



Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ **FASCICULE DU BREVET** A5

<p>⑰ Numéro de la demande: 1441/84</p> <p>⑳ Date de dépôt: 19.07.1982</p> <p>㉔ Brevet délivré le: 15.07.1987</p> <p>④⑤ Fascicule du brevet publié le: 15.07.1987</p>	<p>⑦③ Titulaire(s): GIW Industries, Inc., Grovetown/GA (US)</p> <p>⑦② Inventeur(s): Day, Wallace, Martinez/GA (US)</p> <p>⑦④ Mandataire: Kirker & Cie SA, Genève</p> <p>⑧⑥ Demande internationale: PCT/US 82/00976 (En)</p> <p>⑧⑦ Publication internationale: WO 84/00385 (En) 02.02.1984</p>
--	---

⑤④ **Fonte alliée résistant à l'abrasion.**

⑤⑦ La fonte alliée est robuste, a une haute résistance à la traction et une haute résistance à l'abrasion. Elle contient 0,01 % à 4,0% de bore et où les carbures forment dans l'alliage fer-carbone des globules ayant une taille moyenne inférieure à 4 microns.

Cette fonte est produite en incorporant le bore dans la fonte liquide, en refroidissant cette fonte liquide à 2,78 °C au moins au-dessous de sa température de solidification à l'équilibre en la maintenant en surfusion, enfin à solidifier cette fonte de manière à produire des globules de carbure dispersés d'une manière uniforme dans la fonte et ayant une taille plus petite que les particules de carbure présentes dans la fonte habituelle.

REVENDEICATIONS

1. Fonte alliée résistant à l'usure et à la traction, caractérisée en ce qu'elle comprend dans sa composition l'élément fer comme base, 0,001% à 30% de vanadium, titane, niobium, tantale, molybdène, nickel, cuivre ou chrome ou d'un mélange de ces éléments, et 2,0% à 4,5% de carbone, cette fonte alliée ayant un point de solidification situé à moins de 8,34°C de la température eutectique du mélange des métaux choisis et contenant en outre de 0,001% à 4,0% de bore.

2. Fonte selon la revendication 1, possédant un point de solidification compris entre 12/04,4 et 1315,6°C.

3. Fonte selon la revendication 1, contenant les vanadium, titane, niobium ou tantale susmentionnés dans une proportion allant jusqu'à 7%.

4. Fonte selon la revendication 1, contenant le chrome susmentionné en une proportion située entre 0,1% et 30%.

5. Fonte selon la revendication 1, contenant jusqu'à 7% de nickel, jusqu'à 4% de molybdène, jusqu'à 4% de cuivre, soit isolément, soit en combinaison.

6. Fonte selon l'une des revendications 1 à 5, où le carbone mentionné est au moins en partie présent sous la forme de carbures globulaires.

7. Fonte selon la revendication 2, possédant un point de solidification compris entre 1237,8 et 1260°C.

8. Fonte selon la revendication 7, où la fonte alliée susmentionnée a un point de solidification situé aux environs de 1220°C.

9. Fonte selon la revendication 1, où le carbone susmentionné est au moins en partie présent sous la forme de carbures globulaires, où les vanadium, titane, niobium, nickel, cuivre, molybdène ou tantale susmentionnés sont présents en une proportion allant jusqu'à 7%, et où le point de solidification de la fonte alliée susmentionnée est situé entre 1237,8 et 1260°C.

10. Fonte selon la revendication 1, où le carbone susmentionné est au moins en partie présent sous la forme de carbures globulaires, où la fonte alliée susmentionnée a un point de solidification situé entre 1204,4 et 1315,6°C, et où les vanadium, titane, niobium, nickel, cuivre, molybdène ou tantale susmentionnés sont présents en une proportion allant jusqu'à 7%.

11. Fonte selon la revendication 1, où le carbone susmentionné est au moins en partie présent sous la forme de carbures globulaires, où le chrome susmentionné est présent en une proportion comprise entre 0,1% et 30%, et le point de solidification de la fonte est situé entre 1237,8 et 1260°C.

12. Fonte selon la revendication 1, où la teneur en chrome susmentionné se situe entre 20% et 29%, ou 14% et 22% ou 7% et 12%, celle du carbone susmentionné entre 2,0% et 3,5%, celle du bore susmentionné entre 0,01% et 1%.

13. Fonte selon la revendication 1, où la teneur en chrome susmentionné est comprise entre 25% et 28%, celle du carbone susmentionné entre 2,0% et 3,0% et celle du bore susmentionné entre 0,1% et 0,4%.

14. Fonte selon la revendication 1 ou 6, où le carbone susmentionné est au moins en partie présent sous forme de carbures globulaires dont les particules ont une taille moyenne inférieure à 4 microns.

15. Procédé de fabrication de fonte alliée selon la revendication 1, consistant à ajouter 0,001% à 4,0% de bore à une fonte alliée contenant de 0,001% à 30% de vanadium, titane, niobium, molybdène, nickel, cuivre, tantale ou de chrome ou d'un mélange de ces éléments et de 2,0% à 4,5% de carbone, puis à refroidir le mélange liquide au-dessous de sa température de solidification à l'équilibre de manière à avoir un liquide en surfusion, et à faire solidifier ce liquide.

16. Procédé selon la revendication 15, où la fonte susmentionnée a un point de solidification situé entre 1204,4 et 1315,6°C.

17. Procédé selon la revendication 15, où les vanadium, titane, niobium, tantale, molybdène, cuivre ou nickel susmentionnés sont présents en une proportion allant jusqu'à 7%.

18. Procédé selon la revendication 15, où le chrome susmentionné est présent en une proportion allant de 0,1% à 30%.

19. Procédé selon la revendication 15, où l'on utilise jusqu'à 7% de nickel, jusqu'à 4% de molybdène, jusqu'à 4% de cuivre, soit isolément, soit en mélange.

20. Procédé selon la revendication 15, où la fonte liquide susmentionnée est refroidie à 2,78°C au moins au-dessous de sa température de solidification à l'équilibre en la maintenant en surfusion.

21. Procédé selon la revendication 15, où la fonte liquide susmentionnée est refroidie jusqu'à se trouver en un état de surfusion pour former des carbures de forme globulaire ayant une taille moyenne inférieure à environ 4 microns.

22. Procédé selon la revendication 15, où la fonte liquide susmentionnée est refroidie à 2,78°C au moins au-dessous de sa température de solidification à l'équilibre en la maintenant en surfusion, puis à solidifier ce liquide en surfusion en continuant de le refroidir pour produire des carbures de forme globulaire ayant une taille moyenne inférieure à environ 4 microns.

23. Procédé selon les revendications 20, 21 et 22, où le point de solidification susmentionné est compris entre 1204,4 et 1315,6°C.

24. Procédé selon les revendications 20, 21 et 22, où le point de solidification susmentionné est compris entre 1237,8 et 1260°C.

La présente invention concerne la fonte, et plus particulièrement une fonte blanche alliée ayant une robustesse et une résistance à l'abrasion améliorées et une résistance à la traction nettement augmentée. Cette invention porte plus précisément sur une fonte blanche d'une composition nouvelle et sur un procédé permettant de produire cette fonte blanche nouvelle qui a une robustesse, une plasticité et une résistance à la traction améliorées, tout en conservant les propriétés requises de résistance à l'abrasion. Cela a pu être réalisé par une modification de la morphologie du carbure.

La fonte blanche alliée qui contient du carbone dans une proportion supérieure généralement à 1 1/2% et habituellement du chrome — ce dernier se trouvant combiné au carbone dans un carbure de fer-chrome M_2C_3 — est bien connue pour sa bonne résistance à l'usure. Dans bien des cas, la résistance à l'abrasion inhérente à la fonte non alliée est suffisante pour ses utilisations habituelles et ne pose pas de problèmes à l'utilisateur. Cependant, lorsque la fonte sur des appareils industriels est sujette à des types d'usure particuliers, les propriétés mécaniques inhérentes à la fonte laissent beaucoup à désirer.

Comme cela est bien connu, différents types d'usure peuvent se manifester sur la fonte. Dans un de ces types d'usure, des cannelures ou rainures apparaissent sur la fonte; elles sont dues à la pénétration dans la surface de pièces en fonte mobile de particules abrasives grossières, qui provoquent l'enlèvement d'une quantité importante de métal. Les équipements industriels tels que les équipements de terrassement, les broyeurs à marteaux, les concasseurs à mâchoires sont sujets à un enlèvement de métal de ce type. Ces équipements sont soumis à des chocs importants qui provoquent ce type de détérioration de la fonte.

Dans un autre type d'usure, qui est l'abrasion sous haute contrainte, des particules abrasives du type de celles que l'on rencontre dans l'industrie minière sont écrasées par des surfaces métalliques en mouvement. Le niveau des contraintes auxquelles sont soumis les composants en fonte de broyeurs, les rouleaux de concasseurs ou les garnitures de moulins, est souvent supérieur à ce que peuvent supporter les fontes conventionnelles, ce qui aboutit à des défaillances de l'équipement.

Dans le troisième type d'usure qu'est l'abrasion sous faible contrainte, ou l'érosion, les surfaces en fonte ne sont pas soumises à des contraintes particulièrement élevées, mais ont néanmoins besoin d'avoir une haute résistance à l'abrasion.

Les fontes disponibles dans le passé n'avaient pas les qualités requises leur permettant d'éviter l'usure en forme de rainures ou cannelures résultant de chocs importants. Un acier au manganèse d'une haute plasticité et d'une grande robustesse a été mis au point qui peut supporter ce type d'usure. Toutefois, la dureté et la résistance à l'abrasion de ce matériau sont inadéquats pour empêcher son usure rapide dans des conditions de haute contrainte du type de celles rencontrés dans un grand nombre d'appareils de pulvérisation, par exemple les moulins rotatifs à boulets. Dans les opérations sous haute contrainte de ce type, et selon la robustesse et la résistance à l'abrasion requises par l'appareillage considéré, on peut utiliser divers aciers au chrome et au molybdène et diverses fontes alliées. Pour éviter le troisième type d'usure dont il a été question plus haut et qui est une usure sous une faible contrainte, on peut utiliser des fers contenant un alliage du chrome additionné ou non de nickel ou de molybdène, et qui ont une matrice fortement martensitique dans laquelle se trouve réparti le carbure.

L'analyse des différents types d'usure et les informations existantes concernant l'aptitude des métaux disponibles à supporter les différents types d'usure placent l'homme de l'art devant un dilemme. Lorsqu'un équipement est soumis au moins aux deux premiers types d'usure, il faut qu'il ait une grande résistance à l'usure et une robustesse suffisante pour résister aux chocs et aux contraintes élevées qui caractérisent ces types d'usure. La dureté et la robustesse sont des qualités qui sont généralement considérées comme incompatibles : lorsqu'une composition possède une de ces deux qualités, c'est au détriment de l'autre. Pourtant, la dureté et la robustesse sont toutes deux nécessaires.

L'industrie qui fournit les pièces en fonte résistant à l'abrasion a longtemps cherché à améliorer la durée de vie de ces pièces.

Les composés carbone-fer, qu'ils soient alliés ou non, n'ont pas une très grande robustesse lorsqu'ils ont une structure martensitique, et cela même lorsque la teneur en carbone n'est que de 0,04%. Les aciers hypereutectoïdes et les fontes blanches ont une robustesse insuffisante à cause de la morphologie de la cémentite (Fe_3C). En alliant les composés carbone-fer, on produit des carbures (M_xC_y) d'une plus grande dureté, ce qui améliore certains aspects de leur résistance à l'abrasion. Cependant, à mesure que la teneur en carbure augmente et que la résistance à l'abrasion augmente, la fragilité augmente aussi, si la taille des particules de carbure n'est pas diminuée. Les métallurgistes ont longtemps reconnu le caractère complexe de la fonte blanche : en effet, les deux structures microscopiques principales que sont le carbure et la matrice se comportent comme deux entités indépendantes. Néanmoins, le comportement de la fonte blanche, laquelle est soumise à une abrasion et à des chocs, dépend en dernier ressort des interactions existant entre ses deux composantes. Lorsqu'un tel matériau est exposé à des chocs, les carbures se brisent. Lorsque ces carbures sont continus et d'une taille relativement importante, des fissures apparaissent et se propagent dans la structure, conduisant souvent sinon à des ruptures, du moins à une usure accélérée du matériau.

Il n'existe pas actuellement d'alliage fer-carbone dont la teneur en carbone soit supérieure à 1,7% en poids et qui présente des qualités suffisantes de haute résistance à l'abrasion alliées à une haute capacité pour absorber les chocs.

L'objet de la présente invention est une fonte alliée ayant une grande dureté, une grande résistance à l'usure alliée à une robustesse améliorée, ainsi qu'une résistance à la traction améliorée.

La fonte selon l'invention est une fonte ayant une grande résistance à l'abrasion et une grande robustesse, où les carbures sont présents sous la forme de globules quasi sphériques.

C'est en outre une fonte qui est robuste et résistante à l'usure, et où les carbures ont une taille inférieure à la taille moyenne habituelle et sont distribués d'une manière homogène dans la matrice.

La présente invention porte sur la découverte importante d'une fonte alliée comprenant dans sa composition l'élément fer comme base avec ou sans 0,001% à 30% en poids de vanadium, titane, niobium, molybdène, nickel, cuivre, tantale ou chrome ou un

mélange de ces éléments, 2,0% à 4,5% en poids de carbone, et où l'on ajoute à cet alliage 0,001% à 4,0% en poids de bore pour en améliorer la résistance à l'usure, la robustesse et la résistance à la traction. L'alliage a un point de solidification situé entre 1204,4 et 1315,6° C (2200° F et 2400° F), et de préférence entre 1237,8 et 1260° C (2260° F et 2300° F). Ce point de solidification est situé à moins de 8,34° C (15° F) de la température eutectique du mélange contenant les éléments choisis. Les carbures présents ont la forme de globules quasi sphériques et ont une taille moyenne inférieure à 4 microns, ce qui est nettement plus bas que la taille moyenne des particules de carbure des fontes habituelles.

Dans le procédé de la présente invention, on ajoute à une fonte blanche alliée liquide contenant 0,001% à 30% de vanadium, titane, niobium, molybdène, nickel, cuivre, tantale ou chrome ou d'un mélange de ces éléments, et 2,0% et 4,5% de carbone, un additif capable d'augmenter l'entropie du système tel que le bore dans une proportion allant de 0,001% à 4,0%, puis on refroidit la fonte liquide à 2,78° C (5° F) au moins au-dessous de sa température de solidification à l'équilibre (située entre 1204,4 et 1315,6° C) en maintenant la fonte en surfusion, et enfin on solidifie la fonte pour obtenir des carbures de forme globulaire dont la taille moyenne est inférieure à 4 microns, ce qui est inférieur à la taille moyenne des particules de carbure présentes dans les fontes habituelles.

Il est reconnu depuis longtemps que la fonte blanche possède une bonne résistance à l'usure et qu'elle convient donc bien à la construction d'appareillages exposés à diverses conditions d'usure. Il a maintenant été découvert que l'on pouvait modifier la morphologie du carbure de la fonte alliée de manière à augmenter sa résistance à la traction et — plus important encore — à augmenter sa robustesse et lui conférer une plasticité mesurable, tout en conservant ses propriétés de résistance à l'usure. Il est bien connu que le carbone libre (en excès par rapport à celui trouvé dans la matrice d'austénite, de péralite ou de martensite) est présent comme graphite sous une forme assez similaire à celle de flocons de céréales, ou comme carbure sous la forme de lamelles ou de bâtonnets. Ces deux types de particules sont microscopiques au point de vue taille : celle-ci dépasse en moyenne 10 microns lorsque le refroidissement dans le moule de sable se fait dans des conditions normales et que l'épaisseur de l'objet est supérieure à 10 mm.

Il est bien connu que les «flocons» de graphite sont à l'origine de fractures qui apparaissent dans le plan de ces «flocons». Habituellement, une bonne fonte aura une résistance à la traction d'environ 50 000 pouces par centimètre carré et un allongement à la rupture de 0%. On a un produit très cassant et peu robuste, incapable de toute déformation. Lorsque la fonte est correctement alliée, le carbone libre est présent sous forme de carbure métallique, habituellement en combinaison avec le chrome. Il constitue alors des plaquettes ou des bâtonnets distribués d'une manière homogène ou non dans la matrice, mais dont la taille moyenne est supérieure à 10 microns. Les particules de carbure peuvent aussi prendre la forme d'aiguilles. Néanmoins, quelle que soit la forme de ces particules, leur taille est en moyenne supérieure à 10 microns. Sous contrainte, ces particules ont tendance à initier des fissures, ce qui conduit souvent à la rupture des pièces en fonte.

Il a été trouvé dans la présente invention que cette structure géométrique usuelle en plaquettes ou en bâtonnets des carbures pouvait être modifiée pour obtenir des particules globulaires à peu près sphériques. On obtient ainsi des fontes ayant non seulement la robustesse recherchée, mais encore ayant une résistance à la traction augmentée d'une manière significative. Ce changement de morphologie des carbures de la fonte transforme la fonte non ductile, cassante et non déformable du passé en un produit capable de déformation plastique et pourvu d'une résistance à la traction améliorée, mais conservant les bonnes propriétés de résistance à l'usure caractéristiques des fontes.

Il a été par exemple trouvé que la fonte de la présente invention se plie avant de se casser et qu'elle peut être soumise à des contraintes bien plus importantes que la fonte de l'art antérieur sans se

casser. De préférence, la fonte de la présente invention sera alliée avec du chrome. On peut aussi remplacer du chrome, dans une proportion de 0,001% à 30%, par divers additifs tels que le vanadium, le titane, le niobium, le tantale, le nickel, le molybdène ou le cuivre, ce qui modifie les propriétés de la fonte obtenue.

Il a été trouvé qu'en général la fonte de la présente invention a une résistance à la traction aussi élevée que 120 000 livres par pouce carré, ce qui est nettement supérieur aux valeurs observées avec les fontes de l'art antérieur (50 000-60 000 livres par pouce carré). Les fontes typiques ont un allongement à la rupture de 0%, tandis que la fonte de la présente invention a un allongement à la rupture de 3%. L'homme de l'art reconnaîtra immédiatement l'intérêt d'augmenter les propriétés de plasticité de la fonte pour améliorer la robustesse d'équipements soumis à une forte usure et à de forts chocs comme c'est par exemple le cas des broyeurs et des pulvérisateurs utilisés dans l'industrie minière et des pompes utilisées pour le transport de fluides contenant des solides abrasifs. Changer la forme des carbures présents dans la fonte est un progrès, mais cela est nettement moins efficace que de changer la forme des carbures pour leur donner une forme globulaire et de diminuer en même temps la taille des particules de 10-14 microns (c'est la taille moyenne habituelle des particules de carbure dans les fontes de l'art antérieur) à moins de 4 microns. En réduisant la taille des particules de carbure dans de telles proportions, on réduit la distance moyenne séparant les particules globulaires, ce qui augmente la résistance à la traction, la résistance à l'usure et confère une plus grande capacité de déformation. Ainsi, dans la présente invention, non seulement la forme des particules de carbure est changée pour leur conférer une structure de globules sphériques ou quasi sphériques, mais encore la taille des particules globulaires est réduite à une valeur moyenne inférieure à 4 microns.

Le matériau à base de fer et de carbone qu'est la fonte est bien connu pour son aptitude à être allié. Il est généralement admis en métallurgie que la ligne de séparation entre l'acier et la fonte est déterminée par la solubilité du carbone dans le fer à l'état solide. Lorsque le carbone est présent à des concentrations élevées, il est présent sous forme de graphite libre si la fonte n'est pas alliée. Normalement, on utilise pour allier la fonte le chrome qui, combiné au carbone, forme des carbures, ce qui améliore les propriétés de cette fonte. Cependant, on peut ajouter au chrome ou remplacer le chrome par du molybdène, du vanadium, du titane, du cuivre, du nickel, du niobium, du tantale ou une combinaison de ces métaux. Lorsque ces métaux sont utilisés en association avec le chrome, ils sont habituellement présents en des quantités allant jusqu'à 7%; cependant, il est préférable que le vanadium et le niobium soient utilisés à 0,001%-5%, le molybdène et le cuivre à 0,001%-4%, le nickel de 0,001% à 7%, le titane et le tantale de 0,001% à 4%. La quantité totale de ces métaux et de chrome ou la quantité totale du chrome lorsqu'il est utilisé seul doit se situer dans l'intervalle allant de 0,001% à 30%.

La proportion de chrome est comprise de préférence entre 7% et 29%, et encore mieux entre 25% et 28% ou 14% et 22% ou 7% et 12%, ce qui correspond aux quantités de chrome présentes dans les trois grandes catégories commerciales de fonte blanche alliée. La teneur en carbone est de préférence supérieure à 2,0% et inférieure à environ 4,5%. Il est encore mieux qu'elle soit comprise entre 2,0 et 3% dans le cas de la fonte à 25%-28% de chrome ou 14%-22% de chrome, et qu'elle soit comprise entre 2% et 3,5% dans le cas de la fonte à 7%-12% de chrome.

La morphologie des fontes du type classique dont il est question ci-dessus peut être modifiée en ajoutant du bore. La quantité de bore à ajouter se situe généralement dans l'intervalle allant de 0,001% à 4% et de préférence de 0,01% à 1%, ou mieux de 0,01% à 0,4%. Cette addition de bore produit des particules de carbure globulaires. Cette formation est plus nette lorsque la composition de la fonte alliée est choisie en fonction de la température eutectique.

Le point de solidification du fer pur est environ 1537,8°C (2800°F). A mesure que la teneur en carbone augmente, le point de solidification diminue. La fonte alliée contenant ou non du bore a

une température de solidification située entre 1204,4 et 1315,6°C (2200°F et 2400°F). Cette température de solidification dépend surtout de la quantité de chrome présente, mais aussi des autres métaux de l'alliage. Il est souhaitable que la température de solidification d'un système fer-carbone allié se situe dans l'intervalle allant de 1237,8 à 1260°C (2260°F à 2300°F), soit 1248,9°C (2280°F) environ. Toute fonte particulière contenant des éléments choisis parmi ceux cités dans la présente invention dans les proportions définies se solidifiera à moins de 8,34°C (15°F) de la température eutectique du système comportant ces éléments particuliers.

L'utilisation de fontes alliées dont la composition est celle de la présente invention et l'adjonction de bore permettent de modifier la morphologie du carbure et de produire des particules de carbure globulaires ayant une forme quasi sphérique.

Il a été trouvé qu'en refroidissant la fonte avant qu'elle ne se solidifie à 2,78°C (5°F) ou plus, et de préférence à 4,45-5,56°C (8°F à 10°F) ou davantage au-dessous de sa température de solidification à l'équilibre, on obtenait une réduction substantielle de la taille des particules globulaires du carbure, qui passe d'une valeur moyenne de 10 microns à une valeur moyenne de moins de 4 microns, et une répartition uniforme de ces particules. Cette surfusion est difficile à obtenir. Il a été trouvé en procédant à une analyse thermodynamique du problème qu'en augmentant l'entropie de la fonte en fusion, on augmentait le désordre dans le système, ce qui permet de le maintenir en surfusion. Lorsque l'entropie d'un système liquide-liquide augmente, son énergie libre de Gibbs diminue et la phase ayant l'énergie libre la plus basse sera la plus stable. La relation est

$$\frac{\delta G}{\delta T} = -S,$$

où G est l'énergie libre de Gibbs, T la température absolue et S l'entropie. En outre, la relation thermodynamique $\delta H = T\delta S + V\delta P$ réduite à $\delta H = T\delta S$ parce que $V\delta P = 0$ dans le cas des solides indique que

$$\delta S = \frac{\delta H}{T}$$

où S est l'entropie, H la chaleur de fusion et T la température absolue de solidification. Une augmentation de l'entropie produit une diminution du point de solidification du système qui garde une chaleur de fusion constante.

Il a été trouvé que le bore, lorsqu'il est ajouté à la fonte, augmente l'entropie du système et son désordre, ce qui permet d'obtenir la surfusion recherchée. Les changements exacts qui ont lieu ne sont pas complètement compris, et l'explication donnée ci-dessus ne doit être considérée que comme théorique.

Lorsque la fonte alliée de la présente invention est refroidie à 2,78°C (5°F) au moins au-dessous de sa température de solidification à l'équilibre, la solidification du liquide en surfusion est beaucoup plus rapide qu'en l'absence de surfusion. La surfusion évite donc que la solidification ne se prolonge, ce qui favoriserait la croissance de cristaux et de particules. La solidification de la fonte liquide a lieu avant que les particules n'aient eu le temps de se développer. Les particules minuscules de carbure ne peuvent pas migrer et s'agglomérer en formant des bâtonnets ou des plaquettes de carbure distribués d'une manière non homogène dans le produit. Elles restent au contraire dispersées. Les carbures conservent, lorsque l'alliage est en surfusion, la distribution homogène qu'ils avaient dans l'alliage liquide avant qu'il ne soit en état de surfusion. Cette distribution uniforme du carbure est conservée pendant la solidification. La conséquence de la solidification du liquide en surfusion à une température inférieure à la température de solidification à l'équilibre est une réduction substantielle de la taille des particules et une distribution plus homogène des carbures dans la matrice de fonte, ce qui est la base de la solidité, de la robustesse et de la résistance à l'abrasion des fontes de la présente invention.

Exemple particulier:

Une fonte typique contenant 27,2% de chrome et 2,04% de

carbone est un alliage dont la température de solidification est située au voisinage de 1248,9°C (2280°F), ce qui est plus haut que la température eutectique, qui est voisine de 1239,4°C (2263°F). L'adjonction de 0,17% de bore à l'alliage permet de maintenir cet alliage en surfusion jusqu'à 2,78°C (5°F) au-dessous de la température de solidification à l'équilibre, c'est-à-dire jusqu'à un peu moins de 1246,1°C (2275°F). Entre la température de solidification à l'équilibre et cette température légèrement inférieure à 1246,1°C (2275°F), l'alliage reste en surfusion et reste liquide. En continuant de refroidir, on obtient des carbures ayant une forme globulaire presque sphérique et des particules dont la taille moyenne est inférieure à 4 microns. La fonte obtenue dans ces conditions a une résistance à la

traction située dans le voisinage de 120 000 livres par pouce carré et un allongement à la rupture d'environ 3%. Une telle fonte blanche est très résistante à l'usure. En outre, elle a une résistance à la traction et une robustesse améliorées. Cela la rend particulièrement bien adaptée à des utilisations caractérisées par des conditions d'usure et de contraintes importantes.

Des résultats similaires sont obtenus avec un alliage renfermant 3,32% de carbone, 9,12% de chrome, 5,18% de nickel et 0,17% de bore. Cet alliage a une température de solidification à l'équilibre qui est très voisine de la température eutectique de 1252,8°C (2287°F). On peut maintenir l'alliage en surfusion jusqu'à 1248,9°C (2280°F) sans qu'il se solidifie.