Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour les aciéries intégrées

Introduction

Les Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires (Directives EHS) sont des documents de références techniques qui présentent des exemples de bonnes pratiques internationales[1], de portée générale ou concernant une branche d'activité particulière. Lorsqu'un ou plusieurs États membres participent à un projet du Groupe de la Banque mondiale, les Directives EHS doivent être suivies conformément aux politiques et normes de ces pays. Les Directives EHS établies pour les différentes branches d'activité sont conçues pour être utilisées conjointement avec les **Directives EHS générales**, qui présentent des principes directeurs environnementaux, sanitaires et sécuritaires applicables dans tous les domaines. Les projets complexes peuvent exiger l'application de plusieurs directives couvrant des branches d'activité différentes. La liste complète de ces directives figure à l'adresse suivante : http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines

Les Directives EHS indiquent les mesures et les niveaux de performances qui sont généralement considérés réalisables dans de nouvelles installations avec les technologies existantes à un coût raisonnable. L'application des Directives EHS dans des installations existantes peut nécessiter la définition d'objectifs spécifiques et l'établissement d'un calendrier adapté pour atteindre ces objectifs. Le champ d'application des Directives EHS doit être fonction des aléas et des risques identifiés pour chaque projet sur la base des résultats d'une évaluation environnementale qui prend en compte des éléments spécifiques au projet, comme les conditions en vigueur dans le pays dans lequel le projet est réalisé, la capacité d'assimilation de l'environnement, et d'autres facteurs propres au projet. La mise en œuvre de recommandations techniques particulières doit être établie sur base de l'opinion professionnelle des personnes ayant les qualifications et l'expérience nécessaires. Si les seuils et normes stipulés dans les réglementations du pays d'accueil diffèrent de ceux indiqués dans les Directives EHS, les plus rigoureuses seront retenues pour les projets menés dans ce pays. Si des niveaux moins contraignants que ceux des Directives EHS peuvent être retenus pour des raisons particulières dans le contexte du projet, une justification détaillée pour chacune de ces alternatives doit être présentée dans le cadre de l'évaluation environnementale du site considéré. Cette justification devra montrer que les niveaux de performance proposés permettent de protéger la santé de la population humaine et l'environnement.

Champ d'application

Les Directives EHS pour les aciéries intégrées présentent des informations relatives à la fabrication de la fonte en gueuse et de l'acier brut ou faiblement allié à partir de minerai de fer et d'alliages à base de fer. Elles sont applicables à la fabrication du coke métallurgique ; à la production de fer et d'acier primaire dans les hauts fourneaux (HF) et convertisseurs à oxygène ; au recyclage des ferrailles par le procédé du four à arc électrique

[1] C'est-à-dire les pratiques que l'on peut raisonnablement attendre de professionnels qualifiés et chevronnés faisant preuve de compétence professionnelle, de diligence, de prudence et de prévoyance dans le cadre de la poursuite d'activités du même type dans des circonstances identiques ou similaires partout dans le monde. Les circonstances que des professionnels qualifiés et chevronnés peuvent rencontrer lorsqu'ils évaluent toute la gamme des techniques de prévention de la pollution et de dépollution applicables dans le cadre d'un projet peuvent inclure, sans toutefois s'y limiter, divers degrés de dégradation environnementale et de capacité d'assimilation de l'environnement ainsi que différents niveaux de faisabilité financière et technique.

(FAE) ; à la production de produits semi-finis ; et aux activités de laminage à chaud et à froid. Elles n'abordent pas l'extraction des matières premières ni la transformation supplémentaire des produits semi-finis en produits finis. Les principes directeurs applicables aux fours à chaux qui peuvent être présents dans les aciéries intégrées figurent dans les Directives EHS pour la fabrication du ciment et de la chaux et du ciment. Ce document se compose des sections ci-après :

Section 1.0 - Description et gestion des impacts propres aux activités considérées
Section 2.0 - Indicateurs de performance et suivi des résultats
Section 3.0 - Bibliographie
Annexe A - Description générale des activités

1.0 Description et gestion des impacts propres aux activités considérées

On trouvera dans la section ci-dessous un résumé des problèmes environnementaux, sanitaires et sécuritaires liés à la production d'acier forêts qui surviennent au cours de la phase opérationnelle, ainsi que les recommandations concernant leur gestion. Les recommandations relatives à la gestion des questions communes à la plupart des projets de grande envergure figurent dans les **Directives EHS générales**.

1.1 Environnement

Les questions environnementales liées à la fabrication de l'acier englobent principalement les aspects suivants :

- Émissions atmosphériques
- Déchets solides
- Eaux Usées
- Bruit

Émissions atmosphériques

En plus des émissions atmosphériques associées aux activités de transformation qui sont examinées ci-après, les émissions atmosphériques peuvent également provenir des centrales électriques autonomes alimentées par des sous-produits gazeux (p. ex., gaz des fours à coke, gaz des hauts fourneaux et gaz des convertisseurs à oxygène). Les principes directeurs pour la gestion des émissions dues aux petites sources de combustion d'une capacité à hauteur de 50 mégawatts thermiques (MWth), y compris les directives pour les émissions des gaz de combustion, figurent dans les **Directives EHS générales**. Des conseils à propos des établissements qui ont des capacités de production d'électricité supérieures à 50 MWth sont fournis dans **Directives EHS pour l'énergie thermique**.

Matières particulaires

- Des matières particulaires (MP) peuvent être produites à chaque stade des processus et contenir des concentrations variables d'oxydes minéraux, de métaux (p. ex., de l'arsenic, du cadmium, du mercure, du plomb, du nickel, du chrome, du zinc, du manganèse) et des oxydes métalliques. Les sources englobent les activités de fusion et de raffinage (HF, convertisseur à oxygène, EAF) et les fours de réchauffage (en fonction du type de combustibles utilisé) ; les actions mécaniques (p. ex., ébarbage et broyage) ; et la manipulation des matériaux (p. ex., matières premières, additifs, matériaux recyclés et mis au rebut et sous-produits). Les sources supplémentaires des émissions de matières particulaires englobent le stockage, le transport, le chargement, la cokéfaction, le poussage et la trempe du charbon.

Processus thermiques : Les émissions de matières particulaires peuvent provenir des processus thermiques, y compris la fabrication, le frittage, la pelletisation et la réduction directe du coke.

Les usines de four à coke sont une autre source significative d'émissions de poussières. Des émissions continues de matières particulaires peuvent résulter du processus de

chauffage et s'échapper par la cheminée de combustion. Des émissions intermittentes et fugitives peuvent provenir d'un grand nombre de sources dont les portes des fours et de nivellement, les valves et les gueulards. D'autres émissions peuvent être dues au poussage, à la trempe et au criblage (émissions discontinues) et au traitement des gaz des fours à coke. Les mesures recommandées pour empêcher et maîtriser les émissions de matières particulaires provenant des usines de four à coke englobent les dispositions suivantes[2] :

- L'installation de hottes de collecte pour les batteries de fours à coke ;
- La maintenance et le nettoyage de toutes les sources d'émissions fugitives associées au four à coke (p. ex., chambre du four, les portes du four, les portes de nivellement, les valves et gueulards, et les colonnes montantes des joints des encadrements), qui sont essentiels pour une opération propre et sécuritaire ;
- Une bonne gestion opérationnelle pour que les activités s'effectuent avec régularité afin d'éviter une surutilisation des ressources naturelles, par exemple ;
- L'adoption de techniques de chargement « sans fumée » ;
- L'application du système de refroidissement à sec du coke ;
- La mise en place d'une batterie de fours à coke de non récupération ;
- La réduction de la charge de coke dans le haut fourneau, y compris l'utilisation d'injection de charbon pulvérisé.

Les usines de frittage peuvent générer la quantité la plus significative d'émissions de matières particulaires dans les aciéries intégrées. Les émissions des usines de frittage proviennent principalement des opérations de manipulation des matériaux qui donnent naissance à des matières particulaires en suspension, et des réactions de combustion sur les bandes d'agglomération.[3]

Il convient d'adopter les mesures suivantes pour empêcher et contrôler les émissions de matières particulaires produites par les usines de frittage :

- Procéder à la recirculation partielle ou totale des gaz de combustion dans l'usine de frittage, en fonction de la qualité et la productivité de l'aggloméré ;
- Utiliser des systèmes de précipitateurs électrostatiques générateurs de pulsions, des précipitateurs électrostatiques plus des filtres en tissu, ou recourir au pré-dépoussiérage (précipitateurs électrostatiques ou cyclones), en plus du système de purification par voie humide à haute pression pour le dépoussiérage des gaz de combustion. La présence de poussière fine, principalement constituée d'alkali et de chlorures de plomb, risque de limiter l'efficacité des précipitateurs électrostatiques.

La pelletisation du minerai de fer (alternative au frittage) peut générer des émissions de poussière et de matières particulaires provenant du broyage des matières premières ; de la zone d'allumage de la bande de durcissement ; et des activités de criblage et de manipulation. Les mesures préconisées destinées à empêcher et à contrôler les émissions de matières particulaires produites par la pelletisation sont identiques à celles indiquées précédemment pour les activités de frittage.

Activités de mise en fusion : Les émissions de matières particulaires générées par les usines de hauts fourneaux proviennent des halles de coulée (principalement des particules d'oxyde de fer et du graphite) et du nettoyage des gaz des HF qui s'échappent par la partie supérieure des fourneaux. Parmi

[2] BREF CE (2001) pour la production de fer et d'acier

[3] La granulométrie des MP provenant d'une chaîne de frittage avant réduction est constituée de deux types : PM à particules grossières (environ 100 µm) et PM à particules fines (0,1-1 µm). BREF CE (2001) pour la production de fer et d'acier.

les mesures de prévention et de maîtrise des émissions de matières particulaires causées par les hauts fourneaux, il est recommandé d'utiliser des systèmes de dépoussiérage qui comprennent généralement des épurateurs et des précipitateurs électrostatiques, avant de procéder au recyclage des gaz d'échappement.

Dans la réduction directe (la réduction directe est une voie alternative de production d'acier primaire qui peut réduire l'ensemble des émissions de poussières et d'autres polluants de manière significative), la libération de poussières a les mêmes caractéristiques, tout en étant moindre, que celle des hauts fourneaux.

Les émissions de matières particulaires provenant des convertisseurs à oxygène ont pour origine le pré-traitement du métal chaud (y compris le transfert du métal chaud et les processus de désulfuration et de décrassage) ; les opérations de chargement ; le soufflage d'oxygène pour réduire le niveau de carbone et l'oxydation des impuretés ; et les opérations de piquage.

Les mesures recommandées pour empêcher et contrôler les émissions de matières particulaires produites par les convertisseurs à oxygène sont les suivantes :

- Mise en place de contrôles primaires pour les gaz perdus des convertisseurs à oxygène, y compris des épurateurs venturi avec ou sans techniques de combustion totale ;[4]
- Installation de contrôles secondaires pour capturer les gaz perdus qui s'échappent des convertisseurs à oxygène ;
- Encapsulation des lignes de coulée du métal avec installation d'extracteurs.

Les fours à arc électrique (FAE) génèrent des matières particulaires au cours de la fusion ; des phases d'injection d'oxygène et de décarbonisation (principalement des émissions des gaz d'échappement) ; et du chargement/piquage (émissions secondaires des gaz d'échappement).

Les mesures recommandées pour empêcher et contrôler les émissions de matières particulaires provenant des fours à arc électrique comprennent :

- Le refroidissement rapide des gaz suivi de l'utilisation de filtres à sac. Les filtres à sac peuvent être apprêtés avec des absorbants (p. ex., de la chaux ou du carbone) pour mieux capturer les impuretés volatiles ;
- Utilisation de l'extraction directe des gaz d'échappement et de plafonds filtrants suspendus de type fermé, et nettoyage.

Dans l'aire de coulée (lingots et coulée en continu), les matières particulaires et les métaux proviennent du transfert de l'acier en fusion dans les moules et de la coupe des produits à la longueur voulue en utilisant des chalumeaux oxy-combustible au cours de la coulée en continu. Les systèmes d'échappement doivent être équipés de filtres et d'autres dispositifs de réduction appropriés, en particulier dans les ateliers de fonte, de laminage et de finition, selon les nécessités.

Les filtres à sacs et les précipitateurs électrostatiques sont plus efficaces pour la collecte des particules, tandis que les épurateurs par voie humide permettent également de capturer les composés solubles à l'eau (p. ex., le dioxyde de soufre [SO_2] et les chlorures). Les filtres à sac sont généralement mis en place pour contrôler les émissions qui proviennent de l'atelier de

[4] Les épurateurs venturi peuvent parvenir à une concentration de matières particulaires comprise entre 5 et 10 mg/Nm^3, bien que des concentrations à hauteur de 50 mg/Nm^3 soient également réalisables. Cela correspond à des charges d'émissions de matières particulaires d'1 gramme par tonne (g/t) d'acier liquide. Lors de l'utilisation d'une combustion totale, les émissions de matières particulaires dans l'atmosphère sont de l'ordre de 25 à 100 mg/Nm^3 après traitement, ce qui correspond à des charges d'émissions de matières particulaires pouvant atteindre 180 g/t d'acier liquide. BREF CE (2001) pour la production de fer et d'acier.

mise en fusion. Ils sont souvent précédés par des cyclones qui sont installés pour servir à éliminer les étincelles.[5]

Actions mécaniques : Les activités d'ébarbage et de broyage peuvent générer des émissions de matières particulaires. Les systèmes d'échappement doivent être munis de filtres choisis en fonction des activités concernées.

Manipulation des matières premières : Pour réduire les émissions fugitives de matières particulaires au cours de la manipulation des matériaux, les techniques de prévention et de contrôle suivantes sont recommandées :

- Conserver les matériaux de réserve à l'intérieur ou les recouvrir ou, s'il est indispensable de les stocker à l'extérieur, utiliser un système de vaporisation d'eau (pas d'eau de mer, voir la section « Chlorures » ci-après), des agents anti-poussière, des brise-vent et d'autres techniques de gestion des matériaux stockés ;
- Concevoir un agencement simple et linéaire pour les opérations de manipulation des matériaux, afin d'éviter d'avoir plusieurs points de transfert ;
- Maximiser l'utilisation des silos fermés pour stocker la poudre en vrac ;
- Abriter les points de transfert des convoyeurs à l'intérieur de systèmes de dépoussiérage ;
- Nettoyer les parties de retour des bandes transporteuses des convoyeurs pour enlever la poussière volante / qui s'y serait déposée ;
- Mettre en application des procédures de maintenance routinière des installations de l'usine et de bon entretien ménager pour limiter au maximum les fuites et déversements de petite envergure ;
- Mettre en œuvre des pratiques appropriées pour le chargement et le déchargement.

Les émissions fugitives de poussière de charbon sont particulièrement préoccupantes. Parmi les mesures de prévention et de contrôle des émissions de poussière de charbon fugitives au cours du transfert, du stockage et de la préparation du charbon, il convient de :

- Minimiser la hauteur de déchargement du charbon sur la pile de stockage ;
- Utiliser des systèmes de vaporisation à l'eau et des revêtements en polymère pour réduire la formation de poussière fugitive en provenance du stockage du charbon (p. ex., sur les matériaux stockés) ;
- Employer des filtres à sac ou un autre dispositif de contrôle des particules pour les émissions de poussière de charbon produites par les activités d'écrasement/de calibrage ;
- Mettre en place des dépoussiéreurs à tubes cyclones suivis d'épurateurs venturi de lavage à l'eau sur les séchoirs thermiques ;
- Installer des dépoussiéreurs à tubes cyclones suivis d'une filtration sur tissu pour les activités et le matériel pneumatique liés au nettoyage du charbon ;
- Utiliser des convoyeurs munis d'enceinte et de systèmes d'extraction et de filtration pour empêcher les émissions de poussière aux points de transfert des convoyeurs ;
- Rationaliser les systèmes de transport pour minimiser la production et le transport de poussières sur le site.

Oxydes d'azote

- Les émissions d'oxyde d'azote (NO_X) sont causées par la température des hauts fourneaux et l'oxydation de l'azote. Les émissions de NO_X sont associées aux opérations de frittage[6] ; aux opérations de pelletisation dans l'usine ; à la

[5] L'adoption de précipitateurs électrostatiques ou/et de cyclones, comme prétraitements, et de filtres à sacs peut généralement permettre d'atteindre des niveaux d'émissions allant de 10 à 20 mg/Nm^3.

[6] BREF CE (2001) pour la production de fer et d'acier

combustion du carburant pour le chauffage des fours à coke, y compris la combustion des gaz de four à coke recyclés ; aux cowpers (réchauffeurs d'air) et régénérateurs de hauts fourneaux ; à l'utilisation des gaz de transformation ou d'une température élevée de combustion de l'air dans les fours de réchauffage ou de recuit ; d'autres sources comprennent, sans s'y limiter, diverses solutions de décapage aux acides.

Les techniques à caractère général recommandées pour empêcher et maîtriser la production de NO_x figurent dans les **Directives EHS générales**. Les autres techniques préconisées pour la prévention et le contrôle des émissions de NO_X dans le cadre des activités liées à l'acier consistent à :

- Faire recirculer les gaz résiduaires ;
- Utiliser des batteries de fours équipés de systèmes d'approvisionnement en air multi-étapes ;
- Adopter le système de combustion supprimée dans les convertisseurs à oxygène.

Dioxyde de soufre

Les émissions de dioxyde de soufre (SO_2) sont principalement associées à la combustion des composés du soufre présents dans les matières premières utilisées pour le frittage, principalement introduits par le biais du poussier de coke[7]. Les émissions de SO_2 peuvent également être produites par le processus de durcissement au cours de la pelletisation, et provenir du chauffage du four à coke.[8] Le niveau des émissions de SO_2 dans les gaz résiduaires des fours de réchauffage et de recuit dépend de la teneur en soufre du combustible disponible.

Les techniques générales recommandées en matière de prévention et de contrôle des émissions de SO_2 sont présentées dans les **Directives EHS générales**. Les autres techniques spécifiques destinées à empêcher et maîtriser les émissions de SO_2 sont énumérées ci-après :

- Choisir des matériaux à faible teneur en soufre pour les charges d'alimentation ;
- Minimiser la teneur en soufre du combustible ;
- Ajouter des absorbants comme de la chaux hydratée [$Ca(OH)_2$], de l'oxyde de calcium (CaO), ou des cendres volantes qui ont une teneur élevée en CaO que l'on injecte dans les orifices de sortie des gaz d'échappement avant la filtration ;
- Mettre en place des dispositifs d'épuration des gaz par voie humide dans le cadre de systèmes de récupération et de dépoussiérage prévus à cet effet ;
- Procéder à l'injection d'un épurateur par voie humide consistant en un mélange en suspension épaisse contenant du carbonate de calcium ($CaCO_3$), CaO, ou $Ca(OH)_2$ [9];
- Utiliser un épurateur par voie sèche, si nécessaire[10].

Monoxyde de carbone

Les sources de monoxyde de carbone (CO) englobent les gaz résiduaires des bandes de frittage, des fours à coke, des convertisseurs à oxygène, des hauts fourneaux et des fours à arc électrique. Le CO est produit par l'oxydation du coke dans les processus de mise en fusion et de réduction, et par l'oxydation des électrodes en graphite et du carbone provenant des bains de métaux au cours des phases de mise en fusion et de raffinage dans les fours à arc électrique. Parmi les techniques de prévention et de contrôle recommandées pour réduire les émissions de CO, on peut citer :

[7] BREF CE (2001) pour la production de fer et d'acier

[8] Le niveau des émissions de SO_2 est lié à la teneur en soufre du combustible (gaz enrichi de haut-fourneau ou gaz de four à coke) et la teneur en soufre du gaz de four à coke dépend de la performance, en matière de désulfuration, de l'usine de traitement des gaz des fours à coke.

[9] Cette technique peut généralement atteindre une efficacité d'élimination du SO_2 allant jusqu'à 90 %. Sa mise en application permet également de réduire le chlorure d'hydrogène (HCl), le fluorure d'hydrogène (HF), l'ammoniaque (NH3), et les émissions métalliques.

[10] Cette technique est plus chère et, par conséquent, moins fréquente que les épurateurs par voie humide.

- Le captage intégral des effluents gazeux des fours à coke, des hauts fourneaux et des convertisseurs à oxygène ;
- Le recyclage des gaz qui contiennent du CO ;
- L'utilisation des pratiques de laitier mousseux dans le procédé du four à arc électrique.

Chlorures et fluorures

Les chlorures et les fluorures sont présents dans les minerais et ont tendance à former de l'acide fluorhydrique (HF), de l'acide chlorhydrique (HCl) et des chlorures alcalins au cours des processus de frittage et de pelletisation. L'acide fluorhydrique et l'acide chlorhydrique peuvent provenir des effluents gazeux dans le cadre du procédé du four à arc électrique, en fonction de la qualité des ferrailles chargées. Les émissions de chlorure d'hydrogène ont pour origine les lignes de décapage (type HCl), et requièrent l'utilisation de systèmes de récupération de l'acide chlorhydrique. Il est recommandé d'utiliser les techniques de prévention et de contrôle de la pollution suivantes :

- Utiliser des techniques de dépoussiérage par voie sèche ou de lavage par voie humide ; en général, ces techniques sont également mises en place pour lutter contre les émissions de matières particulaires et d'oxyde de soufre respectivement ;
- Contrôler l'apport de chlore véhiculé par les matières premières en sélectionnant les matériaux en conséquence ;
- Éviter d'asperger de l'eau de mer ;
- Si le chlore doit être banni du système, les fines particules de poussière issues des filtres et riches en chlore ne doivent pas être recyclées comme matériau de charge pour le frittage (bien qu'il soit généralement souhaitable de recycler tous les résidus de transformation qui contiennent du fer).

COV et HAP organiques

Les composés organiques volatils (COV) et les hydrocarbures aromatiques polynucléaires (HAP) peuvent être émis à différents stades de la production d'acier et peuvent provenir, entre autres : des effluents gazeux résultant des processus de frittage et de pelletisation en raison de l'huile qui pénètre dans les matériaux de charge utilisés pour ces processus (principalement par l'addition de battitures) ; des fours à coke, des activités de trempage et des usines des sous-produits ; et des fours à arc électrique, en particulier lorsque du charbon est ajouté pour servir de « nid » dans les paniers de ferrailles. Des hydrocarbures aromatiques polynucléaires peuvent être également présents dans les ferrailles chargées dans les fours à arc électrique, mais peuvent aussi se former au cours des activités liées au procédé FAE[11]. En outre, les opérations de laminage à froid (laminoir en tandem) peuvent produire des hydrocarbures et des émissions de brumes huileuses.

Les techniques de prévention et de contrôle préconisées en matière d'émissions de COV consistent à adopter les mesures de transformation intégrées indiquées ci-après :

- Prétraiter les battitures, en utilisant des pratiques comme le lavage sous pression, pour réduire la teneur en huile ;
- Optimiser les pratiques opérationnelles, en particulier les contrôles de la combustion et de la température ;
- Minimiser l'apport d'huile véhiculé par la poussière et les battitures, en utilisant des techniques de « bon entretien ménager » dans les laminoirs ;
- Utiliser des systèmes avancés de récupération et de désembuage des émissions (p. ex., des filtres à sac à revêtement);
- Faire recirculer les effluents gazeux ;
- Traiter les effluents gazeux capturés en ayant recours à la post combustion, au lavage chimique ou à la biofiltration.

[11] BREF CE (2001) pour la production de fer et d'acier

Dioxines et furannes

Les usines de frittage sont une source potentielle significative d'émissions de dibenzo-p-dioxines et de dibenzofurannes polychlorés (dioxines et furannes ou PCDD/F). Les PCDD/F peuvent être produits si des ions de chlorure, des composés chlorés, du carbone organique, des catalyseurs, de l'oxygène, et certains niveaux de température existent simultanément dans le processus métallurgique. En outre, la teneur élevée en huile des battitures peut provoquer des émissions plus élevées de PCDD/F. Les effluents gazeux dans les fours à arc électrique constituent une autre source potentielle d'émissions de PCDD/F. La présence éventuelle de polychlorobiphényles (PCB), de PVC et d'autres matières organiques dans les charges de ferrailles (ferrailles déchiquetées provenant principalement d'un matériel usagé) risque d'être préoccupante, en raison de son potentiel élevé de formation de PCDD/F.[12]

Les techniques recommandées pour empêcher et contrôler les émissions de PCDD/F consistent à :

- Faire recirculer les gaz résiduaires, ce qui peut réduire les émissions de polluants et la quantité de gaz à traiter en bout de chaîne ;
- Agglomérer les matériaux d'alimentation fins (p. ex., les poussières) ;
- Dans les usines de frittage : minimiser l'apport de chlore dans les lits ; utiliser des additions comme de la chaux calcinée ; et contrôler la teneur en huile des battitures (<1 %) ;
- Exclure les fines particules de poussière de filtre, riches en chlore, des matériaux recyclés qui servent d'alimentation pour le frittage ;
- Utiliser des ferrailles propres pour la mise en fusion ;
- Procéder à la post combustion des effluents gazeux des fours à arc électriques pour atteindre des températures supérieures à 1 200°C, et maximiser le temps de séjour à cette température. Le processus doit s'achever par une trempe rapide afin de minimiser le temps passé dans la fenêtre de température favorable à la reformation de dioxines ;
- Injecter de l'oxygène pour assurer une combustion intégrale ;
- Injecter des additifs en poudre (p. ex., des charbons actifs) dans les flux gazeux pour adsorber les dioxines avant le dépoussiérage par filtration (suivi d'un traitement pour déchets dangereux) ;
- Mettre en place des filtres en tissu avec des systèmes d'oxydation catalytiques.

Métaux

Des métaux lourds peuvent être présents dans les fumées des effluents gazeux qui résultent des processus thermiques. La quantité d'émissions métalliques est différente selon le type de processus employé et la composition des matières premières (minerai de fer et ferrailles). Les particules qui proviennent des usines de frittage, des hauts fourneaux, des convertisseurs à oxygène et des fours à arc électrique peuvent contenir du zinc (qui a le facteur d'émission le plus élevé dans les FAE, en particulier si des ferrailles d'acier galvanisé sont utilisées) ; du cadmium ; du plomb ; du nickel ; du mercure ; du manganèse; et du chrome.[13]

Les émissions de particules métalliques doivent être maîtrisées en faisant appel à des techniques de dépoussiérage de haute efficacité appliquées au contrôle des émissions de particules, comme indiqué précédemment. Les émissions métalliques gazeuses sont généralement contrôlées par un processus de refroidissement des gaz suivi par l'utilisation de filtres à sac.

[12] Ibid.

[13] BREF CE (2001) pour la production de fer et d'acier ; BREF CE (2001) pour le secteur de la transformation des métaux ferreux

Gaz à effet de serre (GES)

Les installations de production d'acier consomment énormément d'énergie et peuvent émettre des quantités significatives de bioxyde de carbone (CO_2). Les émissions de gaz à effet de serre provenant des aciéries intégrées sont principalement générées par la combustion des combustibles fossiles comme le charbon pour l'énergie (chaleur), la réduction du minerai, la production d'électricité et l'utilisation de chaux comme intrant. La valeur moyenne de l'intensité de bioxyde de carbone dans cette branche d'activité est estimée à 0,4 t C/t d'acier brut. En plus des informations indiquées ci-après, propres à cette branche d'activités, les **Directives EHS générales** contiennent des recommandations en matière d'efficacité énergétique et de gestion des gaz à effet de serre.

Les mesures suivantes font partie des techniques de prévention et de contrôle des émissions de bioxyde de carbone (CO_2) préconisées :

- Minimiser la consommation d'énergie et accroître l'efficacité énergétique en prenant des mesures primaires qui comprennent, sans s'y limiter, les dispositions suivantes :
- Isolation adéquate des surfaces pour limiter la dispersion de la chaleur ;
- Contrôle du rapport air/combustible pour réduire les flux de gaz ;
- Mise en application de systèmes de récupération de la chaleur ;
- Utilisation des gaz résiduaires par le biais d'échangeurs de chaleur pour récupérer l'énergie thermique gazeuse, et en tant que gaz de combustion pour produire de l'eau et de l'air chauds, et/ou de la vapeur et de l'énergie ;
- Mettre en œuvre des bonnes pratiques pour la combustion, comme l'enrichissement à l'oxygène ou le préchauffage de l'air soufflé et le contrôle automatique des paramètres de combustion ;
- Préchauffer les ferrailles propres ;
- Réduire la consommation de carburant pour le chauffage et le traitement thermique, en utilisant les gaz de récupération et/ou en assurant un contrôle efficient de la combustion ;
- Choisir un combustible avec un rapport de carbone plus faible par rapport à la valeur calorifique, comme le gaz naturel (CH_4). Les émissions de CO_2 issues de la combustion de CH_4 représentent approximativement 60 % des émissions qui ont pour origine le charbon ou le coke de pétrole ;
- Récupérer l'énergie partout où cela est possible, utiliser tous les gaz de transformation (p. ex., les gaz des fours à coke, les gaz des hauts fourneaux, les gaz des convertisseurs à oxygène) et mettre en place des turbines de récupération de la pression des gaz en amont dans les hauts fourneaux ;
- Optimiser la logistique de stockage intermédiaire pour permettre un taux maximum de chargement chaud, de chargement direct ou de laminage direct, réduisant ainsi les besoins de réchauffage ;
- Utiliser les processus de coulée de grande précision dimensionnelle et de coulée de brames minces, dans la mesure du possible.

Déchets solides et sous-produits

La plupart des déchets résiduaires qui proviennent des usines intégrées de fer et d'acier sont recyclés pour conférer une valeur ajoutée à divers types de sous-produits, au laitier, aux battitures et aux poussières. Les matériaux mis au rebut peuvent englober le laitier des hauts fourneaux ; des poussières fines et des boues générées par le nettoyage des gaz de haut fourneau ; des poussières fines issues du nettoyage des convertisseurs à oxygène ; quelques battitures des

convertisseurs à oxygène ; des chlorures hautement alcalins et des chlorures de métaux lourds qui ont pour origine le dernier champ des précipitateurs électrostatiques ; et le traitement des effluents gazeux des bandes de frittage peut également produire des déchets.

Le goudron et les autres composés organiques (p. ex., le BTX) récupérés à partir des gaz des fours à coke dans les usines de de traitement desdits gaz doivent être gérés de manière à éviter les fuites ou émissions accidentelles, conformément aux principes directeurs relatifs au stockage des matériaux dangereux qui figurent dans les **Directives EHS générales**, et recyclés dans le cadre du processus de fabrication du coke[14] ou vendus pour être utilisés dans d'autres activités industrielles. Des conseils supplémentaires sur la gestion des déchets solides et dangereux sont fournis dans **les Directives EHS générales.**

Laitier

Les résidus de laitier peuvent être vendus en tant que sous produits (p. ex., le laitier des hauts fourneaux ou des fours à arc électrique peut être utilisé en ingénierie civile, pour la construction des routes et dans l'industrie du ciment). Les fours à arc électrique produisent une quantité significative de laitier. Là où la réutilisation du laitier des FAE n'est pas possible en raison de considérations financières ou techniques, il doit être éliminé, avec les poussières résultant du traitement des effluents gazeux, dans une décharge aménagée en tenant compte des caractéristiques du laitier et des poussières. Les conditions géologiques locales doivent être également prises en considération lors du choix de l'emplacement des crassiers.

Déchets métalliques

Les déchets métalliques et les sous-produits en provenance des opérations de laminage et de finition (p. ex., décriquage des battitures/copeaux, poussières de décriquage, écailles de laminage, boues du traitement de l'eau et des battitures, boues de broyage et huiles/graisses) doivent être réutilisés dans le processus. Certains sous produits (p. ex., les boues huileuses des battitures et de concassage produites par les usines de traitement de l'eau) doivent être conditionnés antérieurement au recyclage interne, pour réduire par exemple la teneur en huile et en fonction des exigences des processus. Les métaux qui proviennent des poussières des filtres, du laitier, et des métaux mis au rebut doivent être récupérés et recyclés pour servir de matériau d'alimentation au frittage.

Acides

- Les boues de régénération des acides de décapage peuvent être recyclées dans les usines d'acier (fours à arc électrique et hauts fourneaux) ou transformées pour produire des oxydes de fer. L'oxyde de fer issu de la régénération de l'acide chlorhydrique peut être utilisé dans plusieurs industries comme intrant de haute qualité (p. ex., production de matériaux ferromagnétiques, de poudre de fer, ou de matériaux de construction, de pigments, de verre et de céramique)[15].

Traitement des boues

Les boues occasionnées lors du traitement des eaux usées peuvent contenir des métaux lourds (p. ex., du chrome, du plomb, du zinc et du nickel) et de l'huile et de la graisse. Une partie des boues en provenance du traitement des eaux usées peut être recyclée de manière interne ou bien éliminée dans des décharges spéciales. La réutilisation des boues peut nécessiter une phase de prétraitement qui consiste généralement en des processus de pressurage, de séchage et de granulation.

[14] Les déchets de transformation dangereux qui contiennent des matières organiques doivent être recyclés dans les fours à coke.

[15] BREF EC (2001) pour le secteur de la transformation des métaux ferreux

Mise hors service des déchets

La mise hors service des déchets dans les installations de production d'acier peut englober les matériaux d'isolation contenant de l'amiante, ainsi que les sols et eaux souterraines contaminés par des aires comme les lieux de stockage des matériaux de réserve, les emplacements des fours à coke et des usines de traitement des gaz desdits fours. Les **Directives EHS générales** fournissent des principes directeurs liés à la gestion des matériaux mis au rebut, aux activités de mise hors service et aux sols contaminés.

Eaux Usées

- Les effluents caractéristiques de cette branche d'activité comprennent les eaux de refroidissement, les eaux de pluie, les eaux de rinçage, et plusieurs flux en provenance de divers processus. Les eaux de refroidissement sont normalement recyclées à l'intérieur du procédé. Les eaux de rinçage peuvent contenir des solides en suspension, des poussières, de l'huile de graissage, et d'autres polluants en fonction des processus.

Les mesures recommandées pour empêcher la génération d'effluents en provenance des activités liées aux eaux de refroidissement et de rinçage consistent à :

- Préparer un programme de recyclage à l'échelon de l'usine toute entière pour maximiser une utilisation efficace des eaux. Généralement, plus de 95 % des eaux peuvent être recyclés ;
- Utiliser des techniques de dépoussiérage du matériel et des locaux de l'usine par voie sèche, dans la mesure du possible, et collecter et traiter les eaux de rinçage avant de les rejeter ou de les réutiliser ;
- Capturer les déversements et les fuites (p. ex., en utilisant des puits sécuritaires et des systèmes de drainage).

Eaux usées industrielles de transformation

Les usines de fours à coke, les processus de laminage et les usines de décapage sont à l'origine des effluents issus des activités de transformation.

Usines de fours à coke : Les flux d'effluents générés dans les usines de fours à coke englobent les eaux en provenance des séparateurs goudron/eau (constituées par la vapeur d'eau qui se forme au cours du processus de cokéfaction et les eaux de condensat utilisées dans les refroidisseurs et pour nettoyer les gaz des fours à coke) ; les eaux produites par le système de désulfuration oxydative par voie humide ; et les eaux issues du système de refroidissement fermé.

Les effluents qui proviennent des séparateurs goudron/eau contiennent des concentrations élevées d'ammoniaque. Ces effluents doivent être traités par un stripage à l'ammoniaque, et les flux qui en résultent contiennent diverses substances organiques (comme les phénols) et des composés inorganiques (comme de l'ammoniaque et des cyanures). Les phénols doivent être soumis à un traitement biologique qui leur est propre dans les usines de coke.

Dans certains cas, les eaux peuvent recevoir des émissions générées par les opérations de refroidissement du coke par voie humide. L'eau de trempe en excès doit être récupérée et utilisée pour la trempe suivante.

Les effluents qui résultent des processus de désulfuration oxydative par voie humide peuvent contenir des solides en suspension (y compris des métaux lourds), des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des composés du soufre, et des fluorures/chlorures, en fonction des systèmes de dépoussiérage mis en place. Ce flux d'effluents peut avoir un effet adverse sur le traitement biologique des eaux usées. Les eaux de refroidissement des gaz indirects sont remises en circulation et n'ont pas d'influence sur la quantité d'eaux usées.

Dans le cas du refroidissement des gaz directs, les eaux de refroidissement doivent être considérées comme des liqueurs de lavage et finalement drainées en utilisant un alambic.[16]

Processus de laminage : Les effluents produits par les activités de retrait des battitures contiennent des solides en suspension et de l'huile émulsifiée, en plus des battitures grossières. Pour traiter ces effluents, on utilise un bassin de sédimentation au fond duquel les solides, principalement des oxydes de fer, peuvent se déposer, tandis que les polluants huileux qui flottent à la surface sont retirés en utilisant des écumoires et rejetés dans des bassins de collecte. Les eaux de refroidissement des processus de laminage doivent être récupérées et traitées avant d'être réutilisées.

Usines de décapage : Les usines de décapage génèrent trois types d'effluents provenant des activités de transformation : les eaux de rinçage, les bains de décapage usés, et d'autres eaux usées (p. ex., les eaux en provenance des absorbeurs d'émanations des systèmes d'évacuation des réservoirs de décapage et les eaux de nettoyage des usines qui sont évacuées). Le plus grand volume d'eaux usées provient du rinçage, tandis que la charge de contamination la plus significative résulte des échanges continus ou discontinus des bains de décapage[17].

Les techniques de prévention recommandées qui s'appliquent aux effluents des usines de décapage comportent les mesures suivantes :

- Mettre en place des unités de collecte et de recyclage des acides ;
- Réduire le volume d'effluents et minimiser la charge en contaminants des flux de déchets, en optimisant le processus de décapage ;
- Mettre en œuvre des systèmes en cascade à contre-courant et, dans certains cas, recycler les rejets des eaux de rinçage du décapage acide en les acheminant vers les usines de régénération des acides.

Traitement des eaux usées de transformation

Les techniques destinées à traiter les eaux usées industrielles de transformation dans le secteur d'activité concerné englobent la séparation à la source et le prétraitement des flux d'eaux usées pour i) réduire l'ammoniaque en utilisant l'élimination par l'air, ii) réduire les substances organiques toxiques, comme les phénols, en utilisant le traitement biologique et iii) réduire les métaux lourds en utilisant la précipitation chimique, la coagulation et la floculation, etc. Les stades de traitement des eaux usées comprennent généralement l'utilisation de séparateurs huile/eau ou le flottage à air dissous pour séparer les huiles et les solides flottables ; la filtration pour isoler les solides filtrables ; l'équilibrage des flux et des charges ; la sédimentation pour minimiser les solides en suspension en utilisant des clarificateurs ; la déshydratation et l'élimination des résidus dans les décharges de déchets dangereux appropriées. Des contrôles d'ingénierie supplémentaires peuvent être nécessaires pour i) procéder à une élimination poussée des métaux en utilisant une filtration sur membrane ou d'autres technologies de traitement physique/chimique, ii) retirer les substances organiques récalcitrantes en utilisant du charbon actif ou l'oxydation chimique avancée, et iv) diminuer la toxicité des effluents en utilisant une technologie adéquate (comme l'osmose inversée, l'échange d'ions, le charbon actif, etc.). Les méthodes de traitement des eaux usées comprennent généralement la coagulation/floculation/précipitation en utilisant de la chaux ou de l'hydroxyde de sodium ; la correction/neutralisation du pH ; la sédimentation/filtration/flottaison et la séparation de l'huile ; et

[16] BREF CE (2001) pour la production de fer et d'acier
[17] BREF CE (2001) pour le secteur de la transformation des métaux ferreux

les charbons actifs.[18] Les **Directives EHS générales** décrivent des principes directeurs supplémentaires en matière de techniques de gestion des eaux usées.

La gestion des eaux industrielles est traitée dans les **Directives EHS générales**, qui présentent des exemples de modes de traitement. En ayant recours à ces technologies et en suivant les bonnes pratiques en matière de gestion des eaux usées, les installations devraient satisfaire aux directives pour les valeurs des décharges des eaux usées portées dans le tableau pertinent de la section 2 du document pour cette branche d'activité.

Autres eaux usées et consommation d'eau

- Les directives sur la gestion des eaux usées non contaminées provenant des équipements sanitaires, des eaux de pluies non contaminées, et des eaux d'égout sont présentées dans les **Directives EHS générales**. Les écoulements d'eau contaminée doivent être acheminés de manière à passer par le système de traitement des eaux usées industrielles. Les eaux de pluie contaminées peuvent provenir des aires de stockage du charbon, du coke et d'autres matériaux.[19] Les sols qui entourent les aires de stockage en plein air du charbon risquent de subir les effets des lixiviats extrêmement acides qui contiennent des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et des métaux lourds. Les recommandations pour cette branche d'activité sont indiquées ci-après :

- Stocker les ferrailles et les autres matériaux (p. ex., le coke et le charbon) en les couvrant et/ou dans une zone protégée pour limiter la contamination des eaux de pluie et récupérer le drainage ;
- Paver les aires de transformation, séparer les eaux de pluie contaminées des eaux de pluie non contaminées, et mettre en application des procédures de contrôle des déversements. Acheminer les eaux de pluie des aires de transformation dans les unités de traitement des eaux usées ;
- Concevoir des systèmes de collecte des lixiviats et des emplacements d'installations de stockage du charbon de manière à éviter les impacts sur les sols et les ressources en eau. Les aires de stockage des réserves de charbon doivent être pavées pour isoler les eaux de pluie potentiellement contaminées qui doivent être prétraitées et traitées dans les unités de traitement des eaux usées.

Des recommandations pour réduire la consommation d'eau, en particulier dans les sites où les ressources naturelles en eau sont limitées, sont fournies dans les **Directives EHS générales**.

Bruit

Les usines intégrées de fabrication d'acier sont bruyantes, et le bruit est causé par diverses sources parmi lesquelles on peut citer : la manutention des ferrailles et des produits ; les ventilateurs des gaz résiduaires et des sous-produits gazeux ; le refroidissement des processus et les ventilateurs de triage ; le matériel rotatif en général ; les systèmes de dépoussiérage ; le chargement des fours ; les processus de mise en fusion dans les fours à arc électrique ; les brûleurs de combustibles ; les activités de découpe ; les unités de déroulement des tiges métalliques ; et les systèmes de transport et de ventilation. Pour réduire, empêcher et maîtriser les bruits, il est conseillé de :

- Enfermer les bâtiments de transformation et/ou isoler les structures ;
- Couvrir et fermer les aires de stockage et de manutention des ferrailles et des tôles/brames ;
- Renfermer les ventilateurs, isoler les tuyaux de ventilation et utiliser des amortisseurs ;

[18] IPPC UE Document de référence (BREF) sur les MTD dans le secteur de la transformation des métaux ferreux
[19] BREF CE (2001) pour la production de fer et d'acier

- Adopter des pratiques de moussage du laitier dans les fours à arc électrique ;
- Limiter la manipulation et le transport des ferrailles au cours de la nuit, là où cela est nécessaire.

Les mesures de réduction du bruit doivent permettre d'atteindre les niveaux de bruit ambiant indiqués dans les **Directives EHS générales.**

1.2 Hygiène et sécurité au travail

La plupart des problèmes d'hygiène et de sécurité au travail qui se posent pendant la construction, l'exploitation, l'entretien et le déclassement des ouvrages de distribution d'électricité sont similaires à ceux auxquels sont confrontées les grandes installations industrielles, et la façon de les prévenir et de les maîtriser est examinée dans les **Directives EHS générales**.

En outre, les questions suivantes en matière d'hygiène et de sécurité au travail sont directement liées aux activités de fabrication d'acier:

- Risques corporels
- Chaleur et liquides chauds
- Rayonnement
- Risques respiratoires
- Risques chimiques
- Risques électriques
- Bruit
- Piégeage
- Incendies et explosions

Risques corporels

Les recommandations pour la prévention et le contrôle des risques physiques généraux sont énoncées dans les **Directives EHS générales**. Les risques physiques propres à cette branche d'activité sont examinés ci-après.

Les risques physiques potentiels que représentent les opérations effectuées dans les aciéries intégrées sont liés à la manipulation des matières premières et des produits de grande dimension et lourds (p. ex., le chargement des hauts fourneaux et des fours à arc électrique, le stockage et le mouvement des billettes et des brames épais, et le mouvement des grandes poches de coulée contenant du fer et de l'acier liquide) ; au matériel lourd de transport mécanique (p. ex., les trains, les camions et les chariots élévateurs à fourche) ; aux activités de broyage et de découpage (p. ex., le contact avec les matériaux de ferraille éjectés des machines-outils) ; aux processus de laminage (p. ex., collision, écrasement de matériaux de laminage et processus à vive allure) ; et le travail en hauteur (p. ex., les plateformes, les échelles et les escaliers).

Charges lourdes/broyage et découpage/laminage

Le fait de soulever et de déplacer des charges lourdes à des hauteurs élevées en utilisant des plateformes hydrauliques et des grues représente un risque significatif en matière de sécurité au travail dans les aciéries. Il est recommandé d'adopter les dispositions suivantes pour prévenir et maîtriser les blessures auxquelles les travailleurs risquent d'être exposés :

- Signalisation claire dans tous les couloirs de transport et les aires de travail ;
- Conception et agencement appropriés des installations pour éviter l'entrecroisement des diverses activités et des processus ;
- Mise en application de procédures spécifiques pour la manipulation et le levage des charges, notamment :
    - Description de la charge à lever (dimensions, poids, position du centre de gravité) ;

  - Spécifications de la grue de levage devant être utilisée (charge de levage maximale, dimensions) ;
  - Formation adéquate du personnel portant sur l'utilisation du matériel de levage et la conduite des dispositifs de transport mécanique ;
- L'aire opérationnelle du matériel fixe de manutention (p. ex., les grues, les plateformes élevées) ne doit pas empiéter sur les espaces situés au-dessus des aires de travail et de pré-assemblage ;
- La manipulation des matériaux et des produits doit être uniquement effectuée à l'intérieur de zones interdites et supervisées ;
- Le matériel de levage et de transport et les dispositifs électriques doivent être entretenus et réparés régulièrement.

Pour empêcher et maîtriser les blessures liées aux activités de broyage et de découpage et à l'utilisation des ferrailles, il convient de :

- Positionner les machines-outils à une distance sécuritaire des autres aires de travail et des lieux de passage ;
- Inspecter et réparer régulièrement les machines-outils, en particulier les écrans de protection et les dispositifs/l'équipement de sécurité ;
- Fournir au personnel la formation nécessaire lui permettant d'utiliser les machines-outils correctement et d'employer un équipement de protection individuel (EPI) approprié.

La prévention et le contrôle des risques associés aux processus et activités de laminage consistent à :

- Prévoir des grilles autour des structures et des écrans de protection là où les matériaux laminés pourraient s'échapper accidentellement des guides de roulement ;
- Prévoir des barrières le long des plaques de transfert avec des grilles autobloquantes qui ne s'ouvrent que lorsque les machines ne sont pas utilisées.

Chaleur et liquides chauds

Les températures élevées et le rayonnement infrarouge (IR) direct sont des risques courants dans les aciéries intégrées. Les températures élevées peuvent causer de la fatigue et de la déshydratation. Le rayonnement infrarouge direct présente également un risque pour la vue. Le contact potentiel avec du métal chaud ou de l'eau chaude peut être causé par la zone de refroidissement par arrosage des produits moulés en coulée continue, les éclaboussures de métal fondu, et les surfaces chaudes. Les mesures préconisées pour empêcher et contrôler l'exposition à la chaleur et aux liquides/matériaux chauds sont indiquées ci-après :

- Placer des écrans de protection sur les surfaces où un contact étroit avec du matériel chaud ou des éclaboussures de matériaux chauds sont anticipés (p. ex., dans les usines de fours à coke, les hauts fourneaux, les fours à arc électrique, la coulée continue et les fours de chauffage dans les laminoirs, et les poches de coulée) ;
- Mettre en œuvre des zones tampon de sécurité pour séparer les aires dans lesquelles les matériaux et articles chauds (p. ex., les billettes, les brames épais ou les poches de coulée) sont manipulés ou stockés temporairement. Des barrières doivent être mises en place autour de ces espaces, avec des grilles autobloquantes pour contrôler l'accès à ces endroits pendant les opérations ;
- Utiliser un équipement de protection individuel (EPI) approprié (p. ex., des gants et des chaussures isolantes, des lunettes de protection contre le rayonnement infrarouge, et des vêtements de protection contre la radiation de chaleur et les éclaboussures d'acier liquide) ;

- Installer des systèmes de ventilation pour contrôler les températures extrêmes ;
- Prévoir des rotations dans l'organisation du travail, en fournissant des pauses régulières et l'accès à des lieux de repos frais et à de l'eau potable.

Rayonnement

Il est généralement nécessaire de contrôler les rayons gamma émis par le matériel et les produits des aciéries au cours des opérations pour déterminer la composition et l'intégrité de l'acier. Les techniques suivantes peuvent être utilisées pour limiter le risque d'exposition des travailleurs :

- Le contrôle des rayons gamma doit s'effectuer à l'intérieur d'une aire contrôlée et interdite, en utilisant un collimateur blindé. Aucune autre activité ne doit être effectuée à l'endroit où les tests sont réalisés ;
- Tous les intrants de ferrailles doivent être testés pour connaître leur radioactivité avant de les utiliser comme matériaux d'alimentation ;
- Si la zone de contrôle est proche des limites de l'usine, il faut envisager de recourir à des contrôles ultrasoniques comme alternative aux techniques utilisant les rayons gamma ;
- Le matériel employé pour réaliser les essais doit être entretenu et réparé régulièrement, y compris les écrans de protection.

Risques respiratoires

Matériaux isolants

L'amiante et d'autres fibres minérales ont été largement utilisés dans les anciennes usines et risquent de représenter un risque dû à l'inhalation de substances cancérigènes. Les pratiques de gestion recommandées comportent les mesures suivantes :

- Faire établir par des professionnels diplômés une étude de l'ensemble de l'usine et un plan de gestion pour les matériaux d'isolation contenant de l'amiante ;
- Les matériaux endommagés ou friables doivent être réparés ou retirés, tandis que d'autres matériaux peuvent faire l'objet d'activités de suivi et être gérés in-situ. Seuls les entrepreneurs et le personnel ayant reçu la formation nécessaire et diplômés doivent être autorisés à manipuler les matériaux d'isolation qui sont supposés contenir de l'amiante ou tout autre matériau dangereux. Ils doivent également respecter les procédures avalisées à l'échelon international pour la réparation ou le retrait desdits matériaux ;
- Éviter d'utiliser de l'amiante dans les installations qui sont nouvelles ou remises en état ;
- Une feuille de polyéthylène basse densité (PEBD) doit être placée sous l'article à isoler (p. ex., un tube ou un récipient) et sous l'ensemble du matériau d'isolation destiné à être déposé en couches, pour éviter que les fibres ne contaminent les surfaces.

Poussière et gaz

La poussière générée dans les aciéries intégrées se compose de poussières de fer et de poussières métalliques, principalement présentes dans les hauts fourneaux, les convertisseurs à oxygène, les fours à arc électrique, les bâtiments de coulée continue, et les usines de pelletisation et de frittage ; ladite poussière comporte également des poussières minérales qui se trouvent essentiellement dans les aires de stockage des matières premières, les hauts fourneaux et les usines de fours à coke.

Dans le cadre des poussières de fer et des poussières métalliques, les ouvriers risquent d'être exposés aux poussières d'oxyde de fer et de silice qui peuvent être contaminées par des métaux lourds comme le chrome (Cr), le nickel (Ni), le plomb (Pb), le manganèse (Mn), le zinc (Zn), et le mercure (Hg). Les

poussières les plus significatives sont les poussières présentes dans les processus de mise en fusion et de coulée (p. ex., hauts fourneaux, convertisseurs à oxygène, coulée continue) : ces poussières, générées par les opérations à haute température, sont plus fines et donc plus facilement inhalées que dans les processus de laminage. Dans le cadre du stockage des matières premières, des usines de hauts-fourneaux et de fours à coke, les travailleurs sont exposés à des poussières minérales qui peuvent renfermer des métaux lourds. En outre, le piquage des hauts fourneaux provoque la libération de particules de graphite.

Dans les processus de mise en fusion et de coulée qui impliquent des opérations à température élevée, les travailleurs sont susceptibles d'être exposés aux risques d'inhalation de gaz pouvant contenir des métaux lourds. Dans les usines de hauts fourneaux, de convertisseurs à oxygène et de fours à coke, les travailleurs courent le risque d'inhaler du monoxyde de carbone. Dans les usines des fours à coke, les oxydes de soufre et les composées organiques volatils (COV) représentent des risques d'inhalation supplémentaires. Dans les usines de raffinage des gaz des fours à coke, la présence d'ammoniaque, d'hydrocarbures aromatiques, de naphtaline et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) peut constituer d'autres risques d'inhalation.

Il est recommandé d'adopter les mesures suivantes pour éviter l'exposition au gaz et à la poussière :

- Les sources de poussière et de gaz doivent être isolées et renfermées ;
- La ventilation de l'installation doit être conçue de manière à maximiser la circulation de l'air. L'air évacué doit être filtré avant d'être relâché dans l'atmosphère ;
- Un système de ventilation aspirante doit être installé aux sources ponctuelles significatives d'émissions de poussières et de gaz, en particulier dans la partie supérieure des hauts fourneaux et au niveau des convertisseurs à oxygène ou des fours à arc électrique ;
- Prévoir des cabines étanches comportant un système de climatisation muni de filtres à air si la présence d'opérateurs des aires contaminées est indispensable ;
- Mettre à disposition des espaces de restauration qui permettent de se laver avant la prise de repas ;
- Aménager des installations qui permettent de séparer les vêtements de travail des vêtements personnels et de se laver/se doucher après le travail ;
- Mettre en application une politique de contrôle sanitaire périodique.

Des procédures de contrôle des risques respiratoires doivent être mises en place lorsque l'exposition ne peut pas être évitée par d'autres moyens, comme dans le cas de la recharge des fours à coke ; des opérations manuelles impliquant le broyage ou l'utilisation de machines-outils dépourvues d'enceintes ; et d'activités spécifiques de maintenance et de réparation. Les recommandations en matière de protection respiratoire consistent à :

- Utiliser des respirateurs à filtres lors de l'exposition aux poussières lourdes (p. ex., pour les travaux d'ébarbage) ;
- Pour les poussières légères, métalliques et les gaz, des respirateurs alimentés en air frais doivent être utilisés. Sinon, un masque à gaz recouvrant tout le visage (ou un casque « à surpression ») peut être employé, équipé d'une ventilation électrique ;
- Pour l'exposition au monoxyde de carbone (CO), un matériel de détection doit être installé pour alerter les salles de contrôle et le personnel local. En cas d'intervention d'urgence dans les aires qui ont des niveaux élevés de CO, les travailleurs doivent disposer de détecteurs de CO portables, et de respirateurs alimentés en air frais.

Risques chimiques

En plus des risques d'inhalation examinés précédemment, les travailleurs des aciéries intégrées peuvent être exposés à des risques liés au contact et à l'ingestion de substances chimiques, en particulier dans les usines des fours à coke et les raffineries des gaz des fours à coke en raison de la présence de naphtaline, de composés d'huile lourde et d'hydrocarbures aromatiques. Les mesures préconisées pour empêcher le contact ou l'ingestion de substances chimiques figurent dans les **Directives EHS générales**.

Risques électriques

Les travailleurs peuvent être exposés à des risques électriques en raison de l'omniprésence de matériel électrique de grande puissance dans les aciéries intégrées. Les **Directives EHS générales** fournissent des indications relatives à la prévention des risques corporels associés à l'électricité et à la maîtrise de ces risques.

Bruit

La manipulation des matières premières et des produits (p. ex., les minerais, les déchets de métaux, les tôles et les barres), ainsi que les processus de production eux-mêmes (p. ex., les hauts-fourneaux, les convertisseurs à oxygène, les fours à arc électrique, la coulée continue, le laminage, etc.) peuvent générer des niveaux de bruit excessifs. Les mesures recommandées pour empêcher et maîtriser les émissions de bruit sont fournies dans les **Directives EHS générales**.

Piégeage

Le piégeage peut se produire dans les aires de stockage et, en particulier, pendant les opérations de maintenance (p. ex., à l'intérieur des grandes trémies contenant des matières minérales). Parmi les mesures permettant d'éviter les ensevelissements, on peut citer les dispositions suivantes :

- Veiller à installer des murs de confinement adéquats pour les dépôts de matières minérales ;
- Assurer l'existence de distances entre les dépôts et les voies de passage ;
- Élaborer et adopter des procédures de sécurité spécifiques pour les activités qui se déroulent à l'intérieur des trémies (p. ex., des systèmes de vérification/des procédures pour arrêter la courroie de remplissage et fermer les trous de remplissage) ;
- Fournir la formation nécessaire au personnel sur la manière d'édifier des dépôts stables et la nécessité de respecter les procédures.

Explosions et incendies

La manipulation de métal liquide peut donner lieu à des explosions qui causent des fuites de coulée et des brûlures, en particulier si de l'humidité est coincée dans des espaces fermés. Les autres risques englobent les incendies qui peuvent être provoqués par le métal en fusion et la présence de carburant liquide et d'autres produits chimiques inflammables. Les techniques indiquées ci-après sont recommandées pour empêcher et maîtriser les risques d'explosion et d'incendie :

- Assurer que les matériaux sont entièrement secs avant de les mettre en contact avec du fer et de l'acier chauds ;
- Agencer les installations de manière à permettre que les gaz inflammables, les conduites d'oxygène et les matériaux et liquides de combustion soient séparés de manière adéquate des aires chaudes et des sources d'ignition (p. ex., panneaux électriques) ;
- Protéger les gaz inflammables, les conduites d'oxygène et les matériaux de combustion au cours des activités de maintenance à « haute température » ;
- Concevoir le matériel électrique de manière à éviter les risques d'incendie dans chaque partie de l'usine (p. ex., la conception en matière de tension/d'ampères et le degré d'isolation des câbles ; la protection des câbles contre

l'exposition aux liquides chauds ; l'utilisation de types de câbles qui minimisent la propagation des incendies) ;

- Des principes directeurs sur les mesures et interventions d'urgence sont donnés dans les **Directives EHS générales**.

Le charbon est susceptible de se consumer spontanément en raison du réchauffement qui se produit au cours de l'oxydation naturelle des nouvelles surfaces de charbon[20, 21]. La poussière de charbon est combustible et représente un risque d'explosion dans les installations de manutention du charbon associées aux aciéries intégrées. Les techniques recommandées pour empêcher et maîtriser les risques d'explosion dus à la poussière des dépôts de charbon englobent les dispositions suivantes :

- Les temps de stockage du charbon doivent être minimisés ;
- Les piles de charbon ne doivent pas être placées au-dessus des conduites de vapeur et des bouches d'égoût
- Les installations couvertes qui servent à stocker le charbon doivent être fabriquées en matériaux non combustibles ;
- Les structures de stockage doivent être conçues de manière à minimiser les surfaces sur lesquelles la poussière de charbon peut se déposer, et des systèmes de dépoussiérage doivent être prévus ;
- Les sources d'ignition doivent être maintenues à un strict minimum, en assurant que le matériel possède une mise à la terre appropriée afin de minimiser les risques d'électricité statique. Toutes les machines et le matériel électrique qui se trouvent à l'intérieur de l'aire ou de la structure de stockage doivent être approuvés pour leur utilisation dans des endroits dangereux et équipés de moteurs anti-étincelants.

[20] NFPA 850: Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants and High Voltage Direct Current Converter Stations (2000 Edition).
[21] NFPA 120: Standard for Fire Prevention and Control in Coal Mines (2004 Edition).

1.3 Santé et sécurité de la population

Les questions relatives à la santé et à la sécurité de la population pendant la construction, l'exploitation et le démantèlement des aciéries intégrées sont similaires à celles de la plupart des établissements industriels et sont examinées dans les **Directives EHS générales** qui préconisent également des mesures de gestion pour les prévenir et les maîtriser.

2.0 Indicateurs de performance et suivi des résultats

2.1 Environnement

Directives pour les émissions et les effluents

Les tableaux 1 et 2 présentent les directives pour les émissions et les effluents dans cette branche d'activité. Les valeurs indiquées pour les émissions et les effluents industriels dans cette branche d'activité correspondent aux bonnes pratiques internationales dans ce domaine, telles qu'exprimées par les normes pertinentes des pays qui ont des cadres réglementaires reconnus. Ces directives sont réalisables, dans le cadre de conditions d'exploitation normales, dans les établissements conçus et exploités de manière appropriée qui appliquent les techniques de prévention et de contrôle de la pollution examinées dans les sections précédentes de ce document.

Les directives concernant les émissions s'appliquent aux émissions industrielles. Les directives concernant les émissions produites par les opérations de combustion associées aux activités de cogénération de centrales ayant une puissance installée ne dépassant pas 50 MWth figurent dans les **Directives EHS générales** ; les émissions des centrales électriques de plus grande taille sont présentées dans les directives EHS pour l'électricité thermique. Des informations sur les conditions ambiantes basées sur la charge totale des émissions sont présentées dans les **Directives EHS générales**.

Les valeurs de référence relatives aux effluents s'appliquent aux effluents traités directement rejetés dans les eaux de surface destinées à un usage général. Des niveaux de rejet propres à chaque site peuvent être définis en fonction des conditions d'utilisation des systèmes publics de collecte et de traitement des eaux d'égout, le cas échéant, ou, dans le cas des effluents rejetés directement dans les eaux de surface, sur la base de la classification des usages des ressources en eau décrites dans les **Directives EHS générales**. Les valeurs indiquées au tableau 1 doivent être relevées, pour des effluents non dilués, pendant au moins 95 % du temps d'exploitation de l'usine ou de l'unité considérée, calculé sur la base du nombre annuel d'heures d'exploitation. Tout écart par rapport à ces valeurs limites qui tiendrait à des conditions locales propres au projet considéré doit être justifié dans l'évaluation environnementale.

Suivi des impacts environnementaux

Des programmes de suivi des impacts environnementaux dans cette branche d'activité doivent être mis en place de manière à couvrir toutes les activités qui peuvent avoir des impacts environnementaux importants dans des conditions normales ou anormales d'exploitation. Les activités de suivi des impacts environnementaux doivent être basées sur des indicateurs directs ou indirects d'émissions, d'effluents, et d'utilisation des ressources applicables au projet considéré.

Les activités de suivi doivent être suffisamment fréquentes pour fournir des données représentatives sur les paramètres considérés. Elles doivent être menées par des personnes ayant reçu la formation nécessaire à cet effet, suivant des procédures de suivi et de tenue des statistiques et utilisant des instruments bien calibrés et entretenus. Les données produites par les activités de suivi doivent être analysées et examinées à intervalles réguliers et comparées aux normes d'exploitation afin de permettre l'adoption de toute mesure corrective nécessaire. De plus amples informations sur les méthodes d'échantillonnage et d'analyse des émissions et des effluents applicables figurent dans les **Directives EHS générales**.

Utilisation des ressources et émissions/génération de déchets

Le tableau 3 fournit des exemples d'indicateurs de consommation des ressources en matière d'énergie et d'eau

Tableau 1. Niveaux des émissions atmosphériques pour les aciéries intégrées[c]

Polluant	Unité	Valeur donnée dans les directives
Matières particulaires	mg/Nm³	20-50[a]
Nuage d'huile	mg/Nm³	15
NOX	mg/Nm3	500 750 (four à coke)
SO2	mg/Nm3	500
COV	mg/Nm3	20
PCDD/F	ng TEQ/ Nm³	0,1
Monoxyde de carbone (CO)	mg/Nm³	100 (EAF) 300 (four à coke)
Chrome (Cr)	mg/Nm³	4
Cadmium (Cd)	mg/Nm³	0,2
Plomb (Pb)	mg/Nm³	2
Nickel (Ni)	mg/Nm³	2
Chlorure d'hydrogène (HCl)	mg/Nm³	10
Fluorure	mg/Nm³	5
Fluorure d'hydrogène (HF)	mg/Nm³	10
H_2S	mg/Nm³	5
Ammoniac	mg/Nm³	30
Benzo(a)pyrène	mg/Nm³	0,1
Fumées de goudron[b]	mg/Nm³	5

Notes :

[a] Valeur plus faible en la présence de métaux toxiques

[b] Fumées de goudron mesurées en tant que matière organique extractible par un solvant de l'ensemble de la matière récupérée par le filtre à membrane

[c] Conditions de référence pour les limites. Pour les gaz brûlés : milieu sec, température 273K (0°C), pression 101,3 kPa (1 atmosphère), teneur en oxygène 3 % en milieu sec pour les combustibles liquides et gazeux, 6 % en milieu sec pour les combustibles solides. Pour les gaz non brûlés : pas de correction pour la teneur en vapeur d'eau ou en oxygène, température 273K (0°C), pression 101,3 kPa (1 atmosphère).

dans la branche d'activité concernée, et le tableau 4 présente des exemples d'indicateurs de génération d'émissions et de déchets. Les valeurs de référence utilisées dans l'industrie des pesticides sont indiquées uniquement à des fins de comparaison. Les projets industriels doivent s'efforcer d'améliorer systématiquement leurs performances dans ces domaines.

Tableau 2. Niveaux des effluents pour les aciéries intégrées

Polluant	Unité	Valeur donnée dans les directives
ph	-	6-9
MES	mg/L	35
Huile et graisse	mg/L	10
Augmentation de température	C	<3a
DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGÈNE (DCO)	mg/L	250
Phénol	mg/L	0,5
Cadmium	mg/L	0,01
Chrome (total)	mg/L	0,5
Chrome (hexavalent)	mg/L	0,1
Cuivre	mg/L	0,5
Plomb	mg/L	0,2
Étain	mg/L	2
Mercure	mg/L	0,01
Nickel	mg/L	0,5
Zinc	mg/L	2
Cyanures (libres)	mg/L	0,1
Cyanures (totaux)	mg/L	0,5
Azote total	mg/L	30
Ammoniaque	mg/L (en tant que N)	5
Phosphore total	mg/L	2
Fluorure	mg/L (as F)	5
Sulfures	mg/L	0,1
Fer	mg/L	5
HAP	mg/L	0,05
Toxicité	À déterminer au cas par cas	

[a] À la limite d'une zone de mélange établie scientifiquement qui tient compte de la qualité de l'eau ambiante, de l'utilisation des eaux réceptrices, des récepteurs potentiels et de la capacité d'assimilation

Tableau 3. Ressources et consommation d'énergie(1)

Intrants par unité de produit	Unité de charge massique	Référence pour cette branche d'activité					
		Aggloméré	Four à coke	Haut Fourneau	Convertisseur à oxygène	Four à arc électrique	Laminage
Électricité, directe	MJ/t produit	90-120	20-170	270-370	40-120	1250-1800	70-140 kWh/t
Carburant	MJ/t produit	60-200	3,200-3,900	1,050-2,700	20-55	-	1,100-2,200
Eau (douce, saumâtre ou de mer)	m^3/t produit	0,01-0,35	1-10	1-50	0,5-5	3	1-15

Sources :
1. Commission européenne, IPPC, « Document BREF pour la production de fer et d'acier » et « Document de référence sur les MTD dans le secteur de la transformation des métaux ferreux » Décembre 2001
2. UK Environmental Agency. 2001, 2002. Technical Guidance Notes. IPPC S2.01, S2.04. Benchmark values.

2.2 Hygiène et sécurité au travail

Directives sur l'hygiène et la sécurité au travail

Les résultats obtenus dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité au travail doivent être évalués par rapport aux valeurs limites d'exposition professionnelle publiées à l'échelle internationale, comme les directives sur les valeurs limites d'exposition (TLV®) et les indices d'exposition à des agents biologiques (BEIs®) publiés par American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)[22], *Pocket Guide to Chemical Hazards* publié par United States National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH)[23], les valeurs plafonds autorisées (PEL) publiées par Occupational Safety and Health Administration of the United States (OSHA)[24], les valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif

[22] Consulter: http://www.acgih.org/TLV/ et http://www.acgih.org/store/
[23] Consulter: http://www.cdc.gov/niosh/npg/
[24] Consulter : http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992

publiées par les États membres de l'Union européenne [25], ou d'autres sources similaires.

Fréquence des accidents mortels et non mortels

Il faut s'efforcer de ramener à zéro le nombre d'accidents du travail dont peuvent être victimes les travailleurs (employés et sous-traitants) dans le cadre d'un projet, en particulier les accidents qui peuvent entraîner des jours de travail perdus, des lésions d'une gravité plus ou moins grande, ou qui peuvent être mortels. Il est possible de comparer les chiffres enregistrés pour les installations des projets à ceux des pays développés opérant dans la même branche d'activité. Ces chiffres sont présentés dans des publications statistiques (par exemple US Bureau of Labor Statistics et UK Health and Safety Executive)[26].

Suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail

Il est nécessaire d'assurer le suivi des risques professionnels posés par les conditions de travail dans le cadre du projet considéré. Ces activités doivent être conçues et poursuivies par des experts agréés[27] dans le contexte d'un programme de suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail. Les installations doivent par ailleurs tenir un registre des accidents du travail, des maladies, des évènements dangereux et autres incidents. De plus amples informations sur les programmes de suivi de l'hygiène et de la sécurité au travail sont données dans les **Directives EHS générales**.

Tableau 4. Génération d'émissions/de déchets

Extrants par unité de produit	Unité	Référence de l'industrie					
Émissions (1) (2)		Aggloméré	Four à coke	Haut Fourneau	Convertisseur à oxygène	Four à arc électrique	Laminage
Matières part iculaires	Kg/T produit	0,04-0,4	0,05-3,5	0,005	0,2	0,02	0,002-0,040
CO	Kg/T produit	12-40	0,40-4,5	0,8-1,75	1,5-8	0,75-4	0,005-0,85
NOX	Kg/T produit	0,4-0,65	0,45-0,7	0,01-0,6	-	0,12-0,25	0,08-0,35
COV	Kg/T produit	0,15	0,12-0,25	-	-	-	-
PCDD/F	µgI-TEQ/T produit	1-10	--	-	-	0,07-9	-
Déchets(1)		Aggloméré	Four à coke	Haut Fourneau	Convertisseur à oxygène	Four à arc électrique	Laminage
Déchets solides	Kg/T produit	0,9-15	-	200-300	85-110	110-180	70-150
Boues	Kg/T produit	0,3	-	3-5	-	-	-
Eaux usées	m^3/ T produit	0,06	0,3-0,4	0,1-3	-	-	0,8-15

Sources :
1. Commission européenne, IPPC, « Document BREF pour la production de fer et d'acier » et « Document de référence sur les MTD dans le secteur de la transformation des métaux ferreux » Décembre 2001
2. UK Environmental Agency. 2001, 2002. Technical Guidance Notes. IPPC S2.01, S2.04. Benchmark values.

[25] Consulter: http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/
[26] Consulter: http://www.bls.gov/iif/ et http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm
[27] Les experts agréés peuvent être des hygiénistes industriels diplômés, des hygiénistes du travail diplômés, des professionnels de la sécurité brevetés ou tout titulaire de qualifications équivalentes.

3.0 Bibliographie et sources d'information supplémentaires

Australian Government Department of the Environment and Heritage. 1999. NPI National Pollutant Inventory. Emission Estimation Technique Manual for Iron and Steel Production. Canberra: Environment Australia. Disponible à http://www.npi.gov.au/handbooks/approved_handbooks/pubs/fironste.pdf

Commission européenne. 2001. European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). Reference (BREF) Document on Best Available Techniques (BAT) on the Production of Iron and Steel. Séville: EIPPCB.

Commission européenne. 2001. European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). Reference (BREF) Document on Best Available Techniques (BAT) in the Ferrous Metal Processing Industry. Séville: EIPPCB.

Environnement Canada. 2002. National Office of Pollution Prevention (NOPP). Environmental Code of Practice for Integrated Steel Mills. Section 4 Recommended Environmental Protection Practices. EPS 1/MM/7 – March 2001. Ottawa, ON: Environnement Canada. Disponible à http://www.ec.gc.ca/nopp/docs/cp/1mm7/en/cov.cfm

German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)). 2002. First General Administrative Regulation Pertaining the Federal Immission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft). Berlin: BMU. Disponible à http://www.bmu.de/english/air_pollution_control/ta_luft/doc/36958.php

German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. 2004. Promulgation of the New Version of the Ordinance on Requirements for the Discharge of Waste Water into Waters (Waste Water Ordinance - AbwV) of 17. June 2004. Berlin: BMU. Disponible à http://www.bmu.de/english/water_management/downloads/doc/3381.php

Helsinki Commission (Helcom). 2003. Reduction of Emissions and Discharges from the Iron and Steel Industry. Recommendation 24/4. Helsinki: Helcom. Disponible à http://www.helcom.fi/Recommendations/en_GB/rec24_4/

Irish Environmental Protection Agency (EPA). 1996. BATNEEC Guidance Note for Forges, Drawing Plants and Rolling Mills and For Pressing, Drawing and Stamping of Large Castings (Draft 3). Classes 3.2 & 3.8. Draft 3. Dublin: EPA. Disponible à http://www.epa.ie/Licensing/BATGuidanceNotes/

Irish EPA. BATNEEC Guidance Note for Production of Iron or Steel. Class 3.1. Draft 2. Dublin: EPA. Disponible à http://www.epa.ie/Licensing/BATGuidanceNotes/

Italian Interministerial Commission. 2006. Produzione e Trasformazione dei Metalli Ferrosi, Linee Guida per le BAT (Production and Manufacturing of Iron - Best Available Techniques Guidelines, Draft). Rome.

Organisation internationale du travail (OIT). 2005. Safety and Health in the Iron and Steel Industry. ILO Codes of Practice (2nd edition). Genève: OIT. Disponible à http://www.ilo.org/public/english/support/publ/textoh.htm

Parcom. 1992. Recommendation 92/3 Concerning Limitation of Pollution from New Secondary Steel Production and Rolling Mills. Paris: OSPAR.

Paris Commission (Parcom; now OSPARCOM). 1992. Recommendation 92/2 Concerning Limitation of Pollution from New Primary Iron and Steel Production Installations. Paris: OSPAR.

UK Department for Environment Her Majesty's Inspectorate of Pollution (HMIP). 1995. Processes Subject to Integrated Pollution Control. S2 1.06: Carbonisation Processes: Coke Manufacture. Londres HMSO.

UK Environmental Agency. 2002. IPPC S2.03. Technical Guidance for Non-Ferrous Metals and the Production of Carbon and Graphite Sector. Version 1: January 2002. Bristol: Environmental Agency. Disponible à http://www.environment-agency.gov.uk/business/444304/444369/673298/?version=1&lang=_e

UK Environmental Agency. 2004. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). S2.01: Guidance for the Production of Coke, Iron and Steel. Issue 1: June 2004. Bristol: Environment Agency. Disponible à http://www.environment-agency.gov.uk/business/444304/444369/673298/?version=1&lang=_e

UK Environmental Agency. 2004. IPPC S2.04. Guidance for the Hot Rolling of Ferrous Metals and Associated Activity Sector. Issue 1: February 2004. Bristol: Environmental Agency. Disponible à http://www.environment-agency.gov.uk/business/444304/444369/673298/?version=1&lang=_e

United Kingdom (UK) Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). 2004. Secretary's State Guidance for Iron Steel and Non-Ferrous Metal Process. Process Guidance Note 2/4 (04). Londres : DEFRA. Disponible à http://www.defra.gov.uk/environment/airquality/lapc/pgnotes/pdf/pg2-04.pdf

United States (US) Environmental Protection Agency (EPA). 1983. 40CFR Part 60. Subpart AAa—Standards of Performance for Steel Plants: Electric Arc Furnaces and Argon-Oxygen Decarburization Vessels Constructed After August 17, 1983. Washington : US EPA.

University of Karlsruhe, French-German Institute for Environmental Research. 1997. Report on Best Available Techniques (BAT) in the Electric Steelmaking Industry. Karlsruhe: University of Karlsruhe. Disponible à http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2488.pdf

US EPA. 1999. 40CFR Part 63: National Register Environmental Protection. Subpart CCC: National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Steel Pickling – HCl Process Facilities and Hydrochloric Acid Regeneration Plants. Washington: EPA.

US EPA. 1983. 40CFR Part 60. Subpart Na—Standards of Performance for Secondary Emissions from Basic Oxygen Process Steelmaking Facilities for Which Construction is Commenced After January 20, 1983. Washington : US EPA.

US EPA. 1995. Office of Compliance. Sector Notebook Project Profile of the Iron and Steel Industry. EPA/310-R-95-005. Washington : US EPA. Disponible à http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/ironstlpt1.pdf

US EPA. 1995. Technology Transfer Network. Clearinghouse for Inventories and Emissions Factors & AP 42. Volume 1, Fifth Edition. Chapter 12: Metallurgical Industry. Washington : US EPA. Disponible à http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/

US EPA. 2002. 40CFR Part 420. Iron and Steel Manufacturing Point Source Category. Washington : US EPA.

US EPA. 2003. 40CFR Part 63: National Register Environmental Protection. National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Integrated Iron and

Steel Manufacturing. 20 mai 2003. Washington : US EPA. Disponible à: http://www.epa.gov/ttn/atw/iisteel/fr20my03.pdf

US EPA. 2003. 40CFR Part 63: National Register Environmental Protection. National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Coke Ovens: Pushing, Quenching and Battery Stacks. Final Rule. 14 avril 2003. Washington : US EPA.. Disponible à: http://www.epa.gov/ttn/oarpg/t3/fr_notices/copqbs_fr.pdf

US EPA. 2005. 40CFR 63: National Register Environmental Protection Agency: National Emission Standards for Coke Oven Batteries. 15 avril 2005. Washington US EPA. Disponible à: http://epa.gov/ttncaaa1/t3/fr_notices/15318cokeovenfin.pdf

US National Fire Protection Association (NFPA). 2000. NFPA 850: Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants and High Voltage Direct Current Converter Stations, 2000 Edition. Quincy, MA: NFPA. Disponible à http://www.nfpa.org/aboutthecodes/list_of_codes_and_standards.asp

US NFPA. 2004. NFPA 120: Standard for Fire Prevention and Control in Coal Mines, 2004 Edition. Quincy, MA: NFPA. Disponible à http://www.nfpa.org/aboutthecodes/list_of_codes_and_standards.asp

Annexe A - Description générale des activités

Les principales méthodes utilisées pour la production d'acier et de fer englobent les hauts-fourneaux/convertisseurs à oxygène (aciéries intégrées), la mise en fusion directe des ferrailles ou de la fonte en gueuse (four à arc électrique) et la méthode moins souvent utilisée du procédé de réduction directe du fer. Les activités des aciéries intégrées sont complexes et impliquent des flux de matériaux et de processus entre diverses unités de production, y compris les usines de frittage et de pelletisation, les usines de fours à coke, les hauts-fourneaux (HF), les convertisseurs à oxygène, et la coulée continue. L'acier coulé est ensuite laminé (froid et/ou chaud) pour fabriquer les produits finis.

Usine de frittage[28]

La préparation physique et métallurgique du minerai de charge permet d'améliorer la perméabilité et la réductibilité. Préalablement à l'opération de frittage, les matières premières sont mélangées et des matériaux de flux peuvent être également ajoutés. Le mélange de minerai obtenu est ensuite transféré des silos utilisés pour les activités de préparation aux cuves de stockage. Le poussier de coke (coke de petit calibre dont les particules mesurent moins de 5 mm) est le carburant le plus souvent utilisé pour le processus de frittage. Le mélange de minerai et le poussier de coke sont malaxés et mouillés pour favoriser la formation de micro billes, ce qui améliore la perméabilité lors de l'installation sur le lit de frittage.

L'usine de frittage comporte essentiellement un grand tamis roulant en fonte qui résiste à la chaleur. Le matériau destiné au frittage est déposé en couche pour former un lit d'une profondeur de 400 à 600 mm - bien que des lits moins profonds soient fréquents dans les usines plus anciennes - qui est placé au-dessus d'une fine couche de matériau fritté recyclé. Cette couche du fond protège le tamis de la chaleur directe du mélange brûlant. Le tamis passe sous une série de brûleurs à gaz qui enflamment le poussier de coke dans le mélange, ce qui provoque un processus de courant descendant dans toute la longueur du lit de frittage. Au fur et à mesure que le mélange fritté s'engage dans le tamis, la surface en combustion pénètre à l'intérieur du mélange. Cela génère suffisamment de chaleur (1 300-1 480°C) pour agglomérer ensembles les particules fines et produire un mâchefer poreux que l'on appelle aggloméré. Les gaz de combustion sont traités pour retirer les poussières avant d'être relâchés dans l'atmosphère. L'aggloméré produit est ensuite écrasé et passé au crible afin d'obtenir la dimension adéquate pour la charge d'alimentation du haut-fourneau.

Usine de pelletisation[29]

La pelletisation est un autre processus utilisé pour préparer les matières premières d'oxyde de fer destinées à la fabrication primaire de fer et d'acier. Des billes sont constituées à partir des matières premières (fines et additifs inférieurs à 0,05 mm) sous forme de sphères de 9 à 16 mm, en utilisant des températures élevées, généralement sur le site de la mine ou au port d'expédition.

Le processus de pelletisation consiste à broyer et à sécher ou déshydrater, à bouleter et à durcir. Préalablement à la pelletisation, le minerai est écrasé et broyé pour obtenir les propriétés nécessaires permettant de former des boulettes. La teneur en humidité est ajustée à un taux compris entre 8 et 9 %. La charge de boulettes est mélangée avec des additifs, puis transformée en des boules (vertes) de 9 à 16 mm qui sont ensuite chauffées à environ 1 250 °C (durcissement) au cours d'un processus d'oxydation et de frittage pour obtenir des boulettes à haute résistance. Le stade du durcissement s'achève par le refroidissement à l'air des boulettes. Les boulettes brisées ou trop petites sont généralement recyclées.

[28] BREF CE (2001) pour la production de fer et d'acier

[29] BREF CE (2001) pour la production de fer et d'acier

Fabrication du coke

Les aciéries intégrées qui fabriquent de l'acier en réduisant le minerai de fer dans des hauts fourneaux doivent être approvisionnées régulièrement en coke. La principale fonction du coke est de réduire chimiquement l'oxyde de fer en fer dans les hauts fourneaux. Le coke agit en tant que carburant, fournit un support physique, et permet aux gaz de se déplacer librement dans les fours. La fabrication du coke est donc étroitement liée aux aciéries intégrées qui utilisent du minerai de fer. Le coke est produit par pyrolyse (p. ex., chauffage en l'absence d'air) en utilisant du charbon de qualité adéquate. Dans le processus de fabrication du coke, du charbon bitumineux est chargé dans une série de fours (batteries), étanches et chauffés à des températures élevées, en l'absence d'oxygène. L'opération comprend les stades suivants : chargement du charbon, chauffage/mise à feu des chambres, cokéfaction, poussage du coke et extinction du coke.[30]

Les chambres individuelles des fours à coke sont séparées par des murs chauffants. Les murs chauffants comprennent un certain nombre de carneaux de chauffage équipés de buses pour l'alimentation en carburant et d'une ou plusieurs boîtes d'entrée d'air. Généralement, les gaz nettoyés des fours à coke servent de combustible, mais d'autres gaz comme les gaz (enrichis) des hauts fourneaux peuvent être également utilisés. Les régénérateurs sont situés sous les fours, pour permettre de chauffer l'air de combustion et les gaz combustibles en utilisant les gaz d'échappement et d'améliorer le rendement énergétique.

Le processus de carbonisation commence immédiatement après le chargement du charbon. Les composés organiques volatils (COV) sont éliminés du charbon et forment les gaz des fours à coke. Le carbone solide qui reste dans les fours constitue le coke. En fonction de la largeur des fours et des conditions de chauffage, le processus de cokéfaction dure approximativement entre 14 et 24 heures. Un poussoir est utilisé pour évacuer le coke à l'extérieur du four dans un conteneur. Le conteneur transporte le coke chaud vers une tour de trempe dans laquelle il est refroidi par le biais d'une extinction par voie sèche qui consiste à faire circuler un gaz inerte (azote).[31] Si une extinction par voie humide est utilisée (généralement dans les unités plus anciennes), des effluents aqueux traités (sans phénol) doivent alors être utilisés.

Le processus englobe également le traitement des sous-produits que sont les gaz des fours à coke pour enlever le goudron, l'ammoniaque (généralement récupéré en tant que sulfate d'ammonium), le phénol, la naphtaline, le BTX, l'huile légère et le soufre, avant que les gaz des fours à coke puissent être utilisés comme combustible pour chauffer les fours ou servir à d'autres besoins de l'usine.

Pour réduire les impacts environnementaux provenant de la production de coke, il faut éviter de produire du « green push » (charbon qui n'est pas entièrement carbonisé) et les charbons qui ont une faible teneur en soufre ou sont désulfurés (lavés) sont préférables. Dans le cadre du processus de cokéfaction, les gaz et le goudron doivent être collectés et récupérés et subir un nettoyage au gaz de bioxyde de soufre (SO_2), en particulier en cas d'utilisation de charbons à forte teneur en soufre.

Hauts fourneaux (HF)

Un haut fourneau (HF) est un système fermé dans lequel les matières premières entrent par la partie supérieure, tandis que les produits (fer fondu et laitier) sont extraits de la partie inférieure (le creuset). Le mélange de matières premières contenant des matériaux ferrifères (débris de minerai de fer, aggloméré et/ou pellets) et des additifs (scorificateur comme le calcaire) est appelé la « charge ». La charge et le coke sont

[30] BREF CE (2001) pour la production de fer et d'acier

[31] Ibid.

introduits dans la partie supérieure du haut fourneau, par le biais d'un système de chargement étanche pour empêcher que les gaz du four ne s'échappent. La charge solide se déplace vers le bas, à contre-courant d'un flux ascendant de gaz de réduction chauds. Les gaz de réduction chauds proviennent de fours chauds, et ils sont nécessaires pour transférer la chaleur à la charge solide afin d'augmenter la température pour qu'une réaction se produise. Les gaz des hauts fourneaux qui ont une valeur calorifique résiduelle sont extraits de la partie supérieure des hauts fourneaux pour être traités et utilisés.[32]

On procède régulièrement au piquage des hauts fourneaux pour enlever la fonte en gueuse fondue et le laitier des creusets. À cet effet, un trou de coulée est ouvert dans la paroi latérale du creuset. Le métal coulé a une température comprise approximativement entre 1 440 et 1 500 °C. Dans les hauts fourneaux modernes, la fonte en gueuse et le laitier sont extraits ensembles (généralement, le laitier commence à s'écouler après le métal chaud). Le laitier et la fonte en gueuse des fours s'écoulent le long de chenaux de coulée réfractaires ou à basse teneur en ciment couverts et ils sont ensuite séparés au niveau de l'écrémoir dans la chambre de coulée, à la suite de quoi chacun est dirigé vers un chenal séparé. La fonte en gueuse fondue est versée dans des poches de coulée ou des wagons torpilles. Le laitier coule dans des chenaux vers une usine de granulation ou une fosse ouverte. À la fin du cycle de coulée, le trou de coulée est fermé en injectant une masse à boucher composée d'argile résistante à la chaleur, en utilisant un « pistolet à argile ».[33]

Les émissions des hauts fourneaux interviennent principalement au cours des opérations de piquage et sont essentiellement composées de particules d'oxyde de fer et de graphite. Ces particules sont généralement maîtrisées par le biais de hottes de captation positionnées localement à l'intérieur des chambres de coulée, et les émissions sont dirigées vers des filtres en tissu. Des quantités variables de sulfure d'hydrogène et de SO_2 sont émises et sont dues aux activités de refroidissement et de traitement du laitier. Des émissions fugitives, dont des oxydes de fer et des lamelles de graphite, se produisent au cours du transport du métal chaud vers les ateliers de coulée de l'acier. Les poussières et les boues collectées issues du système de nettoyage des gaz peuvent être recyclées en les acheminant vers les usines de frittage ou dirigées vers un site d'élimination des déchets solides.

Les effluents d'eaux usées résultent du nettoyage des gaz des hauts fourneaux, du refroidissement du laitier et des opérations de transformation. On les fait recirculer et les courants restants sont traités pour retirer les solides, les métaux et l'huile avant de les rejeter. Le laitier est le principal sous-produit solide. Il peut être transformé de diverses manières, y compris la granulation et la pelletisation, ou il peut être refroidi par une trempe, écrasé et passé au crible. Le laitier est vendu en tant que sous-produit, principalement aux industries du ciment et de la construction.

Convertisseurs à oxygène[34]

Les processus des convertisseurs à oxygène et des fours à arc électrique (FAE) englobent les méthodes généralement employées pour convertir la fonte en gueuse produite par les hauts fourneaux en acier. L'injection d'oxygène permet d'oxyder les impuretés indésirables contenues dans la charge d'alimentation métallique. Les principaux éléments convertis en oxydes sont le carbone, la silicone, le manganèse, le phosphore et le soufre. L'oxydation réduit la teneur en carbone jusqu'à un niveau spécifié (d'environ 4 % à moins de 1 %, mais souvent en deçà) et élimine les impuretés. La production d'acier par le processus du convertisseur à oxygène est un processus discontinu qui comporte le prétraitement du métal chaud

[32] Ibid.
[33] BREF CE (2001) pour la production de fer et d'acier
[34] Ibid.

(désulfuration) ; l'oxydation dans le convertisseur à oxygène (la décarburation et l'oxydation des impuretés) ; et après le passage dans le convertisseur à oxygène, le traitement métallurgique secondaire dans le four-poche, et la coulée (continue et/ou en lingotière).

Le processus de désulfuration est effectué à des postes de traitement séparés avant le stade du convertisseur à oxygène. La méthode la plus couramment employée pour désulfurer le métal chaud consiste à souffler du carbure de calcium au travers d'une lance dans le métal chaud en utilisant de l'azote pour faciliter le processus. Le soufre se lie dans le laitier, qui flotte à la surface du métal chaud. Le laitier est ensuite retiré. Dans certains cas, un deuxième retrait de laitier est effectué, en utilisant des racleurs pour laitier. La fonte en gueuse est ensuite chargée dans le convertisseur à oxygène.[35]

L'opération d'un convertisseur à oxygène est une opération discontinue. Un cycle complet consiste à charger les ferrailles et la fonte en gueuse fondue ; souffler de l'oxygène ; échantillonner et relever la température ; et procéder au piquage. Dans les aciéries modernes, environ 300 tonnes d'acier sont produites en un cycle de 30 à 40 minutes. Au cours du processus, plusieurs additifs sont utilisés pour adapter la qualité de l'acier et former le laitier. L'énergie nécessaire pour augmenter la température et fondre les matériaux d'alimentation est fournie par des réactions d'oxydation exothermiques lorsque de l'oxygène est soufflé, de sorte qu'aucun apport supplémentaire de chaleur est nécessaire, et de la ferraille ou du minerai est ajouté pour équilibrer la chaleur.

La quantité d'oxygène consommée dépend de la composition du métal chaud (p. ex., contenant principalement du carbone, de la silice, et du phosphore). Lorsque la qualité d'acier est conforme aux exigences, on arrête le soufflage d'oxygène et l'acier brut est déversé dans une poche, par le trou de coulée effectué dans le convertisseur à oxygène.

Le processus d'oxydation dans les convertisseurs à oxygène est habituellement suivi d'un post traitement comprenant diverses opérations métallurgiques que l'on qualifie de « métallurgie secondaire ». Cette phase de post traitement a été mise en place pour pouvoir répondre à des exigences de qualité plus contraignantes. Les principaux objectifs de la métallurgie secondaire sont le mélange et l'homogénéisation ; l'ajustement des compositions chimiques ; l'ajustement de la température ; la désoxydation ; le retrait des gaz indésirables (p. ex, l'hydrogène et l'azote) ; et l'amélioration de la pureté de l'oxyde en séparant les inclusions non métalliques. Ces opérations sont effectuées dans la poche ou dans le four-poche, dans un système sous vide, ou dans des fours spécialement aménagés. Après le post traitement, l'acier fondu est transporté vers la machine à mouler.[36]

Fours à arc électrique (FAE)

L'acier peut être produit à partir de ferraille d'acier dans un four à arc électrique (FAE) dans lequel la ferraille est fondue. La ferraille est généralement préchauffée dans un four spécial et chargée avec de la chaux ou de la chaux dolomie, qui sert de flux pour la formation de laitier. Normalement, la charge initiale représente entre 50 et 60 % environ de la ferraille. Les électrodes sont ensuite abaissées sur la ferraille. À l'intérieur d'un espace de 20 à 30 mm au-dessus de la ferraille, elles établissent un arc. Une fois que la première charge est fondue, le reste de la ferraille est ajouté.[37]

Pendant la période initiale de mise en fusion, la puissance appliquée est maintenue faible pour éviter aux parois et au plafond du four d'être endommagés par le rayonnement, tout en permettant aux électrodes de forer dans la ferraille. Dès que les

[35] Ibid.

[36] BREF CE (2001) pour la production de fer et d'acier

[37] BREF CE (2001) pour la production de fer et d'acier

arcs deviennent protégés par la ferraille environnante, la puissance est augmentée pour compléter la mise en fusion. De lances à oxygène et/ou des brûleurs oxygène-combustible sont fréquemment utilisés pour faciliter la mise en fusion dans les phases initiales. L'oxygène peut être ajouté à l'acier liquide par le biais d'injecteurs spécifiques dans la paroi inférieure ou latérale du four à arc électrique. Les combustibles employés sont le gaz naturel et l'huile.

Les émissions fugitives en provenance de la charge d'alimentation en ferraille, du soufflage d'oxygène, du piquage, du transfert de métal chaud, et de la manipulation du laitier sont habituellement collectées par des hottes d'extraction positionnées localement et dépoussiérées dans des filtres en tissu. Des émissions mineures de particules ont pour origine les les poches de coulée métallurgique et le dégazage sous vide et elles sont généralement collectées et nettoyées par des filtres en tissu.

Des effluents d'eaux usées peuvent être générés par le processus de dégazage. Les principaux déchets solides englobent les loups, le laitier et les déchets de matériau réfractaire. Les autres déchets solides comprennent les boues du traitement des eaux usées et les poussières des collecteurs de poussière sèche. Les poussières peuvent contenir des dioxines et des furannes dus à une consommation de ferrailles (souillées) venant principalement de l'extérieur. Les loups sont habituellement recyclés, le laitier est écrasé et passé au tamis pour être recyclé ou vendu, et d'autres déchets solides sont recyclés, le cas échéant, ou éliminés dans un site de décharge. Le four à arc électrique utilise une grande quantité d'énergie électrique.

La technologie du four à réverbère, également connue sous le nom du processus Siemens-Martins, est dépassée et n'est plus considérée comme une bonne pratique industrielle. Elle a un effet préjudiciable sur la qualité de l'acier et des impacts environnementaux significatifs.

Réduction directe

Dans le processus de réduction directe, des pellets d'oxyde de fer en vrac et du minerai de fer en vrac sont réduits (l'oxygène est enlevé) en fer métallique à l'état solide par un gaz réducteur. Les températures de transformation sont inférieures à 1 000°C. Il en résulte un produit solide que l'on appelle éponge de fer. Le processus est avantageux d'un point de vue environnemental, principalement parce qu'il permet l'utilisation de minerai pellétisé ou en vrac ; cependant, il est principalement utilisé pour des qualités d'acier spéciales ou dans les cas d'indisponibilité de gaz naturel à des prix concurrentiels.

Moulage, laminage et finition

Les autres processus de transformation de l'acier englobent le moulage, le laminage à chaud, le formage, le décapage, le laminage à froid, le tréfilage et l'application des revêtements. Le processus de moulage continu permet d'éviter plusieurs étapes du processus ingot conventionnel en moulant directement l'acier en des brames ou des billettes, et il permet d'obtenir un rendement entre 10 à 12 % plus élevé. L'acier chaud est transformé, en taille et en forme, par le biais d'une série d'étapes de laminage et de formage à chaud pour fabriquer des produits en acier semi-finis et finis.

Après qu'il ait été soumis au processus de la métallurgie secondaire, l'acier liquide est transporté vers le « panier de coulée » de la machine de coulée continue. Il s'agit d'une poche intermédiaire avec une sortie contrôlable. Les poches sont préchauffées avant de recevoir une charge d'acier liquide pour éviter que la température ne se stratifie dans le panier. Lorsque l'acier liquide a atteint la température recherchée, il est versé dans le panier. Du panier, il passe dans un moule en cuivre refroidi à l'eau dans lequel il n'y a pas d'air et qui effectue des mouvements oscillants pour empêcher que l'acier ne colle. Le

moule donne au métal la forme désirée. Lorsque le métal quitte le moule, une « peau » d'acier solidifié s'est formée et un grand nombre de cylindres guident l'acier moulé et légèrement courbé vers une position horizontale. À ce moment, le moulage en continu est soumis à un découpage à l'aide d'un chalumeau de découpe. Les brames, les blooms et les billettes sont moulés de cette manière.

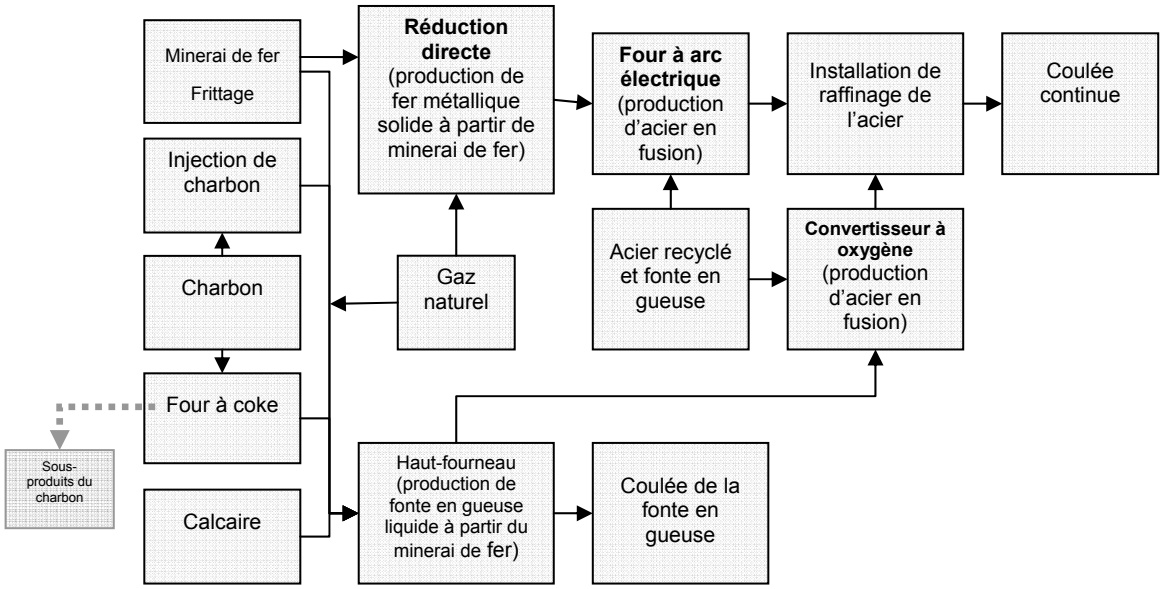
Dans la coulée en lingotière, l'acier liquide est coulé dans des moules. Une fois refroidis, les lingots sont retirés du moule et transportés dans les laminoirs. Après avoir été réchauffés, les lingots sont laminés en brames, blooms ou billettes. La coulée en lingotière est actuellement largement remplacée par la coulée continue, sauf dans le cas des produits pour lesquels la coulée en lingotière est indispensable pour obtenir la qualité nécessaire (p. ex., la production de poids lourds pour le forgeage).

Le processus de laminage à chaud comprend le réchauffage des brames (ainsi que des billettes et des blooms), le laminage et les opérations de formage. Plusieurs types d'usines de formage à chaud (formage primaire, de sections, d'articles plats, de conduites et de tubes, de câbles, de barres et de profiles) fabriquent divers produits en acier. Les produits longs sont fabriqués par un procédé de laminage à chaud des billettes en barres de renfort, ou par un laminage supplémentaire et un étirage en des tiges d'enroulement ; parfois un revêtement est également appliqué. Pour préparer l'acier au laminage à froid ou à l'étirage à froid, on lui fait subir un décapage acide (solutions aqueuses d'acide inorganique avec de l'acide sulfurique ou chlorhydrique) pour retirer chimiquement les oxydes et la pellicule d'oxyde de la surface de l'acier. Les autres méthodes de retrait de la pellicule d'oxyde englobent le décapage au sel et le décapage électrolytique.

Le laminage à froid fait suite aux opérations de laminage à chaud, pour la fabrication de bandes minces ou de bandes qui requièrent une finition de haute qualité. Des lubrifiants émulsionnés dans de l'eau sont utilisés pour obtenir une surface de haute qualité et pour empêcher une surchauffe. Des bains d'eau, d'huile ou de plomb sont utilisés pour refroidir et créer les caractéristiques désirées.

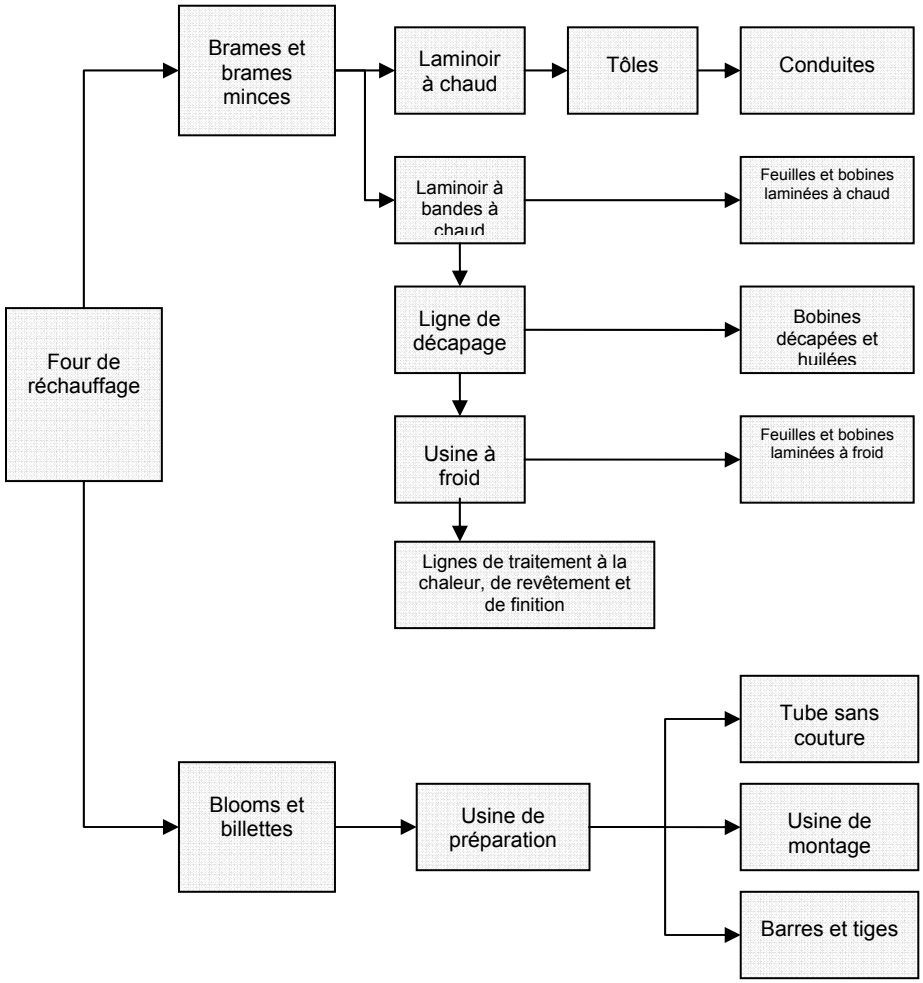
Les émissions atmosphériques de matières particulaires et de métaux se produisent au cours du transfert de l'acier liquide dans les moules et le découpage des produits à leur dimension par les chalumeaux oxy-combustible. Les émissions atmosphériques issues du formage à chaud englobent les gaz générés par la combustion du carburant dans les fours de chauffage et les COV produits par les activités de laminage et les huiles de lubrification. Parmi les autres émissions atmosphériques importantes, on peut citer les aérosols acides qui proviennent des opérations de décapage à l'acide et des usines de régénération de l'acide, dans les cas où l'acide est régénéré. Les effluents d'eaux usées résultent des activités de refroidissement du métal chaud et comprennent des particules de battitures et de l'huile générées lors du décalaminage à l'eau, sous haute pression, de l'acier chaud, ainsi que des solides en suspension, de l'huile et de la graisse. Les principales sources d'effluents d'eaux usées sont l'eau de rinçage du décapage à l'acide, les épurateurs des émanations acides, les purificateurs des usines de régénération de l'acide et le nettoyage alcalin. Les déchets solides, qui sont produits lors de la découpe de l'acier, sont généralement recyclés à l'intérieur des usines.

Figure A.1 Processus de production des aciéries intégrées



Source : Basé sur American Iron and Steel Institute (AISI)

Figure A.2 : Processus de finition des aciéries intégrées



Source : Basé sur American Iron and Steel Institute (AISI)