. Les pellets crus séchés sont préchauffés à 800 °C pour former des pellets crus préchauffés. Les pellets crus préchauffés sont cuits à 1 270 °C pour former des pellets cuits. Le temps de cycle total de l'étape de séchage à la fin de l'étape de cuisson est de 27,4 min et la hauteur du lit de billes crues par rapport à la couche de foyer est de 300/100 mm.

20 Les pellets cuits présentent 66 % en poids de Fe et 2,95 % en poids de SiO₂ sur la base du poids total des pellets cuits.

La résistance au broyage des pellets cuits mesurée selon le standard ISO 4700 est de 2 920 N/pellet.

Les pellets cuits sont soumis à un essai de gonflement selon le standard ISO 4698 et, ensuite, la résistance au broyage des pellets est mesurée selon le standard ISO 4700.

5 Les pellets cuits sont soumis à un essai de réductibilité selon le standard ISO 4695 et, ensuite, la résistance au broyage des pellets est mesurée selon le standard ISO 4700.

Enfin, les pellets cuits sont soumis à un essai de désintégration selon le standard ISO 4696 et, ensuite, la résistance au broyage des pellets est mesurée selon le standard ISO 4700.

10 Les résultats de ces mesures sont illustrés dans le tableau 5.

Tableau 5

Résistance au broyage selon la norme ISO 4700 sur des pellets après un essai de gonflement selon la norme ISO 4698 (N/pellet)	300
Résistance au broyage selon la norme ISO 4700 sur des pellets après un essai de réductibilité selon la norme ISO 4695 (N/pellet)	310
Résistance au broyage selon la norme ISO 4700 sur des pellets après un essai de désintégration selon la norme ISO 4696 (N/pellet)	210

EXEMPLE COMPARATIF

Une composition contenant de la bentonite comme liant a été mise en œuvre et présente les caractéristiques présentées dans le tableau 6. Dans le tableau 6, les pourcentages en poids sont exprimés par rapport au poids total des pellets.

Tableau 6

Alcalinité exprimée comme (CaO/SiO ₂)	0,75
Mg exprimé comme MgO (% en poids)	1,3
Magnétite (% en poids)	56,1
Hématite (% en poids)	36,3
Calcaire (% en poids)	1,8
Dolomite (% en poids)	4,7
Dolomie semi-hydratée (% en poids)	0
Bentonite (% en poids)	0,6
Anthracite (% en poids)	0,5

La quantité de Mg élémentaire exprimée comme MgO représente la quantité de Mg élémentaire dans le mélange des différents composants formant la composition des pellets.

Du calcaire et de la dolomie apparaissent comme flux. De l'eau est ajoutée à la composition selon le tableau 6 afin d'agglomérer et de tamiser le mélange humide obtenu en pellets crus.

Les pellets crus sont séchés à environ 300 °C pour former des pellets crus séchés. Les pellets crus séchés sont préchauffés à 800 °C pour former des pellets crus préchauffés. Les pellets crus préchauffés sont cuits à 1 280 °C pour former des pellets cuits. Le temps de cycle total de l'étape de séchage à la fin de l'étape de cuisson est de 22,4 minutes et la hauteur de lit entre les billes crues et la couche de foyer est de 300/100 mm.

Les pellets cuits présentent 63,7 % en poids de Fe et 3,5 % en poids de SiO₂ sur la base du poids total des pellets cuits.

La résistance au broyage des pellets cuits mesurée selon le standard ISO 4700 est de 2 410 N/pellet.

5 Les pellets cuits sont soumis à un essai de gonflement selon le standard ISO 4698 et, ensuite, la résistance au broyage des pellets est mesurée selon le standard ISO 4700.

Ensuite, les pellets cuits sont soumis à un essai de réductibilité selon le standard ISO 4695 et, ensuite, la résistance au broyage des pellets est mesurée selon le standard ISO 4700.

10 Enfin, les pellets cuits sont soumis à un essai de désintégration selon le standard ISO 4696 et, ensuite, la résistance au broyage des pellets est mesurée selon le standard ISO 4700.

Les résultats de ces mesures sont illustrés dans le tableau 7.

Tableau 7

Résistance au broyage selon la norme ISO 4700 sur des pellets après un essai de gonflement selon la norme ISO 4698 (N/pellet)	110
Résistance au broyage selon la norme ISO 4700 sur des pellets après un essai de réductibilité selon la norme ISO 4695 (N/pellet)	260
Résistance au broyage selon la norme ISO 4700 sur des pellets après un essai de désintégration selon la norme ISO 4696 (N/pellet)	150

15 Comme on peut l'observer dans les tableaux 2, 5 et 7, les résistances au broyage des pellets cuits fabriqués à partir de la composition selon la présente invention se situent bien au-dessus de celles des pellets contenant de la bentonite comme liant.

Revendications

1. Utilisation d'un composé incluant du magnésium comme liant pour produire des pellets fluxés de minerai métallique, en particulier des pellets fluxés de minerai de fer, caractérisée en ce que le composé incluant du magnésium comprend de la dolomie semi-hydratée
5 répondant à la formule générale $a\text{Ca}(\text{OH})_2.b\text{Mg}(\text{OH})_2.c\text{MgO}$, a, b et c étant des fractions pondérales, dans laquelle la fraction pondérale b de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ se situe entre 0,5 et 19,5 % en poids par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.

2. Utilisation selon la revendication 1, dans laquelle la
10 fraction pondérale dudit liant se situe entre 0,5 % et 5 %, de préférence entre 0,5 % et 1,5 % en poids par rapport au poids total des pellets.

3. Utilisation selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans laquelle la fraction pondérale de dolomie semi-hydratée se situe entre 70 % et 100 %, de préférence entre 75 % et 100 %, mieux encore
15 entre 80 % et 100 %, avantageusement entre 85 % et 100 %, mieux encore entre 90 % et 100 % en poids par rapport au poids total du liant.

4. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle la fraction pondérale c de MgO est supérieure ou égale à 5 %, de préférence supérieure ou égale à 10 %, avantageusement
20 supérieure ou égale à 15 %, de préférence supérieure ou égale à 20 % en poids de MgO par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée et est inférieure ou égale à 41 %, de préférence inférieure ou égale à 30 % en poids de MgO par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.

5. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle la fraction pondérale a de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ est supérieure ou égale à 15 %, de préférence supérieure ou égale à 30 %, avantageusement supérieure ou égale à 40 %, mieux encore supérieure ou égale à 45 % en poids de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ par rapport au poids total de ladite

dolomie semi-hydratée et est inférieure ou égale à 85 %, de préférence inférieure ou égale à 65 %, avantageusement inférieure ou égale à 60 %, mieux encore inférieure ou égale à 55 % en poids de Ca(OH)_2 par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.

5 6. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle la dolomie semi-hydratée se présente sous une forme pulvérulente.

10 7. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle la dolomie semi-hydratée se présente sous la forme d'une suspension aqueuse de ladite dolomie semi-hydratée.

8. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle la dolomie semi-hydratée comprend des particules présentant une surface spécifique BET obtenue par adsorption d'azote comprise entre 5 et 25 m^2/g , de préférence entre 10 m^2/g et 20 m^2/g .

15 9. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle la dolomie semi-hydratée comprend des particules présentant un volume de pores BJH total constitué de pores d'un diamètre inférieur à 1 000 Å, obtenues par désorption d'azote comprise entre 0,05 et 0,15 cm^3/g .

20 10. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle la dolomie semi-hydratée comprend des particules présentant un d_{10} supérieur ou égal à 0,5 μm .

25 11. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans laquelle la dolomie semi-hydratée comprend des particules présentant un d_{50} compris entre 4 μm et 8 μm .

12. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 5 à 11, dans laquelle la dolomie semi-hydratée comprend des particules présentant un d_{97} compris entre 40 μm et 95 μm .

30 13. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les pellets fluxés de minerai

métallique, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer, contiennent un concentré de minerai métallique, en particulier un concentré de minerai de fer présentant des particules ayant une finesse de Blaine comprise entre 1 500 cm²/g et 2 500 cm²/g, de préférence entre 1 800 cm²/g et 2 200 cm²/g.

14. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les pellets fluxés de minerai métallique, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer présentent une distribution de tailles dans laquelle 90 % à 98 % des pellets présentent un diamètre compris entre 8 et 16 mm.

15. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les pellets fluxés de minerai métallique sont des pellets fluxés de minerai de fer comprenant un concentré de minerai de fer fin choisi dans le groupe constitué de la magnétite, de l'hématite et de leurs mélanges.

16. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les pellets fluxés de minerai métallique, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer comprennent en outre un flux choisi dans le groupe constitué du carbonate de calcium, de la dolomite, de l'olivine, de la pyroxénite, d'autres silicates de magnésium, comme la dunite, et de leurs mélanges.

17. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les pellets fluxés de minerai métallique, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer sont des pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier des pellets fluxés de minerai de fer crus.

18. Utilisation selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 16, dans laquelle les pellets fluxés de minerai métallique, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer sont des

pellets fluxés de minerai métallique cuits, en particulier des pellets fluxés de minerai de fer cuits.

5 19. Procédé de fabrication de pellets fluxés de minerai métallique, en particulier de pellets fluxés de minerai de fer, comprenant les étapes consistant à :

- acheminer un concentré de minerai métallique fin, en particulier un concentré de minerai de fer dans un récipient ;
 - acheminer un liant dans ledit récipient ;
 - ajuster l'humidité dans ledit récipient pour former un
- 10 mélange humide ;
- agglomérer et tamiser ledit mélange humide en pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier en pellets fluxés de minerai de fer crus ;

15 caractérisé en ce que ledit liant est un composé incluant du magnésium comportant une dolomie semi-hydratée répondant à la formule générale $a\text{Ca}(\text{OH})_2.b\text{Mg}(\text{OH})_2.c\text{MgO}$, a, b et c étant des fractions pondérales, dans lequel la fraction pondérale b de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ se situe entre 0,5 et 19,5 % en poids par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.

20 20. Procédé selon la revendication 19, comprenant en outre une étape de cuisson pour durcir les pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer crus dans un four d'induration.

25 21. Procédé selon la revendication 20, dans lequel ladite étape de durcissement comprend les étapes consistant à :

- sécher les pellets fluxés de minerai métallique crus à environ 300 °C pendant une période prédéterminée comprise entre 5 min et 15 min pour former des pellets crus séchés ;
 - préchauffer les pellets fluxés de minerai métallique crus
- 30 séchés à une température égale ou supérieure à 800 °C au cours d'une

période prédéterminée comprise entre 5 min et 20 min pour former des pellets crus préchauffés ;

- 5 – cuire les pellets fluxés de minerai métallique crus préchauffés à une température égale ou supérieure à 1 200 °C au cours d'une période prédéterminée comprise entre 5 min et 20 min pour former des pellets fluxés de minerai métallique cuits, en particulier des pellets fluxés de minerai de fer cuits.

10 22. Procédé selon l'une quelconque des revendications 19 à 21, dans lequel l'étape d'ajustement de l'humidité est une étape d'addition d'une phase aqueuse pour former ledit mélange.

23. Procédé selon l'une quelconque des revendications 19 à 22, dans lequel l'étape d'ajustement de l'humidité est effectuée jusqu'à ce que ledit mélange présente une teneur en humidité comprise entre 5 % et 15 % en poids par rapport au poids total dudit mélange.

15 24. Procédé selon l'une quelconque des revendications 19 à 23, dans lequel lesdits pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer crus présentent une distribution de tailles, dans laquelle 90 % à 98 % des pellets présentent un diamètre compris entre 8 et 16 mm.

20 25. Procédé selon l'une quelconque des revendications 19 à 24, comprenant en outre une étape d'acheminement d'un flux avant l'étape d'ajustement de l'humidité, le flux étant de préférence choisi dans le groupe constitué du carbonate de calcium, de l'olivine, de la pyroxénite, d'autres silicates de magnésium, tels que la dunite, et de
25 leurs mélanges.

26. Procédé selon l'une quelconque des revendications 19 à 25, dans lequel la fraction pondérale c de MgO est supérieure ou égale à 5 %, de préférence supérieure ou égale à 10 %, avantageusement supérieure ou égale à 15 %, de préférence supérieure ou égale à 20 %
30 en poids de MgO par rapport au poids total de ladite dolomie semi-

hydratée et est inférieure ou égale à 41 %, de préférence inférieure ou égale à 30 % en poids de MgO par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée, la fraction pondérale a de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ est supérieure ou égale à 15 %, de préférence supérieure ou égale à 30 %, avantageusement supérieure ou égale à 40 %, mieux encore supérieure ou égale à 45 % en poids de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée et est inférieure ou égale à 85 %, de préférence inférieure ou égale à 65 %, avantageusement inférieure ou égale à 60 %, mieux encore inférieure ou égale à 55 % en poids de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.

27. Procédé selon l'une quelconque des revendications 19 à 26, dans lequel la fraction pondérale dudit liant se situe entre 0,5 % et 5 %, de préférence entre 0,5 % et 1,5 % en poids par rapport au poids total des pellets.

28. Procédé selon l'une quelconque des revendications 19 à 27, dans lequel ledit concentré de minerai métallique fin, en particulier le concentré de minerai de fer présente une finesse de Blaine comprise entre 1 500 cm^2/g et 2 500 cm^2/g , de préférence entre 1 800 cm^2/g et 2 200 cm^2/g .

29. Composition de pellets fluxés de minerai métallique, en particulier de pellets fluxés de minerai de fer, comprenant :

– un concentré de minerai métallique fin, en particulier un concentré de minerai de fer en quantité comprise entre 80 % en poids et 99 % en poids par rapport au poids total de la composition de pellets fluxés de minerai métallique ;

– un composé incluant du magnésium comme liant en quantité comprise entre 0,1 % en poids et 5 % en poids, en particulier entre 0,5 % en poids et 1,5 % en poids par rapport au poids total de la composition de pellets fluxés de minerai métallique ;

– une teneur en humidité comprise entre 5 % en poids et 15 % en poids par rapport au poids total de la composition de pellets fluxés de minerai métallique ;

5 caractérisée en ce que le composé incluant du magnésium comprend une dolomie semi-hydratée répondant à la formule générale $a\text{Ca}(\text{OH})_2.b\text{Mg}(\text{OH})_2.c\text{MgO}$, a, b et c étant des fractions pondérales, dans laquelle la fraction pondérale b de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ se situe entre 0,5 et 19,5 % en poids par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.

10 30. Composition de pellets fluxés de minerai métallique, en particulier composition de pellets fluxés de minerai de fer selon la revendication 29, comprenant en outre de 0,5 % en poids à 15 % en poids d'additifs comme flux par rapport au poids total de la composition de pellets fluxés de minerai métallique.

15 31. Composition de pellets fluxés de minerai métallique, en particulier composition de pellets fluxés de minerai métallique selon la revendication 29 ou la revendication 30, dans laquelle la fraction pondérale c de MgO est supérieure ou égale à 5 %, de préférence supérieure ou égale à 10 %, avantageusement supérieure ou égale à 15 %, de préférence supérieure ou égale à 20 % en poids de MgO par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée et est inférieure ou égale à 41 %, de préférence inférieure ou égale à 30 % en poids de MgO par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée, la fraction pondérale a de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ est supérieure ou égale à 15 %, de préférence supérieure ou égale à 30 %, avantageusement supérieure ou égale à 40 %, mieux encore supérieure ou égale à 45 % en poids de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée et est inférieure ou égale à 85 %, de préférence inférieure ou égale à 65 %, avantageusement inférieure ou égale à 60 %, mieux encore inférieure ou égale à 55 % en poids de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.

25

30

32. Composition de pellets fluxés de minerai métallique, en particulier composition de pellets fluxés de minerai de fer selon l'une quelconque des revendications 29 à 31, dans laquelle la dolomie semi-hydratée comprend des particules présentant une surface spécifique BET
5 obtenue par adsorption d'azote comprise entre 5 et 25 m²/g, de préférence entre 10 m²/g et 20 m²/g.

33. Composition de pellets fluxés de minerai métallique, en particulier composition de pellets fluxés de minerai de fer selon l'une quelconque des revendications 29 à 32, dans laquelle la dolomie semi-
10 hydratée comprend des particules présentant un volume de pores BJH total constitué de pores d'un diamètre inférieur à 1 000 Å, obtenu par désorption d'azote compris entre 0,05 et 0,15 cm³/g.

34. Composition de pellets fluxés de minerai métallique, en particulier composition de pellets fluxés de minerai de fer selon l'une
15 quelconque des revendications 29 à 33, dans laquelle la dolomie semi-hydratée comprend des particules présentant une taille caractérisée par un d₁₀ supérieur ou égal à 0,5 µm et/ou un d₅₀ compris entre 4 µm et 8 µm et/ou un d₉₇ compris entre 40 µm et 95 µm.

35. Composition de pellets fluxés de minerai métallique, en particulier composition de pellets fluxés de minerai de fer selon l'une
20 quelconque des revendications 29 à 34, dans laquelle le concentré de minerai métallique, en particulier le concentré de minerai de fer présente des particules ayant une finesse de Blaine comprise entre 1 500 cm²/g et 2 500 cm²/g, de préférence entre 1 800 cm²/g et 2 200 cm²/g.

25 36. Composition de pellets fluxés de minerai métallique, en particulier composition de pellets fluxés de minerai de fer selon l'une quelconque des revendications 29 à 35, dans laquelle le concentré de minerai de fer fin est choisi dans le groupe constitué de la magnétite, de l'hématite et de leurs mélanges.

37. Composition de pellets fluxés de minerai métallique, en particulier composition de pellets fluxés de minerai de fer selon l'une quelconque des revendications 29 à 36, comprenant en outre un flux choisi dans le groupe constitué du carbonate de calcium, de la dolomite, de l'olivine, de la pyroxénite, d'autres silicates de magnésium, tels que la dunité, et de leurs mélanges.

38. Pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier pellets fluxés de minerai de fer crus comprenant :

– un concentré de minerai métallique fin, en particulier un concentré de minerai de fer en quantité comprise entre 80 % en poids et 99 % en poids par rapport au poids total des pellets fluxés de minerai métallique crus ;

– un composé incluant du magnésium comme liant en quantité comprise entre 0,1 % en poids et 5 % en poids, en particulier entre 0,5 % en poids et 1,5 % en poids par rapport au poids total des pellets fluxés de minerai métallique crus ;

– une teneur en humidité comprise entre 5 % en poids et 15 % en poids par rapport au poids total des pellets fluxés de minerai métallique crus ;

caractérisés en ce que le composé incluant du magnésium comprend une dolomie semi-hydratée répondant à la formule générale $a\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot b\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot c\text{MgO}$, a, b et c étant des fractions pondérales, dans lequel la fraction pondérale b de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ se situe entre 0,5 et 19,5 % en poids par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée, des pellets fluxés de minerai métallique crus.

39. Pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier pellets fluxés de minerai de fer crus selon la revendication 38, comprenant en outre de 0,5 % en poids à 15 % en poids d'additifs comme flux par rapport au poids total des pellets fluxés de minerai métallique crus.

40. Pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier pellets fluxés de minerai de fer crus selon la revendication 38 ou la revendication 39, dans lesquels lesdits pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier lesdits pellets fluxés de minerai de fer crus
5 présentent en outre une température aux chocs égale ou supérieure à 250 °C.

41. Pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier pellets fluxés de minerai de fer crus selon l'une quelconque des revendications 38 à 40, dans lesquels lesdits pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer crus
10 présentent une distribution de tailles, dans lesquels 90 % à 98 % des pellets présentent un diamètre compris entre 8 et 16 mm.

42. Pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier pellets fluxés de minerai de fer crus selon l'une quelconque des revendications 38 à 41, dans lesquels les pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer crus
15 comprennent un concentré de minerai de fer fin choisi dans le groupe constitué de la magnétite, de l'hématite et de leurs mélanges.

43. Pellets fluxés de minerai métallique crus, en particulier pellets fluxés de minerai de fer crus selon l'une quelconque des revendications 38 à 42, comprenant en outre un flux choisi dans le groupe constitué du carbonate de calcium, de la dolomite, de l'olivine, de la pyroxénite, d'autres silicates de magnésium, tels que la dunite, et de leurs mélanges.
20

44. Pellets fluxés de minerai métallique cuits, en particulier pellets fluxés de minerai de fer cuits comprenant :
25

– une teneur en métal égale ou supérieure à 55 %, en particulier égale ou supérieure à 60 %, avantageusement égale ou supérieure à 65 % en poids par rapport au poids total des pellets,
30 caractérisés en ce que les pellets présentent un rapport Ca/Mg entre 0,8

et 2, en particulier entre 0,8 et 1,7, mieux encore entre 0,8 et 1,2 et présentent une résistance au broyage mesurée selon la norme ISO 4700 comprise entre 2 000 et 5 000 N/pellet, de préférence comprise entre 2 500 et 5 000 N/pellet.

5 45. Pellets fluxés de minerai métallique cuits, en particulier pellets fluxés de minerai de fer cuits selon la revendication 44, dans lesquels lesdits pellets fluxés de minerai métallique cuits, en particulier les pellets fluxés de minerai de fer cuits contiennent moins de 10 %, en particulier moins de 5 % en poids de SiO_2 par rapport au poids total des
10 pellets.

 46. Pellets fluxés de minerai métallique cuits, en particulier pellets fluxés de minerai de fer crus selon l'une quelconque de la revendication 44 ou de la revendication 45, dans lesquels les pellets fluxés de minerai métallique cuits, en particulier les pellets fluxés de
15 minerai de fer cuits comprennent un concentré de minerai de fer fin choisi dans le groupe constitué de la magnétite, de l'hématite et de leurs mélanges.

 47. Pellets fluxés de minerai métallique cuits, en particulier pellets fluxés de minerai de fer cuits selon l'une quelconque des revendications 44 à 46, comprenant en outre un flux choisi dans le
20 groupe constitué du carbonate de calcium, de la dolomite, de l'olivine, de la pyroxénite, d'autres silicates de magnésium tels que la dunité et de leurs mélanges.

ABRÉGÉ

Pellets de minerai métallique

La présente invention concerne l'utilisation d'un composé incluant du magnésium comme liant pour produire des pellets fluxés de minerai métallique, en particulier des pellets fluxés de minerai de fer, ledit composé incluant du magnésium comportant de la dolomie semi-hydratée répondant à la formule générale $a\text{Ca}(\text{OH})_2.b\text{Mg}(\text{OH})_2.c\text{MgO}$, a, b et c étant des fractions pondérales, dans lesquels la fraction pondérale b de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ se situe entre 0,5 et 19,5 % en poids par rapport au poids total de ladite dolomie semi-hydratée.

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL ÉTABLI EN VERTU DE L'ARTICLE XI.23., §10 DU CODE DE DROIT ÉCONOMIQUE BELGE

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE		REFERENCE DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE	
		PAT2523009BE00	
Demande nationale belge n°		Date du dépôt	
201705875		30-11-2017	
		Date de priorité revendiquée	
		30-11-2016	
Déposant (Nom)			
S.A. LHOIST RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT			
Date de la requête d'une recherche de type international		Numéro attribué par l'administration chargée de la recherche internationale à la requête d'une recherche de type international	
17-02-2018		SN70719	
I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous)			
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB			
C22B1/24;C22B1/243			
II. DOMAINES RECHERCHES			
Documentation minimale consultée			
Système de classification		Symboles de la classification	
IPC		C22B	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés			
III. ☐ IL A ÉTÉ ESTIMÉ QUE CERTAINES REVENDECTIONS NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)			
IV. ☐ ABSENCE D'UNITÉ DE L'INVENTION ET/OU CONSTATATION RELATIVE À L'ÉTENDUE DE LA RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)			

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No.

BE 201705875

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. C22B1/24 C22B1/243
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

C22B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 3 008 405 A1 (LHOIST RECH & DEV SA [BE]) 16 janvier 2015 (2015-01-16) * abrégé * * page 1, ligne 22 - page 2, ligne 2 * * page 2, lignes 20-30 * * page 3, lignes 22-29 * * page 4, lignes 17-24 * * page 16, ligne 19 - page 17, ligne 2 * * exemples 2,8 * * revendications 1,3,5,7,8,10,12,13-15,20,24,34 *	1-47
A	GB 990 672 A (KENNEDY VAN SAUN MFG & ENG) 28 avril 1965 (1965-04-28) * revendications 1-9 *	1-47
A	EP 1 659 190 A2 (ISM INC [US]) 24 mai 2006 (2006-05-24) * le document en entier *	1-47

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

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

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

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

"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche de type international a été effectivement achevée

17 mai 2018

Date d'expédition du rapport de recherche de type international

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Riederer, Florian

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n°

BE 201705875

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
FR 3008405	A1	16-01-2015	AU 2014292228 A1	03-12-2015
			BR 112015030109 A2	25-07-2017
			CA 2912499 A1	22-01-2015
			CN 105392738 A	09-03-2016
			DE 212014000154 U1	02-05-2016
			EA 201592180 A1	30-06-2016
			EP 3022154 A1	25-05-2016
			FR 3008405 A1	16-01-2015
			JP 2016531065 A	06-10-2016
			PH 12015502594 A1	29-02-2016
			SG 112015094350 A	30-03-2016
			TW 201522225 A	16-06-2015
			US 2016115076 A1	28-04-2016
			WO 2015007661 A1	22-01-2015
			ZA 201508558 B	29-11-2017
GB 990672	A	28-04-1965	DE 1227430 B	27-10-1966
			GB 990672 A	28-04-1965
EP 1659190	A2	24-05-2006	AR 051216 A1	27-12-2006
			AU 2005220202 A1	01-06-2006
			BR P10504254 A	27-06-2006
			CA 2497614 A1	17-05-2006
			CN 1796577 A	05-07-2006
			CN 102061359 A	18-05-2011
			EP 1659190 A2	24-05-2006
			ES 2526696 T3	14-01-2015
			KR 20060055294 A	23-05-2006
			MX PA05008410 A	19-05-2006
			TW 1280283 B	01-05-2007
			UA 84871 C2	10-12-2008
			US 2006105901 A1	18-05-2006



OPINION ÉCRITE

Dossier N° SN70719	Date du dépôt (jour/mois/année) 30.11.2017	Date de priorité (jour/mois/année) 30.11.2016	Demande n° BE201705875
Classification internationale des brevets (CIB) INV. C22B1/24 C22B1/243			
Déposant S.A. LHOIST RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT			

La présente opinion contient des indications et les pages correspondantes relatives aux points suivants :

- ☒ Cadre n° I Base de l'opinion
- ☐ Cadre n° II Priorité
- ☐ Cadre n° III Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- ☐ Cadre n° IV Absence d'unité de l'invention
- ☒ Cadre n° V Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- ☐ Cadre n° VI Certains documents cités
- ☐ Cadre n° VII Irrégularités dans la demande
- ☒ Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

Formulaire BE237A (feuille de couverture) (Janvier 2007)	Examineur Riederer, Florian
--	--------------------------------

OPINION ÉCRITE

Demande n°
BE201705875

Cadre n° I Base de l'opinion

1. Cette opinion a été établie sur la base des revendications déposées avant le commencement de la recherche.
2. En ce qui concerne **la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande, le cas échéant, cette opinion a été effectuée sur la base des éléments suivants :
 - a. Nature de l'élément:
 - ☐ un listage de la ou des séquences
 - ☐ un ou des tableaux relatifs au listage de la ou des séquences
 - b. Type de support:
 - ☐ sur papier
 - ☐ sous forme électronique
 - c. Moment du dépôt ou de la remise:
 - ☐ contenu(s) dans la demande telle que déposée
 - ☐ déposé(s) avec la demande, sous forme électronique
 - ☐ remis ultérieurement
3. ☐ De plus, lorsque plus d'une version ou d'une copie d'un listage des séquences ou d'un ou plusieurs tableaux y relatifs a été déposée, les déclarations requises selon lesquelles les informations fournies ultérieurement ou au titre de copies supplémentaires sont identiques à celles initialement fournies et ne vont pas au-delà de la divulgation faite dans la demande internationale telle que déposée initialement, selon le cas, ont été remises.
4. Commentaires complémentaires :

OPINION ÉCRITE

Demande n°
BE201705875

Cadre n° V Opinion motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui :	Revendications	1-47
	Non :	Revendications	
Activité inventive	Oui :	Revendications	
	Non :	Revendications	1-47
Possibilité d'application industrielle	Oui :	Revendications	1-47
	Non :	Revendications	

2. Citations et explications

voir feuille séparée

Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

voir feuille séparée

Re Item V.

1 Il est fait référence aux documents suivants :

D1 FR 3 008 405 A1

D2 GB 990 672 A

D3 EP 1 659 190 A2

2 **Nouveauté**

2.1

Le document **D1** (références entre parenthèses correspondent à ce document) décrit une composition d'un liant à base de dolime (rev. 1) et comprenant les mêmes composants (revendication 13,14) que la présente revendication **1**, notamment $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ et MgO , entre autres (rev. 1). Cette composition est utilisée pour fabriquer des granulés (rev. 15) ayant une stabilité et une résistance favorable (rev. 3,7,8,10, p.3, l.22 - 29, p.16, l.19 - p.17, l.2) en les broyant, en les mélangeant (revendications 5,12) avec des particules d'un minéral métallique (revendications 20,34; p.1, l.22-p.2, l.2) et en les compactant (revendication 24). Le grade d'hydratation est ajusté selon les besoins (p.4, l.17-24). La composition comprend entre 0 et 50% en poids de chaque composant.

Essentiellement, l'objet des revendications indépendantes **1**, **19**, **29**, **38** diffère de cette composition connue, de l'utilisation et du procédé de fabrication en ce que la fraction en poids de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ est comprise entre 0,5 et 19,5% en poids.

L'objet de la revendication indépendante **44** diffère des produits connus en ce que la résistance à l'écrasement est comprise entre 2000 et 5000 N/pastille (ISO 4700).

2.2

La divulgation du document **D2** (rev. 1-9) concerne l'utilisation de liants hydratés, comprenant MgO et CaO.

2.3

Le document **D3** (le document en entier) décrit l'utilisation de conditionneurs de laitier, comprenant du MgO et du CaO.

3 Inventivité

La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet des revendications **1-47** n'impliquant pas d'activité inventive.

3.1

Document **D1** (cf. point 2.1) est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet des revendications **1-47**.

Essentiellement, l'objet des revendications indépendantes **1, 19, 29, 38** diffère de cette composition connue, et de son utilisation et du procédé de fabrication en ce que la fraction en poids de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ est comprise entre 0,5 et 19,5% en poids.

L'objet de la revendication indépendante **44** diffère des produits connus en ce que la résistance à l'écrasement est comprise entre 2000 et 5000 N/pastille (ISO 4700).

L'effet technique de cette différence est considéré comme étant qu'une résistance à l'écrasement et une résistance à l'humidité favorables sont obtenues. La bentonite peut donc être entièrement remplacée comme liant.

Par conséquent, le problème objectif de la demande présente est de fournir un liant alternatif pour des pastilles de minéral métallique.

L'homme du métier reçoit l'instruction de faire varier le grade d'hydratation et n'a pas d'autre choix que de choisir une composition correspondant à laquelle décrit en document **D1**. Le choix de 0,5-19,5% en poids de $Mg(OH)_2$ (rev. indépendantes **1**, **19**, **29**, **38**) est une conséquence de l'optimisation de routine et permet d'obtenir le produit de la revendication indépendante **44**. Une telle optimisation de routine ne représente pas une activité inventive.

3.2

Les revendications dépendantes **2-18,20-28,30-37,39-43** et **45-47** ne semblent pas contenir de caractéristiques supplémentaires qui satisfassent aux exigences d'activité inventive en étant combinées aux caractéristiques de l'une quelconque des revendications auxquelles ladite revendication dépendante est liée. En effet, l'optimisation de la composition et de la taille des particules ensemble avec la sélection des conditions de durcissement ou de la teneur en humidité sont considérées comme routinier dans l'art et ne constituent pas une activité inventive.

Re Item VIII.

4 Clarté

Les revendications **29,38** et **44** ne sont pas claires.

Bien que les revendications **29,38** et **44** aient été rédigées en tant que revendications indépendantes distinctes, elles semblent avoir le même objet et ne différer les unes des autres que par la définition de l'objet pour lequel la protection est demandée et/ou par la terminologie utilisée pour définir les caractéristiques de cet objet. Par conséquent, ces revendications manquent de concision.