

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE (19)
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية و التجارية

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 40377 B1** (51) Cl. internationale : **C22B 7/00; C22B 15/00**

(43) Date de publication :
31.12.2018

(21) N° Dépôt :
40377

(22) Date de Dépôt :
10.11.2015

(30) Données de Priorité :
19.11.2014 EP 14193771.4

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/EP2015/076130 10.11.2015

(71) Demandeur(s) :
UMICORE, Rue du Marais 31 B-1000 Brussels (BE)

(72) Inventeur(s) :
HEULENS, Jeroen ; DE COOMAN, Bart ; QUIX, Maarten

(74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)

(54) Titre : **FOUR À PLASMA ET OXYGAS**

(57) Abrégé : La présente invention concerne un appareil convenant pour la fusion et la séparation de métaux dans des conditions d'oxydo-réduction flexibles. Plus particulièrement, elle concerne un appareil pour la fusion de charges métallurgiques, comprenant un four à bain susceptible de contenir une charge en fusion jusqu'à un niveau déterminé, caractérisé en ce que le four est pourvu de : au moins un pistolet à plasma non à transfert pour la production de premiers gaz chauds ; au moins un brûleur à oxygas pour la pr

Abrégé

La présente invention concerne un appareil convenant pour la fusion et la
5 séparation des métaux dans des conditions d'oxydo-réduction flexibles.

Plus particulièrement, elle porte sur un appareil pour la fusion des charges
métallurgiques comprenant un four à bain qui peut contenir une charge en fusion jusqu'à
un niveau déterminé, caractérisé en ce que le four est équipé : d'au moins une torche à
10 plasma non-transférée pour la production des premiers gaz chauds ; d'au moins un
brûleur à oxygaz pour la production des seconds gaz chauds ; et des injecteurs
submergés pour injecter lesdits premiers et seconds gaz chauds en dessous dudit niveau
déterminé.

Four à plasma et oxygaz

La présente invention concerne un appareil convenant pour la fusion et la séparation des métaux dans des conditions d'oxydo-réduction flexibles.

5

Les brûleurs à oxygaz ont été utilisés en pyrométallurgie pour fusionner des charges métallurgiques complexes. Cette technologie est bien appropriée pour maintenir des conditions d'oxydation, telles que pour la conversion des charges sulfurées en métaux et en SO_2 . Elle est également utile lorsque des conditions de réduction moyennes sont nécessaires, telles que pour la réduction des métaux facilement réductibles comme les MGP ou le cuivre. Cependant, la réduction d'éléments moins nobles, tels que le fer, est bien au-delà du domaine de compétence des brûleurs à oxygaz.

10

Lorsque des conditions fortement réductrices sont nécessaires, un brûleur doit fonctionner avec un mélange très maigre, produisant essentiellement du CO et peu ou pas de CO_2 . L'enthalpie utilisable des gaz du brûleur est, par conséquent, beaucoup plus faible et peut devenir insuffisante pour compenser les pertes thermiques du four et/ou pour fournir suffisamment de chaleur pour assurer les réactions endothermiques, telles que la réduction des oxydes de métal. Les débits vers le brûleur peuvent être augmentés, mais ceci augmente également les volumes gazeux qui doivent être traités dans la chambre de filtre et dans l'appareil de postcombustion.

20

Les brûleurs à plasma, d'autre part, sont appropriés pour générer une enthalpie utilisable très élevée tout en maintenant les débits de gaz relativement faibles, également avec un mélange de gaz très maigre. Cependant, ils ont leurs propres limites, un désavantage étant la consommation d'électricité, une source d'énergie plutôt dispendieuse dans plusieurs pays. Un autre désavantage est lié à l'usure plus élevée et les coûts d'entretien que celle-ci entraîne.

25

Les procédés métallurgiques comprennent souvent une série d'étapes d'oxydation et de réduction, quelquefois mélangée avec des séparations de phase. Différents fours sont généralement utilisés dans chaque étape, les phases en fusion ou solidifiées étant transférées de four en four. Chaque four est ensuite optimisé pour fonctionner dans une fourchette spécifique de conditions d'oxydation ou de réduction.

30

35

Q

Il a maintenant été découvert qu'un appareil unique peut être équipé, de façon appropriée, à la fois d'un brûleur à oxygaz et d'un brûleur à plasma, à condition que les deux technologies soient implémentées d'une façon compatible. Ceci assure une transition sans heurts entre le mode oxygaz et le mode plasma, sans avoir à reconfigurer l'appareil d'une quelconque façon que ce soit. En fait, les deux modes pourraient être
5 utilisés simultanément, s'il y a lieu, par ex., lorsqu'un apport d'énergie très élevé serait requis. En outre, le bain en fusion peut être maintenu à l'intérieur du même four, facilitant grandement les étapes séquentielles du procédé.

10 Dans cet objectif, l'enthalpie est introduite directement dans le bain sous la forme de gaz chauds à travers au moins deux tuyères submergées, une munie d'un brûleur à oxygaz, l'autre d'un brûleur à plasma. Lorsque plus de deux tuyères sont utilisées, les types de brûleur peuvent être mélangés et accordés en fonction de la métallurgie souhaitée.

15

Les tuyères doivent préférablement être courtes, afin de subir un minimum d'usure ou de déchirure. Ceci assure également des pertes thermiques faibles. Elles peuvent être montées horizontalement, en perçant la paroi du four en dessous du niveau du bain. Les brûleurs, que ce soient les brûleurs à plasma ou à oxygaz sont ensuite placés à l'extérieur
20 du four dans une position submersible (c.-à-d., « submergée ») ; ils doivent être constamment alimentés en gaz pour éviter un refoulement de la masse en fusion, entraînant des dommages graves. Par ailleurs, les tuyères peuvent être montées à un angle, toujours soufflant dans le bain, mais permettant aux brûleurs d'être placés au-dessus du niveau du bain et à l'extérieur du four. Cette disposition entraîne des tuyères
25 légèrement plus longues, mais garantit qu'aucune matière en fusion ne puisse refouler dans les brûleurs. Même si cette disposition est moins recommandée dans les grands fours, les tuyères peuvent également être placées verticalement.

L'appareil est particulièrement polyvalent par rapport au potentiel d'oxydo-réduction (pO_2) qui peut être obtenu. Alors que le brûleur à oxygaz se prête idéalement à
30 l'introduction d'une quantité additionnelle d'oxygène dans la masse fondue (en appliquant un mélange riche en oxygène gazeux), le brûleur à plasma est idéalement approprié pour l'introduction d'agent de réduction supplémentaire (en ajoutant du gaz naturel avec le gaz de plasma ou sinon en l'introduisant comme gaz de gainage autour du plasma).

35

L'appareil décrit est particulièrement approprié pour traiter des charges métallurgiques composées de matériaux recyclés, tels que ceux collectés dans les « mines urbaines ». De telles charges sont notoirement non-homogènes et un contrôle de procédé en temps réel est nécessaire pour contrôler à la fois la température du bain et la réduction. L'avantage principal du four à double brûleur réside ici, étant donné qu'il procure un degré supplémentaire de liberté à l'opérateur : l'enthalpie d'entrée peut effectivement être modulée indépendamment du potentiel rédox, un exploit impossible à réaliser avec un brûleur à oxygaz uniquement. L'utilisation d'un plasma électrique seulement résout le problème de l'entrée d'enthalpie dans des conditions réductrices. Cependant, le procédé d'orientation vers un pO_2 précis est difficile : la quantité de gaz injectée dans le bain est faible, ce qui entraîne un pO_2 qui est dominé par les caractéristiques grandement divergentes de la charge. Ceci est réalisé en atténuant les dépenses de fonctionnement, un exploit qui est difficile à réaliser avec un brûleur à plasma uniquement.

15

Un procédé permettant de maintenir plus facilement ces deux paramètres sous contrôle est nécessaire.

Dans cet objectif, un appareil est présenté pour la fusion des charges métallurgiques comprenant un four à bain qui peut contenir une charge en fusion jusqu'à un niveau déterminé, caractérisé en ce que le four est équipé : d'au moins une torche à plasma non-transférée pour la production des premiers gaz chauds ; d'au moins un brûleur à oxygaz pour la production des seconds gaz chauds ; et, des injecteurs submergés pour injecter lesdits premiers et seconds gaz chauds en dessous dudit niveau déterminé.

25

Les torches à plasma non-transférées contrastent avec le plasma transféré dans lequel l'électrode est généralement fabriquée en carbone : une électrode en carbone présente le désavantage de fixer les conditions réductrices, gâchant ainsi la polyvalence de l'équipement.

30

Le terme injecteur submergé veut dire un tuyau de raccord ou une tuyère entre une source de gaz et un point d'injection qui est situé en dessous du niveau du bain, ainsi, dans une position submergée. Ceci assure un contact direct entre le gaz et la masse en fusion.

35

Le terme torche à plasma non-transférée veut dire un générateur de gaz thermique utilisant une torche à plasma au moyen duquel un arc électrique est maintenu entre les électrodes internes de l'unité de torche. Un gaz est introduit à travers un port d'entrée dans une chambre d'écoulement, dans laquelle un arc électrique est maintenu.

5 Le gaz chauffe à des températures extrêmes et est expulsé sous forme de plasma à travers un port de sortie.

Un brûleur à oxygaz constitue un générateur de gaz thermique, mélangeant et brûlant un combustible contenant du carbone et un gaz contenant de l'oxygène. La zone de mélange se trouve à l'intérieur de l'unité de brûleur, alors que la zone de combustion peut être interne ou externe à l'unité.

Il est, en outre, préféré d'avoir au moins un brûleur et au moins une torche localisés en dessous dudit niveau déterminé. Cette disposition permet en effet d'avoir des conduites de connexion très courtes, le générateur de gaz chauds pouvant être placé au niveau du point d'injection, sur l'extérieur du four. Des mesures sont cependant nécessaires pour éviter l'inondation du générateur par la masse en fusion. Un flux de gaz protecteur continu à travers l'injecteur peut être utilisé.

20 La métallurgie envisagée nécessite que l'enthalpie soit fournie d'une façon polyvalente par les torches à plasma et les brûleurs à oxygaz. Les deux systèmes doivent être capables de fournir la chaleur nécessaire dans les différentes étapes de procédé. Dans cet objectif, le rapport de l'enthalpie nominale totale exprimée sous forme de MJ/s du ou des brûleurs à oxygaz sur la ou les torches à plasma doit préférablement être de 25 1:5 à 5:1. De la même façon, le rapport du débit de gaz nominal total exprimé sous forme de Nm^3/s , susceptible d'être fourni au ou aux brûleurs sur celui susceptible d'être fourni à la ou aux torches à plasma doit préférablement être de 1:10 to 10:1. Le terme « nominal » décrit la valeur maximale affichée.

30 Le four doit avoir un rapport hauteur sur diamètre plutôt élevé pour faire face aux éclaboussures intensives de matière en fusion suite à l'injection de gaz submergé. En supposant un four avec une base cylindrique ayant un diamètre d et une hauteur h , le rapport h/d doit préférablement être supérieur à 4.

35 Un tel appareil est utile pour plusieurs déroulements d'opérations de fusion dans le domaine de la métallurgie.

Dans un premier mode de réalisation, l'appareil peut être utilisé dans un procédé pour la fusion des charges métallurgiques, comprenant les étapes d'introduction d'une charge métallurgique contenant des métaux de transition et des formateurs de scories dans le four ; la fusion de la charge à l'aide d'un ou de plusieurs brûleurs à oxygaz comme source d'enthalpie principale, formant ainsi un alliage comprenant une première partie des métaux de transition et une scorie comprenant une seconde partie des métaux de transition ; le traitement de la scorie dans des conditions fortement réductrices utilisant la ou les torches à plasma comme source d'enthalpie principale, formant ainsi un alliage enrichi en métaux de transition et une scorie appauvrie en métaux de transition en transférant ladite seconde partie des métaux de transition de la scorie vers l'alliage ; et, la séparation de l'alliage et de la scorie appauvrie par piquage.

Dans un deuxième mode de réalisation, l'appareil peut être utilisé dans un procédé pour la fusion des charges métallurgiques, comprenant les étapes d'introduction d'une charge métallurgique contenant des métaux de transition et des formateurs de scories dans le four ; la fusion de la charge à l'aide d'un ou de plusieurs brûleurs à oxygaz comme source d'enthalpie principale, formant ainsi un premier alliage comprenant une première partie des métaux de transition et une scorie comprenant une seconde partie des métaux de transition ; la séparation du premier alliage par piquage, laissant la scorie dans le four ; le traitement de la scorie dans des conditions fortement réductrices utilisant la ou les torches à plasma comme source d'enthalpie principale, formant ainsi un second alliage enrichi en métaux de transition et une scorie appauvrie en métaux de transition en transférant ladite seconde partie des métaux de transition de la scorie vers ledit second alliage ; et, la séparation du second alliage et de la scorie appauvrie par piquage.

Ces deux modes de réalisation entraînent la production d'une scorie « propre », c.-à-d., ne contenant pas d'éléments indésirables. Les éléments volatils tels que le Zn ou le Cd peuvent être extraits par réduction des scories ; les éléments non volatils tels que le Cu et le Co peuvent être transférés dans la phase d'alliage. Des conditions réductrices appropriées sont nécessaires dans les deux cas ; celles-ci sont bien connues des spécialistes, en termes de pO_2 qui doit être obtenu. Elles peuvent être obtenues par un influx réduit de gaz contenant de l'oxygène ou par un influx d'espèces contenant du carbone. Le caractère approprié des conditions peut être vérifié, et s'il y a lieu, corrigé, en analysant les compositions des phases. Une telle analyse peut être réalisée en temps réel au cours du procédé de complétion.

Dans un troisième mode de réalisation, l'appareil peut être utilisé dans un procédé pour la fusion des charges métallurgiques, comprenant les étapes d'introduction d'une charge métallurgique contenant des métaux de transition et des formateurs de scories dans le four ; la fusion de la charge dans des conditions fortement réductrices à l'aide d'une ou de plusieurs torches à plasma comme source d'enthalpie principale, formant ainsi un alliage comprenant des métaux de transition et une première scorie appauvrie en métaux de transition ; la séparation de la première scorie par piquage, laissant l'alliage dans le four ; le traitement de l'alliage utilisant un ou plusieurs brûleurs à oxygaz comme source d'enthalpie principale, formant ainsi un alliage partiellement appauvri en métaux de transition et une seconde scorie enrichie en métaux de transition en transférant une partie des métaux de transition de l'alliage vers la seconde scorie ; et, la séparation de l'alliage enrichi et de la seconde scorie par piquage.

Le troisième mode de réalisation décrit l'utilisation de l'appareil dans une séquence comprenant une réduction suivie d'une oxydation. La scorie finale n'est pas « propre », mais on pourrait, en pratique, la faire recirculer vers la première étape du procédé, comme une partie de la charge.

Le terme source d'enthalpie principale veut dire que la source procure plus de 50 % de l'enthalpie totale exprimée en MJ fournie au four.

Dans les procédés susmentionnés, il est préférable de réaliser des injections submergées à un niveau auquel les gaz sont soufflés dans la scorie. Cependant, par ex., l'étape de traitement de l'alliage selon le troisième mode de réalisation susmentionné pourrait également être réalisée en injectant les gaz dans l'alliage.

Cette combinaison permet une réduction profonde, une fourniture suffisante d'enthalpie et procure suffisamment de polyvalence pour maintenir les conditions souhaitées même en cas de charge hautement variable.

Exemple : Séparation de Cu-Ni-Fe dans un four muni d'un brûleur à oxygaz et d'une torche à plasma.

Un lot de 6 t de concentré de Cu-Ni-Fe grillé avec une composition décrite dans le Tableau 1 est traité dans un four à bain ouvert pour valoriser le Cu et le Ni d'une façon

économique et efficace. Le four à bain est équipé d'une torche à plasma non-transférée de 3 MW reliée à une tuyère submergée d'une part, et à une autre tuyère submergée d'autre part dans laquelle se trouve un brûleur à oxygaz de 1,5 MW. Le diamètre interne du four est de 1,5 m et la hauteur utilisable (la base jusqu'au port d'alimentation) est de 5 7 m.

Tableau 1 : Composition de la charge (% en poids)

Cu	Ni	Fe	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO
2,5	5	22	3,8	40	3,8	4

Dans une première étape, des conditions moyennement réductrices sont imposées à 1200 °C avec un brûleur à oxygaz pour réduire la plupart du Cu présent dans le concentré et pour recueillir le Ni et le Fe dans une phase de scorie. Dans un procédé discontinu de 12 h, le concentré susmentionné est introduit à 0,5 t/h avec 0,1 t/h de chaux comme fondant. Afin de maintenir l'équilibre de chaleur du four avec une température de bain de 1200 °C et un lambda approprié de 0,7, le brûleur à oxygaz injecte 200 Nm³/h de gaz naturel et 240 Nm³/h d'oxygène dans le bain. Après un procédé de 12 h, environ 160 kg d'un premier alliage sont formés, et 5,8 t de scorie contenant du Ni-Fe. Les compositions respectives sont illustrées dans les Tableaux 2 et 3.

Tableau 2 : Composition du premier alliage (% en poids)

Cu	Ni	Fe
94	1,8	4

Tableau 3 : Composition de la scorie (% en poids)

Cu	Ni	Fe	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO

0,025	5	22,5	15	41	3,9	4,1
-------	---	------	----	----	-----	-----

L'alliage est piqué, le brûleur à oxygaz est éteint, maintenant un débit sûr d'azote à travers la tuyère, et la torche à plasma est allumée pour chauffer le bain de scorie à 1500 °C pour la récupération du Ni et du Fe. Après un procédé de 3 h, environ 1,6 t d'un second alliage Fe-Ni est obtenue, et 4,1 t d'une scorie propre. Les compositions respectives sont illustrées dans les Tableaux 4 et 5.

Tableau 4 : Composition du second alliage (% en poids)

10

Cu	Ni	Fe
0,09	18,5	81,4

15

Tableau 5 : Composition de la scorie propre (% en poids)

Ni	Fe	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO
0,02	0,3	30	58	5,5	5,8

20

On fait fonctionner la torche à plasma dans des conditions fortement réductrices avec 700 Nm³/h d'air comme gaz à plasma, et 500 Nm³/h de gaz naturel pour obtenir un lambda moyen de 0,3 pour les gaz injectés. L'alimentation électrique vers la torche à plasma dans cette étape de procédé est de 2,3 MW. Afin de maintenir une scorie liquide, 0,2 t/h de chaux est ajoutée au cours de l'étape de nettoyage de la scorie. L'exemple illustre l'utilisation des deux technologies de chauffage en fonction de différents métaux qui doivent être récupérés.

25

Revendications

1. Appareil pour la fusion des charges métallurgiques comprenant un four à
5 bain qui peut contenir une charge en fusion jusqu'à un niveau déterminé, caractérisé en
ce que le four est équipé :
- d'au moins une torche à plasma non-transférée pour la production des premiers
gaz chauds ;
 - d'au moins un brûleur à oxygaz pour la production des seconds gaz chauds ; et,
 - 10 - d'injecteurs submergés pour injecter lesdits premier et second gaz chauds en
dessous dudit niveau déterminé.
2. Appareil selon la revendication 1, dans lequel ledit au moins un brûleur et
ladite au moins une torche sont localisés en dessous dudit niveau déterminé.
15
3. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, dans lequel le
rapport de l'enthalpie nominale totale exprimée sous forme de MJ/s du ou des brûleurs à
oxygaz sur celle de la ou des torches à plasma est de 1:5 à 5:1.
- 20 4. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le
rapport du débit de gaz nominal total exprimé sous forme de Nm^3/s , susceptible d'être
fourni au ou aux brûleurs sur celui susceptible d'être fourni à la ou aux torches à plasma
doit préférentiellement être de 1:10 à 10:1.
- 25 5. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le
four a une forme généralement cylindrique, ayant une base circulaire avec un diamètre d ,
et des parois latérales avec une hauteur h , le rapport h/d étant supérieur à 4.
- 30 6. Utilisation de l'appareil selon les revendications 1 à 5, pour la fusion des
charges métallurgiques.

7. Procédé pour la fusion des charges métallurgiques utilisant l'appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant les étapes suivantes :

- 5 - l'introduction d'une charge métallurgique comprenant des métaux de transition et des formateurs de scories dans le four ;
- la fusion de la charge utilisant le ou les brûleurs à oxygaz comme source d'enthalpie principale, formant ainsi un alliage comprenant une première partie des métaux de transition et une scorie comprenant une seconde partie des métaux de transition ;
- 10 - le traitement de la scorie dans des conditions fortement réductrices utilisant la ou les torches à plasma comme source d'enthalpie principale, formant ainsi un alliage enrichi en métaux de transition et une scorie appauvrie en métaux de transition en transférant ladite seconde partie des métaux de transition de la scorie vers l'alliage ; et,
- la séparation de l'alliage et la scorie appauvrie par piquage.

15

8. Procédé pour la fusion des charges métallurgiques utilisant l'appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant les étapes suivantes :

- l'introduction d'une charge métallurgique comprenant des métaux de transition et des formateurs de scories dans le four ;
- 20 - la fusion de la charge utilisant un ou des brûleurs à oxygaz comme source d'enthalpie principale, formant ainsi un premier alliage comprenant une première partie des métaux de transition et une scorie comprenant une seconde partie des métaux de transition ;
- la séparation du premier alliage par piquage, laissant la scorie dans le four ;
- 25 - le traitement de la scorie dans des conditions fortement réductrices utilisant la ou les torches à plasma comme source d'enthalpie principale, formant ainsi un second alliage enrichi en métaux de transition et une scorie appauvrie en métaux de transition en transférant ladite seconde partie des métaux de transition de la scorie vers le second alliage ; et,
- 30 - la séparation du second alliage et la scorie appauvrie par piquage.

9. Procédé pour la fusion des charges métallurgiques utilisant l'appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant les étapes suivantes :

- 5 - l'introduction d'une charge métallurgique comprenant des métaux de transition et des formateurs de scories dans le four ;
- la fusion de la charge dans des conditions fortement réductrices utilisant la ou les torches à plasma comme source d'enthalpie principale, formant ainsi un alliage comprenant des métaux de transition et une première scorie appauvrie en métaux de transition ;
- 10 - la séparation de la première scorie par piquage, laissant l'alliage dans le four ;
- le traitement de l'alliage utilisant le ou les brûleurs à oxygaz comme source d'enthalpie principale, formant ainsi un alliage partiellement appauvri en métaux de transition et une seconde scorie enrichie en métaux de transition en transférant une partie des métaux de transition de l'alliage vers la seconde scorie ; et,
- 15 - la séparation de l'alliage enrichi et la seconde scorie par piquage.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, dans lequel les injecteurs submergés sont localisés de sorte à injecter lesdits premiers et seconds gaz chauds dans la scorie.

20



**RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION
SUR LA BREVETABILITE**

*Établi conformément à l'article 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et
complétée par la loi 23-13*

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 40377	Date de dépôt : 10/11/2015
	Date d'entrée en phase nationale : 25/05/2017
Déposant : UMICORE	Date de priorité: 19/11/2014
Intitulé de l'invention : FOUR À PLASMA ET OXYGAS	
Classement de l'objet de la demande : CIB : C 22B 7/00, C 22B 15/00	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Remarques de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: A. EL KADIRI	Date d'établissement du rapport : 06/12/2018
Téléphone: (+212) 5 22 58 64 14	

Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Demande telle qu'initialement déposée
- Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :
- Observations à l'appui des revendications maintenues
- Observations des tiers suite à la publication de la demande
- Réponses du déposant aux observations des tiers
- Nouveaux documents constituant des antériorités :
 - Suite à la recherche complémentaire (Couvrant les documents de l'état de la technique qui n'étaient pas disponibles à la date de la recherche préliminaire)
 - Suite à la recherche additionnelle (couvrant les éléments n'ayant pas fait l'objet de la recherche préliminaire)
- Observations à l'encontre de la décision de rejet

Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité

Cadre 5: Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté (N)	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications 1-10 Revendication aucune	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non

D1 : US4486229 A

1. Nouveauté (N) :

Aucun document de l'état de l'art cité, ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques contenues dans les revendications 1-10. Par conséquent, l'objet des revendications 1-10 est nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive (AI) :

Le document D1, considéré comme l'état de l'art le plus proche de l'objet de la revendication 1, concerne un appareil pour la réduction carbothermique de mélanges contenant de l'oxyde d'aluminium et de l'oxyde de silicium. Des sources de chaleur parallèles sont utilisées, c'est à dire une source de chaleur de combustion et une source de chaleur électrique (Extrait). Selon l'invention, l'association de la chaleur de combustion avec un moyen électrique est bénéfique en ce sens qu'elle évite la volatilisation du métal et la formation de scories dans le réacteur (colonne 4, lignes 34-39).

L'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que la torche à plasma pourrait être immergée dans un bain de fusion.

Le problème à résoudre par la présente demande peut être considéré comme la fourniture d'un appareil pour la fusion de charges métallurgiques alternatif à celui de D1.

Le document D1 ne fait aucune mention de la présence d'un bain, et bien qu'elle concerne la fusion de l'alliage d'aluminium, le concept général du four qu'elle décrit est celui d'un four à lit mobile, aussi appelé haut fourneau. Voir colonne 8, lignes 6-33 et revendication 15.

La zone de réaction dans un tel réacteur est essentiellement solide, le métal ou l'alliage d'aluminium s'écoulant des briquettes agglomérées au fond du four, où il est continuellement retiré par piquage. De l'oxygène ou des gaz électriquement chauffés sont introduits dans la zone de réaction du lit fixe, qui se déplace vers le bas de manière continue en raison de la gravité. Il n'existe donc aucune phase liquide significative dans laquelle une torche à plasma pourrait être submergée.

La caractéristique d'un « four à bain » n'est donc pas présente dans D1. Ainsi, l'association de la caractéristique d'une « torche à plasma et d'un brûleur immergés en dessous du niveau du bain » n'est pas divulguée ou suggérée dans D1.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 implique une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

L'objet des revendications dépendantes 2-5, implique lui aussi une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Le même raisonnement s'applique à l'objet des revendications 6-10, qui lui aussi implique une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.