



Guide technique pour les creusets de fonderie Zircoa

1. Introduction

Merci d'avoir choisi les creusets Zircoa. Les informations contenues dans ce guide technique représentent les nombreuses années d'expérience de l'équipe professionnelle Zircoa, ainsi que le retour d'expérience de nombreux clients qui utilisent nos produits de creuset. Les informations suivantes sont cordialement offertes à nos clients pour donner des instructions aux fondeurs aussi bien débutants qu'expérimentés.

Ce document demeure néanmoins un simple guide. Ce ne sont pas des consignes d'utilisation strictes. Zircoa le considère plutôt comme un document évolutif, continuellement soumis à des modifications pour refléter les dernières tendances industrielles et le retour d'expérience des utilisateurs. Mis à part les consignes de sécurité, nous encourageons nos clients à évaluer de nouveaux concepts et idées. Nous demandons cependant à ce que les résultats de ces évaluations, qu'ils soient positifs ou négatifs, nous soient soumis pour permettre à Zircoa de continuer le perfectionnement de ses produits.

Ce guide est organisé de manière chronologique, allant du choix d'un creuset à l'analyse des processus de défaillance. Les utilisateurs débutants trouveront utile de lire ce document dans l'ordre présenté. En revanche, les utilisateurs expérimentés pourront tirer profit de ce guide en le considérant comme référence ou mise à jour concernant des domaines spécifiques.

Enfin, ce guide ne représente certainement pas toutes les informations et l'aide que Zircoa désire offrir à ses clients. Les membres de nos équipes commerciales et techniques sont à votre disposition pour une assistance téléphonique, en ligne ou en personne. N'hésitez pas à nous contacter pour nous faire part de vos besoins.

2. Choisir la bonne composition

Zircoa se spécialise dans la fabrication de creusets de zircone et zircon haute température pour les industries de moulage à la cire perdue et de métaux précieux. Cette section est la description des nos quatre compositions de base et offre des consignes de sélection. Nous proposons aussi une aide d'application technique si vous n'êtes pas certain de la composition qui vous convient.

Creusets de zircone stabilisée

Les compositions suivantes ont toutes deux été spécifiquement conçues pour une utilisation de fusion sous vide non-interrompue (veuillez vous référer à la fiche technique de l'annexe 1 pour des informations détaillées sur ces compositions) :

La composition 3001 est un oxyde de zirconium stabilisé à la magnésie, de haute densité et résistance. Elle est recommandée comme « meilleur choix » de matériau pour les creusets destinés à la fonte de tous les alliages commerciaux. Elle fait preuve d'une très haute résistance aux chocs thermiques et à l'érosion. Sa faible expansion thermique et sa non-mouillabilité en font l'un de nos creusets les plus appréciés.

La composition 1651 est un oxyde de zirconium stabilisé à l'oxyde de calcium. Cette composition contient des débris fusionnés et convient aux utilisations à hautes températures (>1800 °C). Elle offre une excellente résistance à l'érosion, une bonne résistance aux chocs thermiques et elle est recommandée quand une haute pureté est exigée en cas d'alliages corrosifs ou de températures élevées.

Creusets de zircon

La composition 2004 est principalement destinée à la fonte des alliages du groupe du platine et elle est conçue pour les utilisations de « purification grossière » (surtout en présence de scorie vitrifiée ou siliceuse). La composition 2004 est hautement résistante, notamment aux fissures et elle réagit très bien aux températures élevées. Veuillez vous référer à la fiche technique de l'annexe 1 pour des informations détaillées sur cette composition.

Remarque : Zircoa propose une grande variété de matériaux auxiliaires de creuset. Veuillez contacter votre représentant Zircoa pour recevoir des conseils concernant votre utilisation particulière.

3. Installation des creusets Zircoa

3.1. Installation traditionnelle avec bobine jointoyée (voir schéma 1)

- 3.1.1. Assurez-vous que la taille de la bobine à fusion soit appropriée pour le creuset choisi.
- 3.1.2. Nettoyez et inspectez la bobine pour vous assurer qu'elle n'est pas abîmée. Réparez les zones où la couche de joint s'effrite, est trop fine ou a disparu.
- 3.1.3. Inspectez la cuve réfractaire (base) du bloc bobine, pour vous assurer qu'elle n'est ni fissurée, ni abîmée. La cuve doit être suffisamment solide pour supporter le poids du creuset et de son contenu à haute température.
- 3.1.4. Inspectez le nouveau creuset en cas de défauts : irrégularités internes excessives, trous, fissures, etc.
- 3.1.5. Notez bien le numéro de série du creuset.
- 3.1.6. Mettez suffisamment de matériau de garnissage (composition 1859 Zircoa recommandée) au fond de la bobine pour que le rebord du creuset soit à la hauteur voulue (minimum de 2 cm recommandé). Tassez fermement pour obtenir une base compacte et aplanie pour recevoir le creuset.
- 3.1.7. Placez le creuset dans le récipient et faites pression vers le bas tout en « vissant » le creuset pour bien le fixer au fond du récipient. Assurez-vous que l'espace entre la bobine et le creuset soit homogène.

- 3.1.8. Continuez d'ajouter du matériau de garnissage tout en le tassant avec un outil à pointe émoussée pour le mettre en place. Peut-être trouverez-vous pratique d'utiliser un petit outil à tasser à air comprimé ou un vibreur portatif pour vous aider à tasser fermement le matériau de garnissage. Si vous utilisez un outil à tasser, faites attention de ne pas heurter le creuset. Si vous utilisez le vibreur portable, placez le vibreur sur le rebord du creuset pendant que le matériau de garnissage est inséré. Ces deux méthodes sont bonnes pour comprimer le matériau de garnissage.
- 3.1.9. Lorsque le tassage est terminé (matériau de garnissage à 1,5 cm du haut de la bobine), bourrez ce qui reste d'espace avec de la laine ou corde à résistance thermique ou finissez avec un bouchon traditionnel.
- 3.1.10. Le cas échéant, remplacez la plaque d'étanchéité supérieure et refermez bien.
- 3.1.11. A l'aide d'un aspirateur ou d'air comprimé, nettoyez l'intérieur du creuset et l'ensemble du bloc bobine.
- 3.1.12. Si l'installation du creuset est effectuée hors du four, entreposez le montage bobine-creuset dans un endroit chaud et sec jusqu'au moment de son utilisation.

Remarque : Tant que le creuset est bien tassé, soutenu par la compression à haute température, il ne bougera pas pendant les interventions les plus intenses et ne produira aucune fuite à travers le matériau de garnissage en cas de fissure. Les procédures d'essais détermineront la meilleure technique pour chaque utilisation de four.

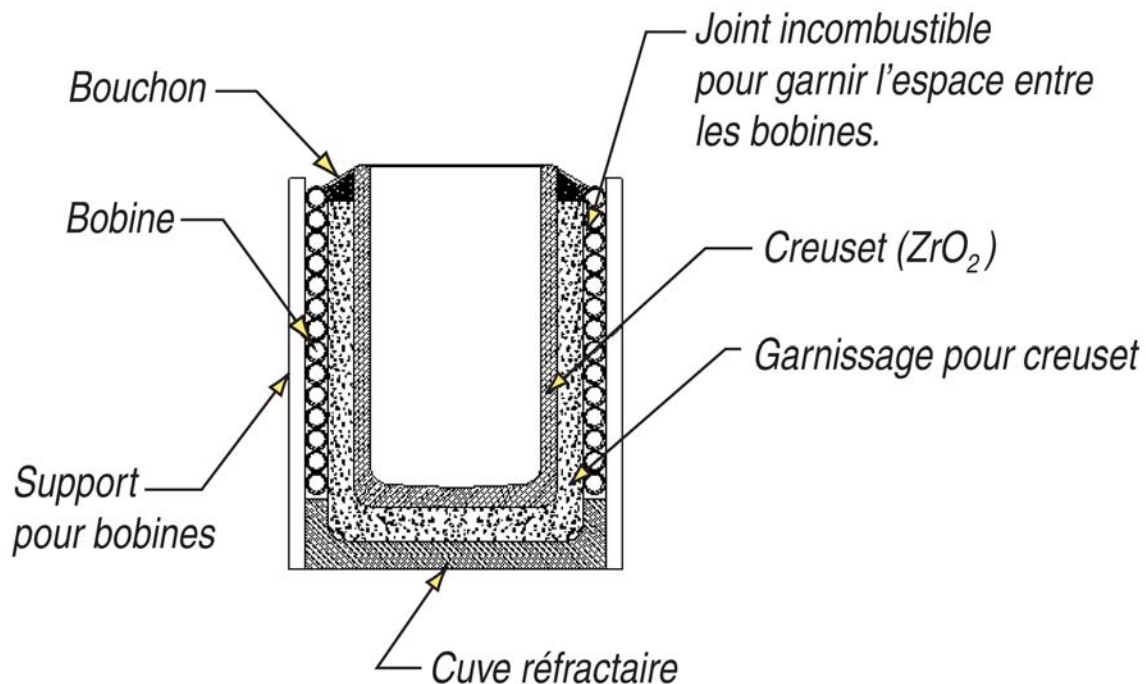


Schéma 1. Représentation d'une installation traditionnelle avec bobine jointoyée.

Installation à « doubles creusets » (voir schéma 2)

Le système à « doubles creusets » également appelé « creuset à l'intérieur d'un creuset » consiste à utiliser un deuxième creuset pour contenir le creuset de fusion et le matériau de garnissage de ce dernier. Ce concept permet d'effectuer une « pré-installation » du creuset, au moment et à l'endroit opportun, et donc d'éliminer une période d'arrêt du four.

- 3.1.13. Assurez-vous que la bobine de fusion et le creuset auxiliaire soient à la bonne dimension pour convenir au creuset de fusion sélectionné.
- 3.1.14. Inspectez le creuset de fusion en cas de défauts : irrégularités internes excessives, trous, fissures, etc.
- 3.1.15. Inspectez le nouveau creuset auxiliaire en cas de fissures ou autres défauts qui pourraient l'affaiblir.
- 3.1.16. Notez bien le numéro de série du creuset.
- 3.1.17. Mettez suffisamment de matériau de garnissage (composition 1859 Zircoa recommandée) au fond de la bobine du creuset auxiliaire pour que le rebord du creuset soit à la hauteur voulue (minimum de 2 cm recommandé). Tassez fermement pour obtenir une base compacte et aplanie pour le creuset de fusion.
- 3.1.18. Placez le creuset de fusion à l'intérieur du creuset auxiliaire et faites pression vers le bas tout en « vissant » le creuset pour bien le fixer au fond du récipient. Assurez-vous que l'espace entre le creuset de fusion et le creuset auxiliaire soit homogène.
- 3.1.19. Continuez d'ajouter du matériau de garnissage tout en le tassant avec un outil à pointe émoussée pour le mettre en place. Peut-être trouverez-vous pratique d'utiliser un petit outil à tasser à air comprimé ou un vibreur portatif, pour vous aider à tasser fermement le matériau de garnissage. Si vous utilisez un outil à tasser, faites attention de ne pas heurter les creusets. Si vous utilisez le vibreur portable, placez le vibreur sur le rebord du creuset de fusion pendant que le matériau de garnissage est inséré. Les deux méthodes sont bonnes pour comprimer le matériau de garnissage.
- 3.1.20. Lorsque le tassage est terminé (matériau de garnissage à 1,5 cm du haut de la bobine), bourrez ce qui reste d'espace avec de la laine ou corde à résistance thermique. Les matériaux qui durcissent au séchage ou pendant l'utilisation ne sont pas recommandés.
- 3.1.21. A l'aide d'un aspirateur ou d'air comprimé, nettoyez l'intérieur du creuset de fusion et la zone « bouchon » entre les creusets.
- 3.1.22. Entreposez le montage des doubles creusets dans un endroit chaud et sec jusqu'au moment de son utilisation.
- 3.1.23. Nettoyez et inspectez la bobine pour vous assurer qu'elle n'est pas abîmée. Le cas échéant, réparez les zones où la couche de joint s'effrite, est trop fine ou a disparu.
- 3.1.24. Inspectez la cuve réfractaire (base) du bloc bobine, pour vous assurer qu'elle n'est ni fissurée, ni abîmée. La cuve doit être suffisamment solide pour supporter le poids du montage des doubles creusets et son contenu sous haute température.
- 3.1.25. Insérez le montage des doubles creusets dans la bobine et maintenez-le avec des serre-joints ou pinces si nécessaire.

Remarque : Le creuset auxiliaire doit être suffisamment résistant pour supporter le creuset de fusion en zircone pendant l'expansion sans fissurer. Bien que le choix d'un creuset auxiliaire spécifique est basé sur les besoins et résultats d'essai de chaque utilisateur, nous recommandons la composition 6105 Zircoa (veuillez vous référer à la fiche technique de l'annexe 1) comme point de départ.

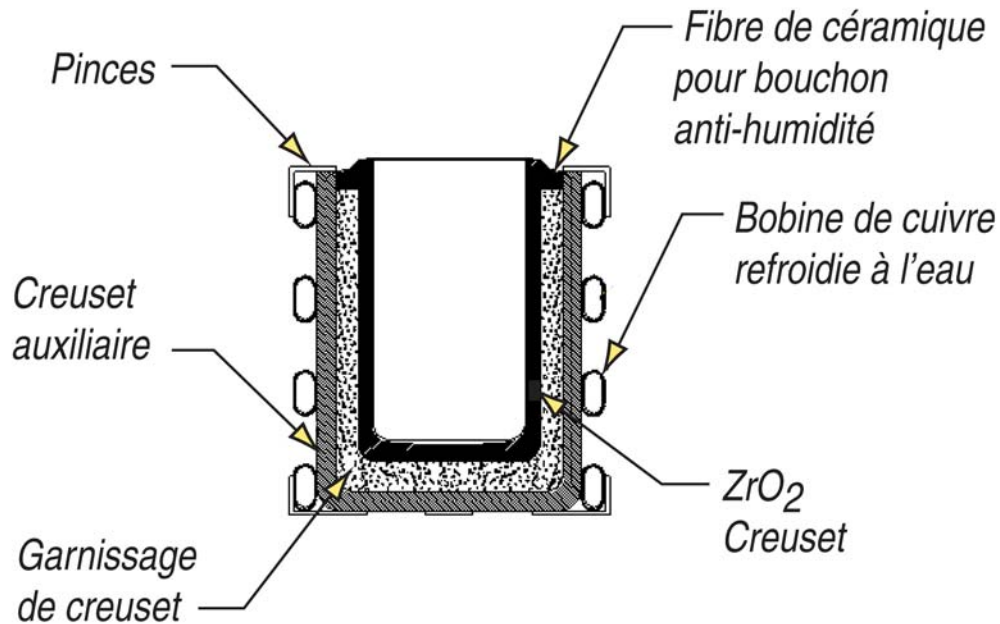


Schéma 2. Représentation d'une installation à « doubles creusets »

AVERTISSEMENT !

Remarque : Les creusets Zircoa ont été conçus pour contenir des matières en fusion dans des conditions entièrement adaptées. Les creusets Zircoa ne doivent être utilisés à aucun moment dans des conditions autoportantes ou non adaptées.

4. L'importance d'une documentation détaillée

Il importe à Zircoa comme à nos clients que des dossiers exhaustifs concernant la fonction et le rendement de nos creusets soient conservés. Permettre à Zircoa de comprendre les facteurs qui provoquent des variations dans une gamme d'utilisations et de circonstances, c'est aussi nous permettre de continuellement effectuer des améliorations sur nos produits et de les transmettre à nos clients.

Ainsi, nous demandons à nos clients de noter, au minimum, les données suivantes pour chaque creuset :

- Numéro de lot (voir le schéma 3 sur la page suivante pour un exemple d'étiquette de creuset, ainsi qu'une explication de notre système de numérotage de lot).
- Méthode d'installation.
- Type de matériau de garnissage utilisé.
- Procédure initiale de montée en température.
- Types et poids des alliages.
- Procédure(s) de coulée.
- Niveau de vide.
- Quantité de coulées effectuées.
- Raisons détaillées du retrait du four (changement de quart, fin de campagne, défaillance du creuset, etc.).



No. de lot	Associé à :	Description
05	Fournée	Année 2005
03	Fournée	3ème mois de l'année (mars)
23	Fournée	23ème jour du mois
06	Fournée	6ème fournée de la journée
357	Four	Bickley no. 357
04	Four	4ème mois de l'année (avril)
01	Four	1 ^{er} jour du mois
71	Four	Wagonnet No. 71

5. L'utilisation des creusets Zircoa (Règles de l'art de la fonderie)

5.1. Consignes générales

L'expérience nous a prouvé que les pratiques opératoires en atelier influencent considérablement le rendement de nos creusets. Il est nécessaire d'appliquer un strict ensemble de paramètres d'utilisation de manière à maximiser la durée de vie du creuset et la qualité des produits moulés. Ces deux objectifs sont réalisables en accentuant les consignes suivantes et en les optimisant lorsque possible :

- Utilisez des techniques d'installation cohérentes et adaptées (voir section 3).
- Evitez d'abîmer le creuset pendant l'insertion des billes.
- Accorder suffisamment de temps pour le dégazage et une mise en température uniforme au cours du démarrage.
- Augmentez la puissance progressivement jusqu'à ce que vous atteigniez la température de fusion voulue.
- Versez aussi soigneusement et rapidement que possible pour éviter tout gel ou accumulation de métal sur la zone de coulée ou sur le rebord.
- Limiter autant que possible le temps passé entre chaque coulée.
- Maintenez continuellement la température du creuset aussi proche de celle du métal de coulée que possible.
- Faites fonctionner les fours à vides en pression optimale pour la procédure et les alliages à fondre.
- Mettez en place un programme de fusion pour chaque four, ce qui permettra d'effectuer des coulées plus importantes en premier.
- Programmez des enchaînements de fusion de manière à ce que les alliages de type « mouillant » soient coulés en dernier.

- Programmez des enchaînements de fusion de manière à ce que les alliages à base de cobalt soient coulés en dernier et précédés par un bain de lavage à base de nickel.
- Inspectez visuellement fréquemment l'état du rebord de coulée du creuset et les surfaces internes.

5.2. Considérations d'expansion thermique

Le schéma 3a ci-dessous est une courbe d'expansion thermique allant de 0 à 1300° C pour la composition 3001. A cause de la nature de l'oxyde de zirconium et ses phases de changement naturelles pendant la mise en température et le refroidissement, il est important de prendre cette courbe en considération pendant l'utilisation de nos creusets.

La ligne bleue de la courbe (qui correspond à l'axe Y gauche) représente les modifications dimensionnelles, en pourcentage, de la matière au-delà la plage de température. La ligne rouge de la courbe (qui correspond à l'axe Y droit) représente la vitesse de montée en température maximale recommandée, en degrés Celsius par minute, du creuset. Elle montre qu'une montée en température lente est recommandée sur une plage de température d'environ 1100-1300 °C, lorsque les modifications dimensionnelles sont les plus extrêmes.

En règle générale, pour éviter les problèmes d'expansion thermique pendant la montée en température et l'hystérésis dimensionnelle pendant le refroidissement ultérieur, Zircoa propose les recommandations suivantes :

- Lorsqu'il est à température ambiante, le creuset ne doit jamais être chauffé rapidement. Une vitesse de montée en température modérée (~15 °C/minute) pour atteindre environ 1100 °C est acceptable.
- Pour une plage de températures de 1100 °C à 1300 °C, une vitesse de montée en température plus lente (7-8 °C/minute) est préférable.
- Une fois que la température du creuset est supérieure à 1300 °C, il faut absolument éviter qu'elle ne descende en dessous de ce niveau.

De plus, Zircoa déconseille fortement les méthodes qui consistent à ramener le creuset à température ambiante avant la fin de sa durée de vie utile dans l'idée de le chauffer une seconde fois ultérieurement. Comme le montrent les courbes, les modifications dimensionnelles du creuset pendant le refroidissement sont différentes de celles qui se produisent pendant la montée en température, ce qui rend d'avantage probable des problèmes d'expansion thermique pendant les cycles ultérieurs de re-réchauffement. Si des intervalles prolongés entre chaque fusion sont inévitables, il est recommandé d'utiliser une méthode de maintien de température pendant ces intervalles.

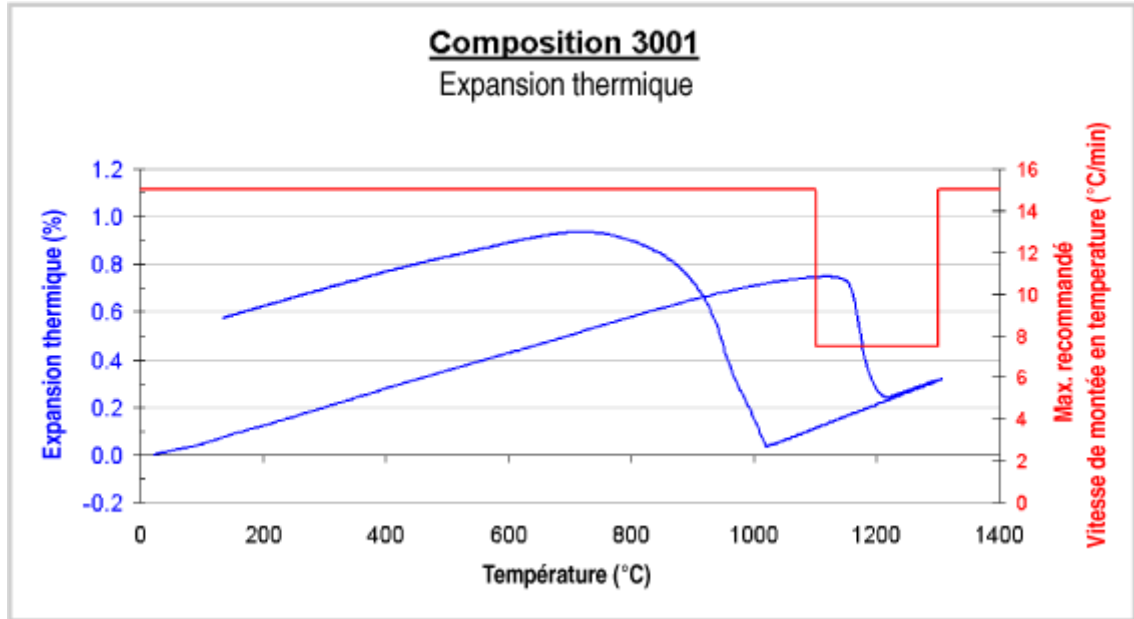


Schéma 3a. Courbe d'expansion thermique de la composition 3001.

6. Que faire en cas de problème ?

6.1. Partager l'information avec Zircoa

Malgré les meilleurs efforts de Zircoa et de nos clients, il arrive parfois qu'un problème survienne. Lorsque c'est le cas, c'est dans le meilleur intérêt de chacun de rapidement le régler. Pour ce faire, il est nécessaire d'effectuer une évaluation approfondie dans un bon esprit de coopération.

En conséquence, nous demandons à nos clients de :

- S'engager auprès de Zircoa à acheter une quantité raisonnable de creusets de la même taille et composition.
- Consentir à n'émettre aucune conclusion finale par rapport à leur rendement avant qu'un nombre statistiquement important de creusets soient testés suivant un ensemble de « consignes d'utilisation strictes » entièrement optimisées.
- Etre disposé à fournir :
 - Les procédures d'installation et de démarrage de plusieurs creusets.
 - Un nombre statistiquement important d'échantillons de fusion, en notant les alliages utilisés, les températures de fusion et une description détaillée des défaillances.
 - Le retrait de plusieurs creusets.
- (Garder les creusets utilisés pour révision).
- Des photos des zones problématiques.
- Un rapport des résultats pour que Zircoa effectue révisions et analyses.

- La permission pour qu'un représentant de Zircoa se rende à votre installation et observe les problèmes en personne.

6.2. « Questionnaire des creusets Zircoa »

Zircoa a mis au point un questionnaire approfondi de dépannage pour ses clients. Si vous complétez ce questionnaire et partagez vos résultats avec Zircoa, nous pourrions plus rapidement identifier les causes et proposer une action correctrice pour tout types de problèmes concernant le rendement d'un creuset.

Veillez contacter votre représentant Zircoa pour recevoir ce questionnaire.

6.3. Différents types de défaillances / causes possibles

6.3.1. Larges « écailles » sur les parois intérieures



Causes possibles

- Bille heurtant la paroi du creuset pendant l'insertion
- Choc thermique extrême

6.3.2. Le fond intérieur se fissure



Causes possibles

- Bille heurtant le fond du creuset pendant l'insertion
- Le fond n'est pas renforcé adéquatement pendant la montée en température
- Le creuset a trop refroidi entre chaque coulée
- Matériau de garnissage inadéquat
- Pas assez de matériau de garnissage

6.3.3. Fissures horizontales



Causes possibles

- Montée en température / refroidissement hétérogènes du creuset
- Montée de température trop rapide pendant le cycle initial de préchauffage
- Soutien d'appui insuffisant près du fond du creuset

6.3.4. Fissures verticales



Causes possibles

- Matériau de garnissage insuffisant ou inadéquat
- Isolation inefficace près du haut du creuset
- Excès du cycle thermique de la lèvre de coulée

6.3.5. Erosion

L'érosion est un phénomène complexe, influencée par une variété de facteurs. Voici quelques-unes des formes d'érosion les plus courantes :

- 6.3.5.1. *L'érosion thermique-mécanique* ne présente pas d'interaction entre le matériau de creuset et l'alliage de fusion. Avec ce type d'érosion, on voit des particules du creuset se séparer de celui-ci. Cela se produit généralement à cause d'un choc thermique ou d'un mauvais traitement et on peut l'éviter en suivant les bonnes pratiques de fonderie de base.
- 6.3.5.2. *L'érosion de mouillage* se produit avec des mélanges particuliers alliage-creuset fondus à pression d'interface élevée. Bien que le mouillage ne puisse pas vraiment être réduit, ses effets sur la qualité des produits de fusion peuvent être minimisés par un judicieux bain de lavage et un séquençage des campagnes approprié.
- 6.3.5.3. *L'érosion chimique* est due à des réactions de réduction-oxydation qui se produisent entre les éléments réactifs de certains alliages et le creuset en oxyde de zirconium. Bien qu'impossible à éliminer, on peut réduire cette réaction en limitant la quantité de surchauffe et la durée pendant laquelle l'alliage de fusion se trouve dans le creuset.