

Commission des Communautés  
européennes

DIRECTION GENERALE  
AFFAIRES SOCIALES

Commission générale de la sécurité et de la  
salubrité dans la sidérurgie

**LA COULEE DE LA FONTE AU HAUT FOURNEAU**

- Dispositions de construction du plancher de coulée
- Machine à boucher et machine à déboucher le trou de coulée
- Masse de bouchage
- Préparation de la coulée
- Procédés de solidification de la fonte



## AVANT-PROPOS

Dans le cadre des activités de la Commission générale de la sécurité et de la salubrité dans la sidérurgie, la Commission des Communautés européennes a publié antérieurement deux documents contenant les conclusions du groupe de travail "Sécurité - Coulée de la fonte au haut fourneau" de la Commission générale.

Elles concernaient :

- Le poste de distribution de l'oxygène et la lance à oxygène
- La protection individuelle du fondeur.

La présente brochure comporte d'autres conclusions de ce groupe de travail sur les sujets :

- Disposition de construction du plancher de coulée
- Machine à boucher et machine à déboucher le trou de coulée
- Masse de bouchage
- Préparation de la coulée
- Procédés de solidification de la fonte.

Au programme d'étude du groupe ne subsistent que deux points :

- L'opération de coulée
- Les mesures générales de prévention au plancher de coulée.

Lorsque ces études seront achevées, il sera publié un document d'ensemble de toutes les conclusions du groupe.

x    x    x  
      x

La caractéristique essentielle des opérations de coulée de fonte au haut fourneau, quant à la sécurité des personnes, réside en deux éléments ; d'une part, des risques nombreux et graves et d'autre part, la dépendance dans laquelle les fondeurs peuvent se trouver vis-à-vis de leur fourneau. La marche de ce dernier leur crée des impératifs de travail qui sont amplifiés ou rendus plus compliqués en cas d'incident ou d'accident.

Le travail du fondeur se caractérise également par des variations de rythme (travail intense lors de la préparation de la coulée et pendant celle-ci, repos possible entre deux coulées successives) et par des variations importantes et brutales d'ambiance (chaude pendant la coulée, froide immédiatement après).

Les risques auxquels les fondeurs sont exposés lors des travaux de coulée de la fonte sont les suivants :

- température élevée des matières
- explosions et projections
- débordements
- percées
- fumées, poussières, gaz et vapeur d'eau
- utilisation d'oxygène pour le débouchage des trous de coulée
- utilisation de machines diverses (à boucher, à déboucher, outillage pneumatique ou électrique, etc.)
- manutention manuelle d'outils, de matériaux, de déchets, etc.)
- manutention mécanique à l'aide d'engins de levage et de transport
- utilisation de gaz combustible pour le séchage des rigoles
- utilisation de soude, de chaux vive ou d'un autre désulfurant.

1. DISPOSITIONS DE CONSTRUCTION DU PLANCHER DE COULEE.



Par plancher de coulée, le groupe de travail entend le lieu de travail où la fonte et le laitier sont évacués du haut fourneau et conduits soit vers des noches, soit vers leur solidification.

Tout plancher de coulée doit comporter un certain nombre d'accès ou d'issues de secours pour le personnel qui devrait l'évacuer d'urgence. Les emplacements de ces accès et issues doivent être particulièrement étudiés et être situés de telle façon qu'en un point quelconque du plancher, il soit toujours possible de l'évacuer, sans traverser les axes des trous de coulée et sans enjambrer une rigole.

L'ensemble du plancher de travail doit être recouvert d'une toiture mettant à l'abri de la pluie, les rigoles à fonte et à laitier et les poches à fonte. Cette toiture présente également l'avantage de protéger le personnel des intempéries.

Des gaz et fumées parfois, toxiques, sont émis lors de la coulée et il est indispensable de réaliser les mesures les plus adéquates pour assurer la meilleure ventilation. L'emplacement des différentes granulations de laitier sera choisi de manière que la vapeur d'eau dégagée n'envahisse pas le plancher de coulée.

L'éclairage tant diurne que nocturne devra être suffisamment assuré.

L'équipement de manutention mécanique sur le plancher de coulée doit être très sérieusement étudié car il faut limiter les manutentions manuelles au minimum possible.

Le groupe de travail estime que la solution la plus heureuse réside dans l'utilisation simultanée d'un pont roulant et d'un engin motorisé. Quelle que soit la solution adoptée, un accès au plancher de coulée pour un engin motorisé devra être prévu au même titre d'ailleurs que son évolution sur le plancher.

L'attention est attirée sur la nécessité pour les fondeurs de disposer d'un appareillage de manutention dans la zone de la rigole principale à proximité immédiate du trou de coulée.

S'il est fait usage d'engins à moteur thermique, leur alimentation à l'aide d'essence doit être proscrite.

Les dimensions d'un plancher de coulée sont établies en relation avec la capacité de production du fourneau, mais il faut également tenir compte que des dégagements suffisants pour le personnel et le matériel doivent exister et que des engins motorisés doivent pouvoir y évoluer. En particulier, à proximité du fourneau et de chaque côté du trou de coulée, une aire libre aussi large que possible, devra être prévue.

Il faut rechercher une disposition autorisant les longueurs de rigoles les plus courtes possibles. Les conditions de travail au plancher et l'évacuation de la fonte sont grandement facilitées par l'emploi de rigoles basculantes ou par celui de poches de grande capacité.

Il faut rechercher également, un plancher sans dénivellation.

En ce qui concerne la pente générale du plancher, on peut être tenté de la choisir uniquement en fonction d'un écoulement facile de la fonte, mais si la pente est excessive, le personnel se fatigue inutilement et l'on crée des risques de chute. Il convient donc de rechercher entre ces deux éléments, le compromis le plus adéquat.

Le plancher proprement dit doit présenter une résistance mécanique élevée, tenant compte des surcharges importantes qu'il ne peut recevoir en cas d'incident de marche du fourneau. L'épaisseur et la qualité du béton au-dessous des rigoles devront être soigneusement choisis pour empêcher toute percée de fonte et en particulier dans la zone d'impact du jet de fonte à la sortie du trou de coulée.

Les ouvertures dans le plancher de coulée servant à l'évacuation des matières liquides et des déchets de coulée doivent être protégés de manière que personne ne puisse y tomber.

L'explosion d'une cuve à laitier est un accident rare mais possible : il convient donc de rechercher suivant les installations, les dispositions de protection les plus adéquates pour que le personnel ne soit pas atteint par les projections.

Aux poches à fonte, il peut survenir des débordements ou des percées qui entraînent la présence de fonte liquide sur la voie des poches et dans ses environs. Si le sol est humide, il s'en suivra une explosion. Il importe que les moyens adéquats soient pris en vue d'éviter toute infiltration d'eau provenant, soit du haut fourneau, soit de la nappe aquifère, soit encore des intempéries. On proscriera à proximité de cette zone, non seulement la présence de toute prise d'eau, mais même celle d'une conduite à eau. Le drainage de l'eau pouvant stagner entre les voies devra être envisagé s'il y a lieu.

Les protections nécessaires contre les projections seront installées au plancher de coulée qui sera renforcé en conséquence aux abords de la voie des poches. Ces protections permettront également de limiter les effets d'une explosion survenant dans une poche humide.

Il faut attacher un soin particulier au choix du système de raccord entre le trou de coulée et la rigole à fonte du plancher de coulée, afin d'éviter toute solution de continuité entre haut fourneau et plancher de coulée.

Les dimensions des fosses des rigoles doivent être déterminées en fonction du débit maximum possible de coulée, tenant compte de la présence du support réfractaire. Celui-ci, de même que le béton constituant le plancher de coulée devront présenter une perméabilité suffisante pour permettre d'évacuer l'humidité.

Il y a intérêt quant à la sécurité à ce que l'ouverture d'un barrage soit faite mécaniquement ou à distance. Lors de la conception d'un plancher de coulée, il convient d'envisager cette possibilité et ses conséquences éventuelles. Il en sera de même quant à la possibilité d'implantation de siphons de conceptions différentes.

Le stockage compartimenté des diverses matières utilisées sur le plancher de coulée doit être fait à l'abri de la pluie, du gel et des pollutions diverses. L'emplacement de ces compartiments de stockage doit être étudié pour un approvisionnement commode de ces matières vers leurs lieux d'utilisation. L'évacuation d'urgence de cette aire sera rendue possible, si elle est installée sur le plancher de coulée.

En ce qui concerne les machines à boucher et à déboucher et leurs postes de commande, il y a lieu de se reporter au chapitre suivant, quant à l'influence de leur présence sur l'aménagement du plancher de coulée.

Une attention particulière, lors de la conception du plancher de coulée sera apportée à la nécessité pour les fondeurs de surveiller le remplissage des poches à fonte et des cuves à laitier sans s'exposer à des risques d'accident.

Des alimentations en eau, électricité, air comprimé, gaz, etc. doivent évidemment être prévues et il y a lieu quant à leur installation, de tenir compte des meilleures informations disponibles. En ce qui concerne le gaz, le groupe de travail estime que toute installation fonctionnant au gaz de haut fourneau doit être oroscrite sur le plancher de coulée.



2. MACHINE A BOUCHER ET MACHINE A DEBOUCHER LE TROU DE COULEE.



Certaines règles de fonctionnement des machines à boucher et/ou à déboucher étant identiques ou similaires, il a été jugé opportun pour la commodité de la lecture de reprendre pour chacune de ces deux machines, des notions communes.

## 2.1. Caractéristiques des installations

### 2.1.1. Machines à boucher

Les caractéristiques fondamentales de construction et d'installation auxquelles doivent répondre les machines à boucher sont les suivantes :

- la machine devra avoir une puissance suffisante pour comprimer la masse à boucher dans le trou de coulée et vaincre la pression intérieure du haut fourneau éventuellement plus élevée que la pression normale du haut fourneau;
- la machine doit être en mesure de placer correctement le bec du canon sur le trou de coulée en s'opposant à la résistance d'éventuelles scories ou d'autres déchets;
- la conception de la machine doit être telle que la totalité de la masse de bouchage puisse en être enlevée;
- la possibilité de bloquer la machine et ses diverses manoeuvres seront prévues;
- tous les mouvements et manoeuvres de la machine seront commandés à distance;
- un signal acoustique installé sur la machine de préférence, fonctionnant automatiquement avant la mise en mouvement de la machine peut s'avérer utile;
- l'installation sera telle que la circulation et les interventions de personnel autour de la machine en position hors service seront possibles; en particulier, entre la machine

et un obstacle quelconque, il doit subsister un espace libre suffisant pour la présence d'un homme;

- les canalisations du réseau d'alimentation en énergie seront protégées contre la chaleur et les projections. Elles présenteront une résistance mécanique suffisante;
- en cas d'utilisation d'énergie électrique, il est conseillé de prévoir l'alimentation par différents réseaux indépendants (au moins deux), dont l'un de sécurité;
- en cas de commande hydraulique, un accumulateur de capacité suffisante doit être installé.

#### 2.1.2. Machines à déboucher

Les caractéristiques fondamentales de construction et d'installation auxquelles doivent répondre les machines à déboucher sont les suivantes :

- la machine devra avoir une puissance propre et une rigidité telles que le percement du trou de coulée soit correct;
- la possibilité de bloquer la machine sera prévue;
- tous les mouvements et manoeuvres de la machine seront commandés à distance.
- un signal acoustique installé sur la machine, de préférence fonctionnant automatiquement avant la mise en mouvement de la machine peut s'avérer utile;
- l'installation sera telle que la circulation et les interventions du personnel autour de la machine en position hors service seront possibles; en particulier, entre la machine et un obstacle quelconque, il doit subsister un espace libre suffisant pour la présence d'un homme;

- les canalisations du réseau d'alimentation en énergie seront protégées contre la chaleur et les projections. Elles présenteront une résistance mécanique suffisante;
- en cas d'utilisation d'énergie électrique, il est conseillé de prévoir l'alimentation par différents réseaux indépendants (au moins deux), dont l'un de sécurité;
- en cas de commande hydraulique ou pneumatique, un accumulateur de capacité suffisante doit être installé.

### 2.1.3. Cabines de commande

La ou les cabine(s) de commande de la machine à boucher et/ou à déboucher le trou de coulée seront situées, protégées et équipées de manière à permettre la poursuite des activités même en cas d'urgence. En conséquence, elles devront présenter les caractéristiques fondamentales ci-après :

- La position de la cabine de commande doit être telle que le personnel y soit totalement à l'abri des risques de projection ou d'explosion et puisse voir parfaitement les opérations.
- Aucun matériau combustible ne peut être utilisé dans sa construction.
- Au moins deux accès différents et dégagés, dont l'un dirigé vers une voie d'évacuation d'urgence maintenue constamment libre vers l'extérieur, doivent être prévus.
- Aucune porte de la ou des cabines ne sera dirigée vers les rigoles de coulée.
- La fenêtre d'observation vers le plancher de coulée devra :
  - . avoir des dimensions aussi réduites que possible, mais donnant à l'opérateur la vision complète de la zone de travail et de stationnement de la machine à boucher et/ou de la machine à déboucher le trou de coulée;

- . être garnie de panneaux de verre "triplex" dans un châssis ouvrant vers l'extérieur, protégé par un treillis.
- Les commandes de la machine doivent être placées à proximité immédiate de la fenêtre, de manière à pouvoir être facilement actionnées par l'opérateur pendant que celui-ci suit le déroulement des opérations. Les précautions seront prises en vue d'éviter toute manoeuvre accidentelle des commandes.
- Les communications entre la cabine et les autres lieux en rapport avec la marche du haut fourneau devront être assurées par deux systèmes séparés de communication orale au moins (téléphone intérieur, interphone, téléphone autonome, etc.). Ces systèmes de communication devront :
  - . être alimentés par des sources différentes;
  - . être conçus de manière que, si un appareil se trouve isolé ou endommagé, il ne mette pas les autres appareils hors service;
  - . être reliés par des câbles de type approprié suivant deux parcours différents à une certaine distance l'un de l'autre et aussi éloignés que possible de la zone du haut fourneau: les câbles qui devront nécessairement être placés à proximité de la zone du haut fourneau seront convenablement protégés.
- La cabine devra être pourvue d'une installation de ventilation avec prise d'air dans une zone non polluée par des fumées, gaz, etc.
- Lorsque la cabine ne peut pas être située en un endroit à l'abri des risques de projection ou d'explosion, les mesures de sécurité doivent être renforcées. En particulier, les portes devront être posées de manière telle que d'éventuelles projections tendent à les fermer plutôt qu'à les ouvrir et les parois, les portes et le toit seront revêtus de matériaux résistants à la flamme et à la chaleur.

## 2.2 Utilisation des machines à boucher et/ou à déboucher

La manoeuvre des machines à boucher et/ou à déboucher ne peut se faire que par la personne qui en est responsable et qui aura été spécialement formée à cet effet.

Pour assurer la sécurité de fonctionnement de la machine à boucher et de la machine à déboucher le trou de coulée, il est nécessaire que soient établies des instructions détaillées précisant les précautions et les mesures à prendre en cas d'irrégularité dans les opérations, ainsi que les interventions correspondantes dans la marche du haut fourneau. En outre, il faut que soient prévues dans ces instructions les situations possibles d'urgence et les mesures à prendre en pareil cas. Une copie de ces instructions devra être affichée dans la cabine de commande de la machine à boucher le trou de coulée.

Ces règles de fonctionnement devront en outre prévoir les points suivants :

### 2.2.1 Machine à boucher

Avant chaque opération, le personnel responsable devra s'assurer que toutes les manoeuvres de la machine à boucher le trou de coulée se font correctement (rotation, avancement du piston) et que sa position est adéquate par rapport au trou de coulée.

Lors du remplissage de la machine avec la masse de bouchage, le travailleur préposé ne devra pas introduire la main dans la machine. Une consigne à ce sujet sera édictée.

Avant de commencer à déplacer la machine à boucher le trou de coulée, l'opérateur s'assurera que la zone intéressée est entièrement dégagée.

Avant chaque opération de bouchage, le personnel responsable veillera :

- à ce qu'il y ait dans la machine une quantité de masse à boucher suffisante pour assurer un bouchage étanche;
- à ce que la masse se trouvant dans le canon soit expulsée afin, d'une part, de vérifier à nouveau le bon fonctionnement du piston et, d'autre part, d'injecter de la masse à boucher "fraîche" dans la partie antérieure du trou de coulée. La masse rejetée ne devra pas être réutilisée;
- à réchauffer la masse dans la machine en plaçant celle-ci à proximité de la route de coulée, si nécessaire;
- à ce que l'application du canon sur bouchage et son alignement par rapport au trou de coulée soient corrects;
- à ce que la machine soit bloquée dans la position de bouchage.

Au cours des opérations de bouchage et de retrait de la machine, personne ne doit se trouver dans la zone du champ de coulée intéressée par le cône des projections éventuelles.

Après bouchage du trou de coulée, la machine à boucher ne devra être retirée qu'après un intervalle de temps minimum préétabli(\*). Cette opération devra être contrôlée à vue par une personne chargée spécifiquement de signaler à l'opérateur d'éventuelles anomalies.

Avant retrait de la machine, le piston doit être ramené à sa position arrière pour permettre la détente des gaz accumulés dans le canon.

---

(\*) Cette durée minimum est fonction de la composition de la masse de bouchage. Il existe également une durée maximum au-delà de laquelle se créent des perturbations.

Après retrait de la machine, le responsable des opérations sur le champ de coulée s'assurera :

- que le bouchage a été effectué dans les règles de l'art et ne présente aucun défaut;
- que la machine est bloquée en position de repos;
- que la masse à boucher éventuellement solidifiée dans le canon a été expulsée et n'est pas réutilisée.

Le nettoyage de la machine reste, malgré les précautions citées ci-avant, une opération dangereuse. Pour nettoyer, le travailleur ne pourra pas, en particulier, se placer devant le canon de la machine.

#### 2.2.2. Machine à déboucher le trou de coulée

Avant de déplacer la machine à déboucher le trou de coulée, l'opérateur devra s'assurer :

- que personne ne se trouve dans la zone intéressée;
- que les manoeuvres de la machine à déboucher se font parfaitement et que les équipements sont en bon état et secs.

Avant de commencer les opérations, le personnel responsable devra vérifier :

- que la machine est bloquée dans la position de débouchage;
- que l'outil de la machine est parfaitement centré dans le trou de coulée et que l'inclinaison de la machine correspond à celle préétablie;
- que tout le personnel a été évacué de la zone du plan de coulée située face au trou et a revêtu tous les moyens de protection pour la coulée.

Après débouchage, la machine devra être remise et bloquée dans la position d'arrêt.

Au cours du débouchage, il faut que le remplacement du taillant par la barre à perdre ou de celle-ci par une suivante se fasse autant que possible sur la machine en position de repos et bloquée. Si la machine ne le permet pas, le remplacement se fera après descente d'une tôle de protection épaisse entre le bouchage et la machine et après avoir bloqué toutes les manoeuvres de déplacement de celle-ci.

### 3. MASSE DE BOUCHAGE



La masse à boucher a pour but d'obturer de manière étanche le trou de coulée à la fin de la coulée et d'assurer cette étanchéité jusqu'au débouchage suivant.

La masse doit présenter les caractéristiques suivantes :

- plasticité suffisante pour obtenir une mise en place correcte ;
- durcissement rapide pour résister à la pression interne du fourneau ;
- résistance à l'érosion et à l'attaque chimique de la fonte et du laitier lors de la coulée ;
- porosité telle que les gaz de distillation puissent se dégager ;
- éventuellement, permettre de reconstituer le trou de coulée dans son état normal, s'il est détérioré.

Les masses anhydres assurent une meilleure tenue que les masses à l'eau. Ces dernières ne peuvent pas être utilisées sur les hauts fourneaux modernes et, dans tous les cas, nécessitent des précautions spéciales. C'est la raison pour laquelle, le groupe de travail recommande l'usage des masses anhydres.

D'une manière générale, la masse est constituée :

- de réfractaires, sèchés ou non sèchés
- de carbone, sous forme de coke, de charbon ou de schiste minier
- d'un liant : goudron, dérivé du goudron ou matière organique.

Les constituants réfractaires utilisés doivent permettre d'obtenir par mélange, une qualité constante de la masse à boucher. Il faut donc que la composition chimique de ces éléments réfractaires soit bien connue. Le séchage de ces produits réfractaires ne pourra pas se faire à l'aide de gaz de haut fourneau, sauf dans de grandes installations et sous surveillance d'un personnel compétent.

Les réfractaires achetés prêts à l'emploi ou préparés dans l'usine, doivent toujours présenter la même granulométrie. Les mesures les plus adéquates seront prises pour éviter la chute de personnes dans les silos. Le groupe de travail recommande que leur alimentation soit réalisée mécaniquement.

Le carbone est apporté finement broyé, d'une humidité connue et de qualité constante. Il ne doit pas être pollué par des substances étrangères.

Le liant généralement utilisé est un goudron anhydre dont la courbe de distillation et la viscosité doivent être connues. Selon la viscosité, un réchauffage doit être réalisé pendant un temps plus ou moins long. Tant pour des raisons de stabilité de la composition du goudron que pour des raisons de risque d'incendie, il convient que le réchauffage du goudron se fasse avec régulation thermostatique à l'eau chaude, à la vapeur ou avec l'énergie électrique. Les réservoirs seront pourvus de dispositifs de trop-plein et de recueil ainsi que d'un système automatique interrompant le chauffage lorsqu'un niveau suffisant de goudron n'est pas atteint. Si la prise de goudron vers l'utilisation n'est pas faite au point le plus bas du réservoir, on surveillera particulièrement la composition de la quantité toujours restante de goudron, laquelle à la longue peut se modifier.

Les différents composants doivent être conservés dans des conditions telles que leurs caractéristiques ne puissent pas être altérées.

Une bonne préparation de la masse de bouchage exige un dosage judicieux et précis des composants dans un ordre correct et doit aboutir à un mélange homogène.

Cette homogénéité s'obtient par une durée suffisante de mélange des composants et une ajoute graduelle du liant.

La masse préparée doit être conservée dans des conditions telles que ses caractéristiques ne puissent pas être altérées. Un long stockage de la masse n'est pas recommandable, sans précautions particulières.

Les risques pour la santé, liés à la préparation et à l'utilisation dans les hauts fourneaux de la masse de bouchage sont en rapport avec les différentes substances qui entrent dans la composition de cette masse, ses méthodes de préparation et ses techniques d'utilisation.

Les réfractaires ont une teneur élevée en  $\text{SiO}_2$ . Pendant les opérations de charge du broyeur ou du mélangeur et dans la première phase du broyage, l'empoûssiéage se produisant dans le milieu constitue un risque effectif de silicose pour les travailleurs affectés à cette opération. Les installations de stockage et de traitement des produits secs seront pourvus d'équipement d'aspiration, d'évacuation et de captation des poussières. Le personnel disposera de masques anti-poussières efficaces pour se protéger d'empoûssiéages résultant d'incidents éventuels.

Le goudron ou l'huile qui, comme on sait, sont des agents cancérigènes de la peau ne doivent pas être manipulés par l'homme, mais bien introduits sous forme liquide dans le mélange par des appareils doseurs. L'étanchéité des circuits de goudron ou d'huile chauffés doivent être assurés en permanence.

La masse de bouchage prête à être utilisée est transportée aux hauts fourneaux dans des conteneurs spéciaux et déchargés directement dans la machine à boucher.

La protection des organes mécaniques (arbres, courroies, poulies, etc.) sera assurée. De même, la protection des malaxeurs, broyeurs et mélangeurs devra être réalisée de manière à empêcher :

- la chute du travailleur dans un appareil
- son entraînement ou son heurt par un organe quelconque de ce dernier
- un risque quelconque lors de la prise d'échantillon
- un risque quelconque lors de la vidange ou du nettoyage de l'appareil
- d'une façon générale, tous risques dus à l'emploi de ces appareils.

Il conviendra à ce propos de tenir compte des techniques de protection les plus récentes qui évoluent parallèlement à celle de construction de ces appareils.

#### 4. PREPARATION DE LA COULEE



Les problèmes de sécurité relatifs à la préparation de la coulée de la fonte intéressent :

- les routes à fonte (rigoles principales et secondaires, siphons, entonnoirs, becs de coulée et rigoles basculantes)
- le trou de coulée
- la préparation des matières
- les machines, le matériel et l'outillage
- la mise en place des poches.

#### 4.1. Routes

L'objectif à réaliser est d'assurer l'évacuation sans débordement d'un débit donné de fonte dans un temps donné, par la mise en place d'un revêtement réfractaire résistant à l'attaque de la fonte.

La plupart des débordements seront évités en donnant aux rigoles lors de la construction du plancher et lors de leur confection, le tracé, les sections et les pentes convenables.

S'il en est autrement, outre le danger de débordement sur le plancher, il pourrait y avoir passage de laitier vers les rigoles à fonte ou passage de fonte vers les rigoles à laitier, ce qui entraîne des risques particulièrement graves d'explosion.

Pour éviter les débordements en cas de débit de fonte anormalement élevé, un déversoir sera prévu en amont du siphon, si nécessaire.

D'autres risques d'accidents pouvant survenir en raison d'une préparation inadéquate des routes et rigoles de coulée sont les barbotages (ou bouillonnements) et les percées. Ces phénomènes peuvent ou non s'accompagner d'une explosion.

Les barbotages ont pour cause des dégagements de vapeur d'eau ou de gaz provenant des revêtements insuffisamment cuits ou séchés.

Au contact de la fonte en fusion, l'eau est décomposée avec réaction explosive et retombée de matières incandescentes.

Le dégagement de gaz résulte de la distillation du goudron de revêtements dont la cuisson n'a pas été achevée.

Les percées se produisent lorsque la fonte en fusion arrive au contact de parties métalliques non protégées par un revêtement réfractaire. Elles entraînent toujours des accidents matériels et parfois des accidents de personnes. Elles seront évitées en protégeant avec le réfractaire adéquat les parties métalliques qui pourraient être au contact de la fonte. Dans ce but, on doit s'assurer en confectonnant les rigoles, que l'on respecte les pentes et niveaux prévus.

#### 4.2. Becs, entonnoirs, rigoles basculantes, siphons

Les risques de barbotage et donc d'explosion en raison des dégagements de gaz ou de vapeur d'eau et les risques de percée sont analogues à ceux des rigoles de coulée. En conséquence, les mêmes précautions que celles citées ci-avant seront prises.

Les becs et les rigoles basculantes doivent présenter une forme telle que le maximum de fonte puisse être écoulé avec un minimum de projections.

L'entonnoir doit avoir des dimensions telles qu'un débit maximum, fonction de la pratique courante de la coulée, puisse y être absorbé et ce, afin d'éviter les débordements.

#### 4.3. Trou de coulée

Il importe que l'état du réfractaire du trou de coulée soit maintenu aussi sain que possible et que sa face externe permette d'assurer une zone d'appui correcte et en principe toujours la même, de la machine à boucher.

L'état du trou et le refroidissement du bouchage seront contrôlés après le retrait de la machine à boucher et ce, après chaque coulée.

En particulier, dans les conditions normales, la position du trou de coulée doit être la même d'une coulée à l'autre, afin que la "longueur du trou" puisse être comparable, que le réfractaire du bouchage ne soit pas endommagé et que des mesures correctrices éventuelles puissent être prises.

Au besoin, le bouchage sera nettoyé et dégagé.

Dans le but d'éviter les percées dans le bouchage, celui-ci sera reconstruit périodiquement avec les matériaux réfractaires appropriés, lors d'un arrêt du haut fourneau.

#### 4.4. Préparation et mise en place des matières

Les matières servant à préparer la coulée sont des sables, des pisés, des masses spéciales à couler sur place et des éléments préfabriqués. Leurs caractéristiques physiques et chimiques devront être constantes.

Ils seront stockés à l'abri de l'humidité et des intempéries.

La mise en oeuvre de ces matériaux doit permettre d'obtenir des masses aussi homogènes et des surfaces aussi lisses que possible et doit se faire conformément à leur mode d'emploi.

La mise en oeuvre des sables n'offre pas de risques particuliers en dehors de ceux relatifs à leur manutention. Certains pisés contiennent des goudrons, lesquels exposent à des affections de la peau. Au sujet des mesures préventives, on se reportera au chapitre "Masse de bouchage" où le risque et les mesures préventives sont analysés. On notera toutefois qu'au plancher de coulée, ces pisés ne pourront être manipulés qu'avec des gants, dont le port doit être rendu obligatoire.

Par ailleurs, en attendant que de nouveaux matériaux puissent remplacer les pisés au goudron, il importe de veiller très strictement au respect de l'ensemble des consignes de prévention correspondant au risque que présente le goudron.

La mise en place des éléments préfabriqués doit se faire avec des appareillages adéquats en observant les mesures préventives d'usage. Des précautions particulières seront prises quant à la bonne exécution des joints entre éléments.

Tous les matériaux réfractaires mis en oeuvre doivent être secs au moment de la coulée. Il est donc nécessaire de les sécher. Le séchage se fait toujours au gaz. Il convient de rappeler ici que le groupe de travail estime que les installations au gaz de haut fourneau doivent être proscrites.

Les rigoles, siphons, becs, entonnoirs et rigoles basculantes en cours de séchage seront recouvertes de tôles, afin de limiter le risque de brûlure.

Les installations de distribution de gaz seront soigneusement étudiées afin de limiter au minimum la longueur des tuyauteries flexibles. Ces installations seront régulièrement contrôlées; en particulier, les éléments flexibles feront l'objet d'une surveillance spéciale.

Les opérations de séchage seront surveillées pour que des brûleurs éventuellement éteints soient rallumés.

S'il est fait usage de bouteilles de gaz, celles-ci ne peuvent pas être installées sur le plancher de coulée, mais bien dans un endroit ventilé et à l'abri du feu, de la chaleur, des projections et des débordements de fonte.

La cuisson des pisés au goudron est en général accompagnée d'émissions abondantes de fumées. Il convient de les diriger avec des ventilateurs vers les endroits où elles pourront s'évacuer à l'air libre. Pendant le séchage, le personnel se tiendra en dehors des zones balayées par ces fumées.

#### 4.5. Machines, matériel et outillage

En ce qui concerne les machines à boucher et à déboucher le trou de coulée, on se reportera au chapitre qui traite de ces machines.

Le plancher de coulée doit être maintenu dégagé et être débarrassé du matériel et des outils. Ceux-ci devront être replacés dans leur ratelier, dès la fin de leur emploi. Les outils doivent être maintenus en bon état et à l'abri de l'humidité. Ceux qui pourront entrer en contact avec la fonte en fusion doivent être séchés avant d'être utilisés.

#### 4.6. Mise en place des poches à fonte

Avant la coulée, les becs et entonnoirs seront contrôlés et au besoin nettoyés et les rigoles basculantes seront essayées.

En ce qui concerne les poches, il sera contrôlé quant à

- sa position exacte
- le maintien de celle-ci
- l'état de son réfractaire
- l'éventuelle présence de matières étrangères.

En cas d'emploi de wagons-torpilles, une organisation spéciale de ces contrôles peut être nécessaire.

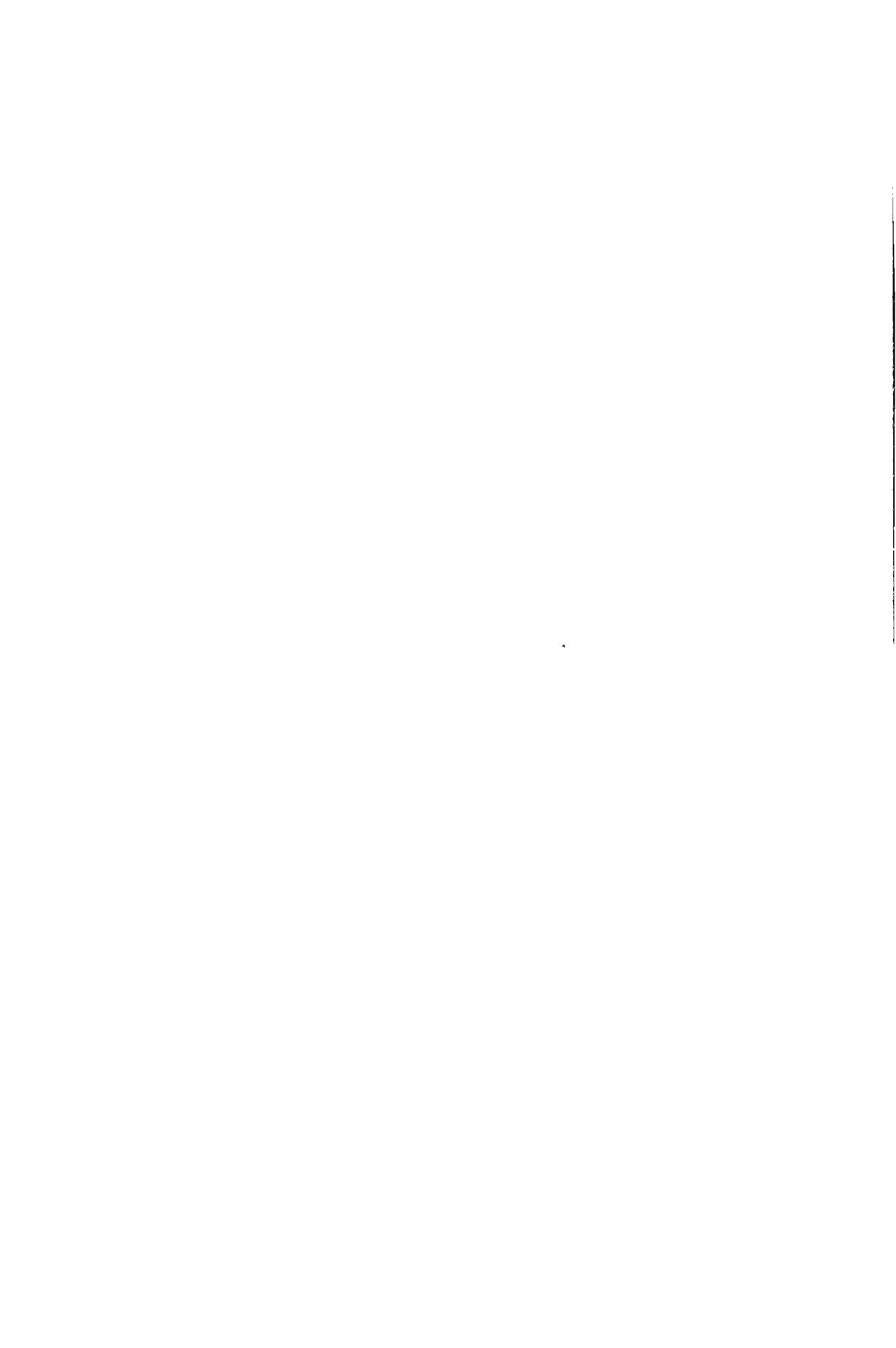
S'il y a excès d'eau dans la voie des poches, son évacuation devra être assurée.

#### 4.7. Nettoyage du chantier

La préparation de la coulée terminée, le chantier doit être débarrassé de tout ce qui est inutile et être soigneusement nettoyé, l'emploi de l'eau étant exclu et les déchets évacués.

Le matériel et l'outillage doivent être rangés.

## 5. PROCÉDES DE SOLIDIFICATION DE LA FONTE



Les procédés de solidification de la fonte appliqués à l'heure actuelle sont les suivants :

- solidification directe, effectuée en halle sous forme de gueuses, de la fonte liquide coulée directement au haut fourneau ;
- solidification à la machine à couler, sous la forme de gueuses, de la fonte liquide recueillie directement ou non au haut fourneau ;
- coulée dans les fosses ouvertes, sous forme de plaques, de la fonte liquide recueillie, directement ou non, au haut fourneau ;
- solidification par granulation de la fonte liquide recueillie directement ou non au haut fourneau.

#### 5.1. Coulée en halle

En raison des dangers que présente l'écoulement de quantités importantes de fonte sur le sol d'une halle de coulée, les dispositions dont il est fait mention ci-après, doivent être prises.

Les risques les plus importants lors de la coulée en halle sont dus à la possibilité de présence d'humidité dans les rigoles et aux interventions fréquentes du personnel pour diriger l'écoulement de la fonte. Lorsque la coulée en halle, normalement non pratiquée, est imposée par l'urgence, à la suite d'un incident, les risques d'accident sont plus intenses car d'une part, le personnel est peu habitué à l'opération et d'autre part, la décision de couler en halle est prise subitement.

### 5.1.1. Aménagement de la halle de coulée

Toute halle de coulée doit être surmontée d'une toiture. Des accès constituant également issues de secours doivent être aménagés en nombre suffisant en rapport avec la surface de la halle, de manière telle que de leur usage ne résulte aucun risque d'accident, même en cas d'urgence. L'éclairage tant diurne que nocturne devra être suffisamment assuré. Des ouvertures de dimensions suffisantes seront prévues pour assurer l'évacuation des fumées et vapeurs. De préférence, la halle de coulée sera située de telle sorte qu'elle ne soit pas envahie par les vapeurs dégagées par la granulation du laitier.

Même si la halle de coulée n'est destinée qu'à répondre aux besoins de coulées d'urgence, la surface de coulée doit être suffisante et des moyens mécaniques de fractionnement de la fonte solide, de levage et d'évacuation de la fonte sont préférables à la manutention manuelle. Lorsqu'un casse-fonte doit être utilisé, des écrans de protection doivent être installés pour que les projections ne puissent atteindre des personnes.

La disposition et l'inclinaison des routes et rigoles de coulée doivent permettre une bonne répartition de la fonte et être telles que le franchissement des routes et rigoles par le personnel ne soit pas nécessaire.

Les moyens propres à permettre l'extinction d'un feu de vêtements consécutif ou non à des projections de fonte en fusion doivent se trouver en un endroit facilement accessible (couverture, douche alimentée en eau potable, appareil extinc-teur à eau pulvérisée pouvant être utilisé sur un feu de

vêtement). Un réseau de distribution d'eau et des lances sont à prévoir, pour permettre, si rien ne s'y oppose, l'arrosage de la fonte coulée, la rendant ainsi plus cassante et faciliter par là, les opérations de cassage.

#### 5.1.2. Préparation de la coulée

Au moment de l'utilisation, les matériaux constituant les routes et rigoles de coulée doivent être suffisamment secs pour éviter le bouillonnement. Les barrages seront construits à l'aide d'un outillage adéquat et de sable ou autre matériau suffisamment secs. Le sol de la halle de coulée doit être maintenu préparé en permanence, même s'il ne doit servir qu'en cas d'incident.

#### 5.1.3. Coulée

Lorsqu'une rigole est remplie, il faut enlever un ou deux barrages de manière à permettre à la fonte liquide de couler dans la rigole suivante. Pour effectuer cette opération, le fondeur doit porter les moyens de protection individuelle (équipement permanent et équipement complémentaire) dont il est fait mention au chapitre 6. Tout outillage pouvant être mis en contact avec la fonte liquide, doit être sec et préchauffé.

La consigne interdisant le franchissement des routes et rigoles de la halle autrement qu'à l'aide de passerelles fixes spécialement installées doit être strictement appliquée et acceptée par tous.

#### 5.1.4. Après la coulée

Malgré les apparences, il peut subsister de la fonte liquide dans les rigoles de coulée pendant un temps assez long; lorsque l'arrosage de la fonte est effectué, l'eau doit refroidir la fonte sans pour autant humecter trop fortement le sable. Un débit adéquat ainsi qu'une diffusion en pluie doivent donc être recherchés.

S'il est fait usage d'un appareil de levage, les consignes relatives à son emploi doivent être connues du personnel.

Le port d'un masque en treillis et de gants de protection est indispensable si le cassage des gueuses est effectué à la masse.

#### 5.2. Machine à couler

##### 5.2.1. Implantation de la machine à couler

L'emplacement d'une machine à couler doit être choisi en fonction des risques et inconvénients que son usage présente. Elle doit être située loin des habitations, en raison du niveau de bruit important qu'elle émet. Les grandes quantités de vapeur d'eau qui s'en dégagent constituent un autre inconvénient qui justifie également qu'elle soit située à l'écart. Enfin, des éclaboussures et des projections pouvant survenir, elle ne pourra être installée ni à proximité d'une route, ni à proximité d'un autre lieu ou chantier de travail.

### 5.2.2. Installation de la machine à couler

Installer une machine à couler en plein air favorise l'évacuation de la vapeur, mais une couverture même légère doit être installée au-dessus du bac et des rigoles. Le réchauffage par brûleur du bac et de la bande est indispensable, des installations adéquates doivent donc être prévues.

Les éléments rotatifs de la machine doivent être protégés. S'il existe des passages en-dessous ou au-dessus des bandes, ils seront convenablement aménagés, protégés et signalés. L'accès sous la bande sera interdit par des garde-corps qui devront pouvoir être démontés pour les travaux de réparation. Les planchers de coulée doivent être pourvus de garde-corps avec plinthe de butée.

Les escaliers, échelles, passerelles et garde-corps seront aménagés en tenant compte des indications fournies à l'annexe 1, lesquelles ont été mises au point par le groupe de travail "Sécurité - Ponts roulants" de la Commission générale de la sécurité du travail dans la sidérurgie, dans l'étude relative à l'accès à la cabine d'un pont roulant.

La manière dont l'accrochage et la mise en place des wagons sont réalisées doit être telle qu'il n'en résulte aucun risque d'accident.

La protection de la cabine de commande contre les projections, la chaleur et le rayonnement lumineux, doit être assurée. Cette protection nécessite l'usage de moyens d'autant plus importants que la distance entre

cabine et emplacement de coulée est faible (treillis protecteur, vitrage en verre de sécurité ou triplex, verre teinté, etc.) suivant l'importance de l'installation et du nombre de personnes occupées.

En ce qui concerne les moyens d'extinction de feu de vêtement, il y a lieu de se reporter au point 5.1.1. - Aménagement de la halle de coulée.

Les dispositifs classiques de protection sur les installations mécaniques et électriques doivent exister. En particulier, un système de verrouillage de la commande des bandes doit exister.

La possibilité de communication entre les différents postes de travail doit être assurée.

Les consignes de sécurité seront intégrées dans les consignes d'exploitation. De plus, des panneaux indiquant les "interdictions" et "prescriptions" impératives seront installés pour rappeler les dispositions à prendre contre les risques les plus importants.

La préparation de la masse de protection et le mode d'enduisage des coquilles doivent être tels que les personnes préposées à ces tâches ne soient pas exposées, dans la mesure où les produits utilisés sont nocifs, toxiques ou corrosifs.

La grande diversité des produits pouvant entrer dans la composition de la masse de protection empêche d'apporter plus de précision à ce propos. Les responsables du secteur doivent se procurer les informations adéquates.

### 5.2.3. Préparation

Avant de commencer la coulée, il y a lieu de s'assurer que la machine est en bon état technique et que les coquilles détériorées ont été remplacées. Les bacs, les rigoles de coulée et les bandes doivent être suffisamment préchauffés. Un nombre suffisant de wagons pour transporter la quantité de fonte, qui sera coulée, doit être prévu. Une quantité de masse de protection des coquilles, suffisante pour toute l'opération de coulée doit avoir été préparée. Une opération d'enduisage des coquilles a lieu dès qu'elles sont suffisamment préchauffées. Il y a lieu également de s'assurer qu'un débit d'eau suffisant existe dans le dispositif de refroidissement des éclaboussures ainsi que dans les bacs destinés à recevoir les éclats et projections.

La poche à fonte doit être mise en position de manière telle qu'elle ne nuise glisser en aucun cas. Le bec de coulée doit être propre pour permettre un écoulement régulier de la fonte.

Le personnel doit s'équiper de ses vêtements et moyens de protection avant de commencer la coulée (équipement permanent et équipement complémentaire).

Avant de mettre les bandes en service, l'opérateur doit effectuer une inspection de celles-ci, sur toute leur longueur, faire évacuer le personnel se trouvant sur le chantier, émettre le signal sonore d'avertissement de débit de coulée et attendre un certain temps avant de commencer l'opération.

#### 5.2.4. Coulée

Pendant le fonctionnement de la machine, il y a lieu de s'assurer que l'orifice d'écoulement de la fonte dans les coquilles ne se bouche pas, auquel cas, il y a lieu d'arrêter le déversement de la fonte et de dégager l'orifice. Sur les installations fonctionnant en continu, il peut être intéressant de prévoir la présence d'un travailleur pour assurer la surveillance continue et les dégagements éventuels de l'orifice d'écoulement de la fonte.

L'arrosage des gueuses doit être tel qu'elles soient suffisamment refroidies en fin de bande. L'eau d'arrosage des coquilles coulées ne doit pas atteindre les coquilles vides. On y veillera particulièrement lors du démarrage de l'installation ainsi qu'après un arrêt de celle-ci. Dans le même ordre d'idées, le débit des gicleurs d'eau ne doit être augmenté qu'à bon escient.

Le bac et les rigoles doivent être maintenus propres avec des outils préchauffés.

La vidange de la poche à fonte d'alimentation du bac doit être réglée sur la vitesse d'avancement de la bande de manière à éviter tout débordement des coquilles.

Pendant la coulée, il y a lieu de surveiller le démoulage des coquilles et au besoin, d'arrêter la machine pour procéder au remplacement d'une coquille défectueuse.

### 5.2.5. Entretien et réparation

Avant tout travail d'entretien ou de réparation, il faut vider complètement la machine à couler.

Lorsqu'il est nécessaire de remplacer le bac ou les rigoles de coulée, on doit toujours se méfier des résidus de fonte encore liquide.

Pendant que des travailleurs réparent les bandes ou se tiennent sur celles-ci pour travailler, la commande des bandes doit être verrouillée. Un écriteau interdisant de remettre en marche sera suspendu au levier de l'interrupteur principal et le nom de la personne seule autorisée à effectuer la remise en marche y sera indiqué.

Il y a lieu de se méfier des adhérences de fonte qui subsistent éventuellement, lors du contrôle des bandes après la coulée.

### 5.3. Coulée en fosse

Les risques de la coulée en fosse sont, en principe, analogues à ceux de la coulée en halle. D'une part, la présence d'humidité dans la fosse constitue le risque le plus important et d'autre part, si la coulée en fosse n'est pas normalement pratiquée, mais effectuée en raison de l'urgence, le personnel n'est pas habitué à l'opération et la nécessité de la réaliser rapidement rend les risques plus intenses. Cependant, il faut remarquer que le personnel est

moins nombreux que celui nécessaire à la coulée en halle, que les dispositions matérielles de protection diminuent les risques dans une certaine mesure et que la formation du personnel chargé de la coulée en fosse peut être réalisée plus facilement.

#### 5.3.1. Aménagement des fosses de coulée

Les fosses doivent être aménagées de manière à ce qu'elles puissent être maintenues aussi sèches que possible. Elles seront situées au-dessus de la nappe aquifère et leur fond sera recouvert d'une couche d'un matériau perméable à l'eau.

Le nombre et les dimensions des fosses seront établis en fonction des quantités de fonte produites et des possibilités d'évacuation, lesquelles conditionnent l'épaisseur maximum des couches de fonte.

L'éclairage des fosses sera assuré la nuit.

Il convient que les vapeurs dégagées par la coulée en fosse ne gênent pas d'autres activités. L'implantation des chantiers devra donc tenir compte des vents dominants.

Les fosses et leurs installations annexes doivent être aménagées de telle sorte que personne ne puisse être exposé à un danger lors de la coulée ou du cassage de la fonte et des écrans de protection doivent entourer le chantier, sauf toutefois si l'on est absolument assuré de l'inexistence de risques pour les personnes. Dans tous les

cas, des dispositifs d'alerte seront prévus afin d'avertir le personnel d'avoir à évacuer le chantier avant la coulée ou avant le cassage de la fonte.

Un réseau de distribution d'eau, de débit suffisant et une ou plusieurs fances à eau seront prévus pour permettre l'arrosage de la fonte en fosse. Toutefois, l'installation fixe d'arrosage est préférable, mais les rajutages de dispersion de l'eau doivent être répartis de manière à assurer un arrosage aussi égal que possible de toute la surface de la fosse. Dans le cas d'une installation fixe d'arrosage, la vanne de commande doit se trouver en un endroit abrité.

D'après un expert du groupe de travail, lorsque des couches successives doivent être obtenues dans une même fosse, à une cadence assez rapide, il y a intérêt à recouvrir chaque couche d'un lait de chaux, dès après le refroidissement à l'eau; la séparation des couches successives s'obtient alors plus facilement.

Le poste de commande de la coulée sera installé à une distance suffisante et sera protégé contre les projections. Le préposé au déversage de la fonte devra pouvoir en contrôler visuellement le débit, sans être exposé à des risques de projection. Le poste de commande de l'appareillage casse-fonte sera tout autant protégé des projections.

Les consignes relatives aux appareillages et aux équipements devront être connues du personnel.

En ce qui concerne les moyens d'extinction de feu de vêtement, il y a lieu de se reporter au point 5.1.1. - Aménagement de la halle de coulée.

5.3.2. Préparation de la coulée

Le personnel doit porter l'équipement permanent prévu au paragraphe 6.4. du document "Protection individuelle du fondeur".

Le fond de la fosse doit être égalisé et rendu aussi horizontal que possible, de manière à éviter la formation de lours.

Avant la coulée, il est indispensable que l'opérateur contrôle la présence éventuelle d'eau ou d'humidité dans la fosse.

Les expériences varient lorsqu'une trop grande quantité d'eau est constatée dans la fosse. Dans certaines usines, le fond de la fosse est réchauffé à l'aide de brûleurs à gaz ; dans d'autres usines, on coule au préalable une cuve à laitier en fusion à l'endroit du déversement de la fonte ; dans d'autres encore, c'est par un réglage adéquat du débit de versage de la fonte qu'on limitera les projections résultant du contact entre fonte liquide et eau.

La Commission générale est d'avis que la coulée en fosse ne peut être entreprise que lorsque celle-ci ne contient pas d'eau.

Coulée

On ne peut pas commencer à couler tant que tous les

travailleurs du chantier ne se sont pas abrités dans le poste de commande et que toutes les personnes étrangères n'auront pas évacué le chantier.

Lorsque la fosse ou la fonte solidifiée qui y a déjà été coulée est humide ou garnie d'eau, il y a risque de bouillonnement et de projections de fonte liquide pendant la coulée. Dans la cas d'une fosse vide humide ou garnie d'eau, le bouillonnement peut, de plus, provoquer la formation de lours difficiles à casser. Il est donc indispensable de commencer la coulée par un faible débit de fonte liquide afin d'assurer un réchauffement progressif dans la fosse et la vaporisation de l'eau.

Si le personnel du chantier devait être appelé pour une cause urgente à quitter le poste de commande pendant la coulée, il doit porter l'équipement complémentaire prévu au chapitre 6.4. de l'étude sur la protection individuelle du fondeur.

Le personnel sera averti de la fin de la coulée par le dispositif d'alerte (modulation différente de celle du début de coulée).

#### 5.3.4. Après la coulée

L'arrosage doit être effectué sur la totalité de la surface de fonte à refroidir, de manière aussi égale que possible.

Le débit d'eau d'arrosage est fonction de la vitesse de refroidissement que l'on veut obtenir, mais de toutes manières, la quantité d'eau fournie ne devra jamais

être telle qu'il subsisterait de l'eau dans la fosse.

Avant l'opération de cassage, le chantier sera totalement évacué et le personnel averti par le dispositif d'alerte.

#### 5.4. Granulation

La granulation de la fonte est une méthode de solidification qui n'expose pas à des risques particuliers liés à la fonte liquide, sur des installations bien conçues et correctement utilisées.

Toutefois, les risques liés au transport et à l'écoulement de la fonte liquide sont les mêmes que ceux de la machine à couler.

##### 5.4.1. Aménagement

En raison des grandes quantités de vapeur d'eau dégagées, la situation de l'installation de granulation sera choisie en tenant compte des vents dominants et des travaux exécutés dans le voisinage.

Une toiture même légère doit être installée au-dessus du bac et des rigoles de coulée jusqu'à la tête de granulation. Des installations de réchauffage des rigoles et du bac doivent être prévus.

Les escaliers, échelles, plateformes et garde-corps seront aménagés en tenant compte des indications fournies à l'annexe 1.

La protection de la cabine de commande contre les projections, la chaleur et le rayonnement lumineux doit être assurée. Cette protection nécessite l'usage de moyens d'autant plus importants que la distance entre cabine et emplacement de coulée est faible (treillis protecteur, vitrage en verre de sécurité ou triplex, verre teinté, etc.) suivant l'importance de l'installation et du nombre de personnes occupées.

En ce qui concerne les moyens d'extinction de feu de vêtement, il y a lieu de se reporter au point 5.1.1. - Aménagement de la halle de coulées.

Les installations mécaniques et électriques recevront les dispositifs classiques de protection.

Les fosses de granulation seront entourées de garde-corps solides, avec lisse et sous-lisse, sur tout leurs pourtours.

Les planches des passerelles longeant le transporteur d'évacuation des granulés et les surfaces de circulation autour des fosses, seront conçues de telle façon que les granulés soient ramenés dans les fosses, par gravité.

L'installation de granulation sera équipée de manière que l'on puisse à tout moment, connaître le débit et la température de l'eau de granulation et contrôler le bon fonctionnement des opérations. Dans l'état actuel des connaissances relatives à la technique de la granulation, la température de l'eau est limitée à 80°C, tant pour des raisons de sécurité que de qualité de la production.

#### 5.4.2. Opération de granulation

En ce qui concerne les précautions à prendre aux parties d'installation où la fonte liquide est traitée, il y a lieu de se reporter aux paragraphes 5.2.3. et 5.2.4. relatifs à la machine à couler.

Lors du chargement ou de l'entreposage des granulés, les dispositions doivent être prises pour éviter tout accident de personne par projection d'un granulé.

Echelles, escaliers, passerelles, garde-corps

Le groupe de travail "Sécurité - Coulée de fonte au haut fourneau" a jugé utile de reproduire en annexe les conclusions ci-après du groupe de travail "Sécurité - Ponts roulants" au sujet des échelles, escaliers, passerelles et garde-corps, conclusions qu'il fait siennes.

En ce domaine, des normes, voire des règlements existent dans chacun des pays. Elles ne sont malheureusement pas identiques, mais il importe avant tout pour chacun de s'y conformer. Nous nous bornerons à présenter des limites entre lesquelles des dimensions ont été citées par les différents rapporteurs, pour ces éléments. Signalons aussi la nette tendance à l'élimination des échelles au profit des escaliers.

Echelles  
=====

- Ecartement minimum entre l'échelle et la paroi ou un obstacle quelconque : 15 à 20 cm
- Grandeur de l'échelle non protégée d'arceaux : 3 à 5 m.
- Pour les échelles à arceaux :
  - arceaux à partir de 2,20 m à 2,50 m au-dessus du sol
  - arceaux prolongés de 90 cm à 110 cm au-dessus du niveau des paliers
- Hauteur entre paliers : 4 à 5 m.

Garde-corps  
=====

- Hauteur lisse 90 à 110 cm
- Hauteur sous-lisse 45 à 55 cm
- Hauteur plinthe 5 à 15 cm
- Espace libre sous la plinthe 0 à 0,6 cm

## Escaliers

=====

- 2 garde-corps, sauf si l'escalier est contre un mur ;  
un des 2 garde-corps peut alors être remplacé par une main-courante passant à 4 cm minimum du mur ;
- Hauteur du garde-corps comprise entre 0,76 et 0,90 m.  
au-dessus de la marche à l'aplomb de la contre-marche inférieure ;
- largeur minimum : 60 à 90 cm
- Inclinaison maximum : 45°
- Inclinaison normale : 30 à 38°
- Hauteur libre de passage minimum : 2 m à 2,30 m.
- Hauteur maximum entre paliers : 4 m à 6 m.
- Matériaux utilisés :
  - tôle striée
  - tôle larmée
  - caillebotis (une sphère de 2 cm de diamètre ne
  - métal déployé (doit pas passer dans les interstices
  - tôle lisse recouverte de peinture anti-dérapante

## Passerelles ou plate-formes et balcons d'accès

=====

- Matériaux : les mêmes que pour les escaliers
- Fixation du plancher : pas de saillies (boulons à tête fraisée par exemple)
- Gabarit recommandé de passage continu, compte tenu des parties mobiles constituées par le pont roulant (vis-à-vis de la passerelle du chemin de roulement ou de la plate-forme d'accès) ou par son chariot (vis-à-vis de la passerelle supérieure du pont) : 2 m x 0,6 m.



ITALIA

E. Santucci  
Capo Ufficio Sicurezza  
Soc. Italsider  
Stabilimento O. Sinigaglia  
16152 Genova - Cornigliano

E. Torchio  
Capo sezione Ferroleghie  
Soc. Nazionale Cogne  
11100 Aosta

LUXEMBOURG

H. Heusbourg  
Chef de service adjoint  
Service des hauts fourneaux  
Arbed  
Differdange

NEDERLAND

B. Wisman  
Ingenieur  
Koninklijke Nederlandsche Hoogovens  
en Staalfabrieken  
Ijmuiden



