

Liste des tableaux

- Tableau 1:** Sociétés du secteur de la sidérurgie au Maroc spécialisées dans l'élaboration de l'acier
- Tableau 2:** Caractéristiques des rejets gazeux issus du traitement de la ferraille et de l'acier
- Tableau 3:** Caractéristiques des déchets issus du traitement de la ferraille et de l'acier
- Tableau 4:** Caractéristiques des eaux usées issues du traitement de la ferraille et de l'acier
- Tableau 5:** Techniques d'élimination des particules en provenance des principales sources de rejets gazeux
- Tableau 6:** Principales sources d'émission de SO₂ et NO_x
- Tableau 7:** Consommation d'eau – SONASID
- Tableau 8:** Consommation et rejet d'eau – MAGHREB STEEL
- Tableau 9:** Rejets d'eaux usées industrielles – SONASID
- Tableau 10:** Caractéristiques moyennes des eaux usées industrielles – JORF (purge laminoir), prélèvements du 29/11/2006
- Tableau 11:** Caractéristiques moyennes des eaux usées industrielles – NADOR (purge laminoir), prélèvements du 5 et 6/12/2006
- Tableau 12:** Comparaison des normes applicables dans la sidérurgie dans le Royaume-Uni, l'Egypte et la Banque mondiale
- Tableau 13 :** Valeurs limites de rejets des eaux en Algérie, au Liban et en Espagne
- Tableau 14:** Comparaison des normes de pays arabes et européens et de la Banque mondiale (polluants atmosphériques provenant de la sidérurgie en mg/m³ normalisé)
- Tableau 15:** Liens entre les réglementations, les technologies et les coûts
- Tableau 16:** Bilan matières du site de Nador
- Tableau 17:** Consommation d'eau – Site Jorf Lasfar
- Tableau 18 :** Consommation d'eau – Site Nador
- Tableau 19:** Caractéristiques chimiques du fuel oil – Site Jorf Lasfar
- Tableau 20 :** Les mesures d'économie d'énergie du site Jorf Lasfar
- Tableau 21 :** Consommation d'électricité et de fuel oil – Site Nador
- Tableau 22 :** Caractéristiques chimiques du fuel oil – Site Nador
- Tableau 23 :** Evolution de la production au site Jorf Lasfar
- Tableau 24 :** Evolution de la production au site Nador
- Tableau 25 :** Rejets liquides –site Jorf Lasfar
- Tableau 26 :** Rejets des eaux épurées
- Tableau 27 :** Caractéristiques moyennes des eaux usées industrielles – site Jorf (purge laminoir), prélèvements du 29/11/2006
- Tableau 28 :** Caractéristiques moyennes des eaux usées industrielles – site Nador (purge laminoir), prélèvements du 5 et 6/12/2006
- Tableau 29 :** Caractéristiques moyennes des eaux usées domestiques – site Nador, prélèvements du 5 et 6/12/2006
- Tableau 30 :** Caractéristiques moyennes des eaux usées domestiques – site Jorf Lasfar, prélèvements du 29 et 30/11/2006
- Tableau 31 :** Caractéristiques chimiques des eaux usées domestiques (Jorf et Nador).
- Tableau 32 :** Composition chimique des scories du site Jorf Lasfar
- Tableau 33 :** Composition chimique typique de la calamine du site Jorf Lasfar
- Tableau 34 :** Déchets solides du site Nador
- Tableau 35 :** Résultats d'analyses des émissions gazeuses de l'aciérie
- Tableau 36 :** Composition chimique des poussières du site Nador
- Tableau 37 :** Résultats d'analyses des émissions gazeuses du laminoir – site Nador
- Tableau 38 :** Résultats des mesures - laminoir de Nador
- Tableau 39 :** Caractéristiques de la matière première de Maghreb Steel

- Tableau 40** : Consommation d'eau par les différents procédés - Maghreb Steel
- Tableau 41** : Consommation d'énergie- Maghreb Steel
- Tableau 42** : Consommation de GPL- Maghreb Steel
- Tableau 43** : La production interannuelle des différents ateliers
- Tableau 44** : Volume moyen du rejet issu de chaque procédé- Maghreb Steel
- Tableau 45** : Caractéristiques des rejets avant traitement- Maghreb Steel
- Tableau 46** : Analyse des rejets de MAGHREB STEEL
- Tableau 47** : Quantités moyennes de déchets solides générés par chaque procédé
- Tableau 48**: valeurs limites de rejets d'eaux usées proposées pour le secteur sidérurgie au Maroc
- Tableau 49**: Valeurs limites de rejets atmosphériques proposées pour le secteur sidérurgie au Maroc
- Tableau 50**: Valeurs limites de rejets d'eaux usées proposées par SONASID et AGHREB STEEL
- Tableau 51**: Valeurs limites de rejets atmosphériques proposées par SONASID et MAGHREB STEEL

Liste des figures

- Figure 1** : Procédés courants d'élaboration d'acier dans le monde
- Figure 2** : Procédés courants d'élaboration d'acier au Maroc
- Figure 3** : Bilan matières de l'aciérie Jorf Lasfar
- Figure 4** : Procédé des fabrications des billettes
- Figure 5** : Procédé de laminage – Jorf Lasfar
- Figure 6** : Schéma du procédé de production – site de Nador
- Figure 7** : Schéma du bilan matières – Laminoir de Nador
- Figure 8** : Station de traitement d'eau Aciérie
- Figure 9** : Flux des rejets
- Figure 10** : Station de traitement des eaux du laminoir- site Jorf Lasfar
- Figure 11** : Circuit d'eau d'appoint et indirect
- Figure 12** : Station de traitement d'eau du circuit direct
- Figure 13** : Schéma montrant la production des déchets solides de SONASID
- Figure 14** : Différentes opérations de fabrication de Maghreb Steel
- Figure 15** : Ligne de décapage (PK N° 1) de Maghreb Steel
- Figure 16** : Ligne de laminage (CRM)
- Figure 17** : Cycle du traitement thermique du recuit cristallisation processus.
- Figure 18** : Système de refroidissement.
- Figure 19** : Comparaison de la Consommation GPL et fuel
- Figure 20** : Schéma montrant la station de traitement des eaux usées de Maghreb Steel.
- Figure 21** : Schéma montrant la station de régénération des acides usés
- Figure 22** : Scrubber
- Figure 23** : Incinérateur de solvant

Table des matières

	Page
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction.....	1
Etapes de l'étude.....	3

Partie I :

Elaboration de valeurs limites pour les rejets liquides du secteur sidérurgie au Maroc

I- ETAT DE L'ENVIRONNEMENT DU SECTEUR SIDERURGIQUE.....	5
I-1 Introduction.....	5
I-2 Les procédés d'élaboration du fer et de l'acier dans le monde.....	5
I-3 Les procédés d'élaboration de l'acier au Maroc.....	5
I-4 Rejets	9
I-4-1 Technologies de lutte contre la pollution atmosphérique.....	9
I-4-2 Déchets solides.....	13
I-4-3 Eaux usées.....	13
II- VALEURS LIMITES DE REJETS	18
II-1 Valeurs limites de rejets liquides.....	18
II-1-1 Références internationales des valeurs limites de rejets	18
II-1-2 Valeurs limites de rejets liquides proposées.....	20
II-2 Valeurs limites des émissions atmosphériques.....	20
II-2-1 Références internationales des valeurs limites d'émissions atmosphériques.....	20
III- COUT DE LA LUTTE CONTRE LA POLLUTION.....	22

Partie II :

Elaboration et traitement de l'acier au Maroc

Elaboration de l'acier (aciérie) et laminage à chaud (Laminoir) - Société SONASID

I- DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE.....	23
I-1 Site Jorf Lasfar.....	23
I-2 Site Nador.....	23
II - DESCRIPTION DES PROCEDES DE PRODUCTION.....	24
II-1 Site Jorf Lasfar.....	24
II-1-1 Aciérie.....	24
II-1-2 Laminoir – Jorf Lasfar.....	26
II-2 Site Nador.....	28
III- ALIMENTATION EN EAU	30
III-1 Site Jorf Lasfar.....	30
III-2 Site Nador.....	30
IV- CONSOMMATION D'ENERGIE.....	30
IV-1 Site Jorf Lasfar.....	30
IV-2 Site Nador.....	31
V- GAMME DE PRODUITS.....	32
VI- ETUDE DES REJETS.....	33
VI-1 Rejets liquides.....	33
VI-1-1 Nature et volume des rejets /milieu récepteur	33
VI-1-2 Traitement des eaux usées industrielles (laminoir).....	34
VI-1-3 Caractéristiques des eaux usées industrielles du Laminoir (Jorf et Nador).....	40
VI-1-4 Traitement des eaux usées domestiques (Jorf et Nador)	42
VI-1-5 Caractéristiques des eaux usées domestiques.....	42

VI-2 Déchets	44
Site Jorf Lasfar.....	45
VI-2-1 Les scories	45
VI-2-2 Calamine	45
VI-2-3 Réfractaires	46
VI-2-4 Boues	46
VI-2-5 Huiles et graisses	46
Site NADOR.....	47
VI-3 Effluents Gazeux.....	47
VI-3-1 Aciérie.....	47
VI-3-2 Laminoir Jorf Lasfar.....	48
VI-3-3 Laminoir Nador.....	49

Laminage à froid et traitement de l'acier - Société MAGREB STEEL

PRESENTATION.....	50
I- DESCRIPTION DES PROCEDES DE PRODUCTION.....	50
I-1 Processus décapage (PK N° 1).....	51
I-1-1 Section entrée.....	51
I-1-2 Section traitement chimique.....	51
I-1-3 Section de rinçage.....	53
I-1-4 Section sortie	53
I-1-5 Essais et contrôle.....	53
I-2 Le processus laminage (CRM).....	53
I-2-1 Section pay of reel (POR).....	53
I-2-2 Section Entry tension réel (ETR).....	54
I-2-3 Section MILL.....	54
I-2-4 Section Delivery tension reel (DRT).....	54
I-3 Recuit de recristallisation Processus (BAF)	54
I-4 Galvanisation en continu à chaud	55
I-4-1 Section entrée	55
I-4-2 Section du four	55
I-4-3 Section centre.....	56
I-4-4 Section sortie.....	56
I-5 Planeuse et refendeuse	56
II- ALIMENTATION EN EAU	56
III- CONSOMMATION D'ENERGIE.....	57
IV GAMME DE PRODUITS.....	58
V- ETUDE DES REJETS.....	58
V-1 Rejets liquides.....	58
V-1-1 Epuration des eaux usées industrielles.....	59
V-1-2 Analyse des rejets.....	59
V-2 Déchets	63
V-3 Effluents gazeux.....	63
VI- PROJET MAGHREB SETTEL EN COURS DE CONSTRUCTION.....	64
VI-1 Un complexe e laminage à chaud.....	64
IV-2 Une ligne de production des panneaux sandwich.....	64
CONCLUSION	65
BIBLIOGRAPHIE.....	68

Introduction

Pour accompagner la mise en place du cadre législatif et réglementaire régissant la protection de l'environnement notamment en matière de lutte contre la pollution des eaux et de l'air, le Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'eau et de l'Environnement (MATEE) s'est attelé à élaborer des valeurs limites de rejets liquides et d'émissions atmosphériques pour plusieurs secteurs industriels. Dans ce cadre, une assistance technique a été fournie par le Programme Med Pol phase III (programme prévu pour la surveillance de la pollution de la côte méditerranéenne), au Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement (MATEE), pour l'élaboration des valeurs limites des rejets liquides industriels du secteur sidérurgie. Les procédés d'élaboration du fer et de l'acier font appel à des technologies complexes et sont de nature à perturber sérieusement l'environnement si les rejets ne sont pas convenablement gérés. Les rejets liquides, solides et atmosphériques chargés de divers polluants, doivent faire l'objet d'un contrôle efficace imposé par la réglementation.

L'objet de cette étude est d'inventorier les données disponibles sur le secteur sidérurgie au Maroc et de proposer des valeurs limites de rejets liquide et atmosphérique spécifiques pour le secteur.

Dans ce cadre, plusieurs travaux ont été réalisés et ils sont présentés dans ce rapport sous forme des deux parties suivantes :

Partie I : Elaboration de valeurs limites pour les rejets liquides et atmosphériques du secteur sidérurgie au Maroc.

Cette partie du rapport va permettre d'identifier, à l'échelle marocaine et internationale, les procédés de fabrication, les caractéristiques des rejets (liquides, solides, gaz), les technologies de dépollution et faire une proposition de valeurs limites pour les eaux usées du secteur sidérurgie. Parmi toutes les activités du secteur qui existent dans le monde, nous avons identifié deux domaines d'activités au Maroc : laminage à chaud (SONASID) et laminage à froid (MAGHREB STEEL) qui font l'objet de la partie II.

Partie II : Fabrication et traitement de l'acier au Maroc.

Cette partie présente les résultats des diagnostics et de la collecte de données sur le secteur sidérurgie au Maroc. L'étude a porté sur deux grandes entreprises au Maroc :

- SONASID : élaboration de l'acier (aciérie) et laminage à chaud (Laminoir)
- MAGHREB STEEL : laminage à froid et traitement (décapage chimique, galvanisation, revêtement organique -prélaquage).

Dans chaque cas, nous présentons les informations et les données fournies par les deux entreprises étudiées (SONASID et MAGHREB STEEL) ou obtenues lors des visites de leur site. Toutes les valeurs sont reproduites de manière fidèle, telles qu'elles nous ont été communiquées, en apportant des interprétations et commentaires. Les sites des entreprises qui ont été visitées, sont :

- SONASID – Nador ;
- SONASID – Jorf Lasfar ;
- MGHREB STEEL – Casablanca ;
- SOCODAM – Casablanca.

La société SOCODAM n'est pas présentée dans ce rapport car nous n'avons pas reçu de données (questionnaire) et aussi nous avons constaté, lors de notre visite sur son site, que les rejets, particulièrement liquides, sont en faibles quantités.

La disponibilité et la fiabilité des données sont essentielles pour la détermination des normes de rejets. Il faut noter que si beaucoup d'éléments ont été facilement identifiés (technologies disponibles, sources de pollution, ressources utilisées, installations de dépollution existantes, capacité de production, ...), l'étape fondamentale pour cette mission qui consiste à mesurer les débits et les caractéristiques des effluents (eaux usées, émissions dans l'air, déchets solides), est défailante. Sur ce point, nous nous appuyons sur les données bibliographiques du secteur pour l'élaboration des valeurs limites de rejets. Ces dernières sont fondées sur les meilleures techniques disponibles et les plus adaptées au secteur, permettant d'atteindre des bons rendements épuratoires et d'assurer le respect des valeurs limites de rejets imposées. L'approche suivie pour réduire et maîtriser la pollution industrielle, doit donner la priorité aux possibilités d'élimination ou de réduction à la source avant d'envisager le recyclage ou l'élimination en fin de chaîne. Ceci est en accord avec la législation environnementale. Bien sûr, cette approche implique l'utilisation des meilleures technologies disponibles et économiquement rentables avec le meilleur respect des exigences réglementaires.

Les visites de tous les sites industriels étudiés et les contacts avec tous les responsables de SONASID et MGHREB STEEL, ont été indispensables et riches en informations et données. Dans la page suivante, nous rappelons toutes les étapes du projet.

**PARTIE I : ELABORATION DE VALEURS LIMITEES POUR LES REJETS LIQUIDES
DU SECTEUR SIDERURGIE AU MAROC**

Etapes de l'étude

Phase 1 : Déclenchement de l'étude

Le 01/02/2006

Première rencontre entre les représentants du MATEE et le Consultant pour cibler le secteur et indiquer la nature et la portée géographique de l'étude. Dans un premier temps, le choix a porté sur les sites de la société SONASID (Nador et Jorf Lasfar).

Le 08/02/2006

Deuxième rencontre à laquelle ont participé les représentants du MATEE, le Ministère du Commerce et de l'Industrie, le Consultant et un représentant de la SONASID.

L'objet de cette rencontre est d'obtenir l'accord et la coopération de la SONASID sur le sujet et officialiser le lancement de l'étude par la signature du contrat entre le Coordonnateur National du MedPol et le Consultant.

Le 15/03/2006

Troisième rencontre à laquelle ont participé :

- Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement;
- Ministère du Commerce et de l'Industrie ;
- La FIMME ;
- Direction Générale de la SONASID
- Consultant.

Objet : Officialiser la participation et la Coopération de tous les partenaires à la réalisation de l'étude.

Résultats de la rencontre :

- La Coopération de la SONASID est totale et confirmée par son président, pour fournir les données, les informations et les résultats d'analyses des rejets et pour autoriser les visites des sites.
- Coopération de la FIMME pour intégrer d'autres entreprises du même secteur, enrichir et compléter l'étude par des données et informations disponibles.

Phase 2 : Réalisation

Visite des sites / enquêtes / Collecte des données

Objet : collecter les données et les informations du secteur sidérurgie au Maroc : unités, procédés de production, consommation en énergie et en eau, rejets liquides, rejets gazeux, déchets solides, dispositifs de dépollution existants, résultats d'analyses disponibles, options d'économie, Les résultats du terrain sont complétés par un questionnaire exhaustif, soumis aux entreprises du secteur diagnostiquées.

Les visites et les expertises qui ont été réalisées, ont été programmées comme suit :

- SONASID Nador : le 05/04/2006 ;
- SONASID Jorf Lasfar : le 21/04/2006 ;
- MAGHREB STEEL : le 18/09/2006 ;
- SOCODAM – Casablanca : 30/10/2006.

Phase 3 : traitement et analyse des données

Après ces visites, les contacts ont continué avec les responsables de SONASID et MAGHREB STEEL pour enrichir l'étude. Les données et les informations collectées sur le terrain et par questionnaire, sont traitées et analysées pour décrire la situation de chaque site diagnostiqué vis-à-vis de l'environnement (partie II de ce rapport) :

- Le rapport sur la SONASID ;
- Le rapport sur MAGHREB STEEL.

Phase 4 : Elaboration d'une proposition de valeurs limites de rejets.

La partie I de ce rapport présente une synthèse du secteur et l'élaboration d'une proposition provisoire de valeurs limites de rejets liquides et atmosphériques.

Phase 5 : Organisation d'un atelier

Un atelier, réunissant tous les partenaires concernés par l'étude, a été organisé le 15 mars 2007 pour discuter et débattre la proposition de valeurs limites de rejets. L'ordre du jour et la liste des participants à cette rencontre sont donnés dans l'annexe 1. Les VLR qui ont été les plus discutées sont :

- Les teneurs en fer dans les eaux usées, du fait de la nature de l'activité, et malgré le bon rendement d'épuration des eaux les valeurs résiduelles restent largement supérieures à celles proposées ;
- La qualité du fuel N°2, utilisé comme combustible, ne permet d'utiliser une technologie de traitement des émissions atmosphériques économiquement viable pour atteindre les VLR proposées de SOx (500 mg/m³ N).

Il a été recommandé aux deux entreprises, SONASID et MAGHREB STEEL, de formuler leurs propositions et leurs souhaits (voir conclusion de ce rapport) afin de les soumettre au Comité Normes et Standards pour négociation.

Phase 6 : Finalisation de l'étude et production du rapport définitif.

I- ETAT DE L'ENVIRONNEMENT DU SECTEUR SIDERURGIQUE

I-1 Introduction

Dans la mesure où les procédés de fabrication de fer et d'acier sont à l'origine de nombreuses sources de pollution et de polluants, il est nécessaire de s'intéresser en priorité à ceux qui ont des conséquences significatives sur l'environnement et dont l'élimination nécessite des coûts relativement importants en matière de la protection de l'environnement.

Il s'agit des :

- poussières (y compris les métaux lourds) ;
- oxydes de soufre (principalement le SO₂) et d'azote (NOx) ;
- eaux usées et
- déchets solides dangereux.

I-2 Les procédés d'élaboration du fer et de l'acier dans le monde

Les procédés classiques qui jouent un rôle majeur dans la plus grande partie de la production mondiale d'acier, font appel à des hauts fourneaux pour la production de fonte et

aux fours à l'oxygène pur (convertisseurs) ou aux fours à arc électrique pour l'élaboration de l'acier.

Ces procédés sont complexes et peuvent avoir des conséquences non négligeables sur l'environnement en l'absence de dispositifs efficaces de gestion des déchets et des émissions générés.

Les deux types de procédés d'élaboration de l'acier les plus courants, sont les suivants :

- Production intégrée : la fonte est produite en haut fourneau à partir du minerai de fer, puis transformée en acier dans les convertisseurs à oxygène ;
- Production directe d'acier à partir de la ferraille et du fer réduit au four à arc électrique.

La principale différence entre ces deux méthodes est que, dans les aciéries intégrées, la production de coke et de fonte précède celle de l'acier. Après leur élaboration, les aciers subissent une série de traitements de finissage : coulée continue, laminage et formage à chaud, laminage à froid, tréfilage, revêtement, écrouissage et décapage chimique.

L'essentiel de la production mondiale d'acier est obtenu à l'aide de ces procédés, présentés dans la figure 1. Celle-ci présente, de manière schématisée, les procédés courants de production d'acier et énumère les apports et les produits obtenus à chaque étape, mais elle n'indique pas les matières recyclées en cours de procédé.

I-3 Les procédés d'élaboration de l'acier au Maroc

Le tableau 1 présente quelques données et les principales sociétés du secteur de la sidérurgie au Maroc, particulièrement celles qui élaborent l'acier (activités de laminage à chaud, laminage à froid et traitements).

Actuellement, il y a des projets qui se mettent en place, cela montre que ce secteur est en plein développement. La figure 2 schématise les procédés courants, utilisés à l'échelle nationale.

Tableau 1 : Sociétés du secteur de la sidérurgie au Maroc spécialisées dans l'élaboration de l'acier.

Société	Activités	Produits	Quantité / 2007 (tonne/an)
SONASID	Elaboration de l'acier (aciérie) et laminage à chaud (Laminoir)	Billettes, rond à béton, laminés marchands, fil machine	1 000 000
MAGHREB STEEL	- Laminage à froid et traitement, galvanisation, prélaquage - Projet de laminage à chaud en 2009	- Produits plats à faible épaisseur (skinpassés, galvanisés et laqués) - Bobines laminées à chaud (projet 2009)	500 000
UNIVER ACIER	- Laminage à chaud, rond à béton - Laminage à chaud, fil machine (projet 2008)	- Rond à béton - Fil à machine	150 000 250 000
MIS	Laminage à chaud	Rond à béton	70 000
SOMETAL	Laminage à chaud	Rond à béton	10 000
SOMASTEEL	Projet de laminage à chaud en 2008	Rond à béton (Projet 2008)	120 000
YNNASTEEL	Projet de laminage à chaud en	Rond à béton et fil à	400 000

	2008	machine.	
COMALAM	Projet de laminage à chaud en 2009	Laminés marchands	150 000

Figure 1 : Procédés courants d'élaboration d'acier dans le monde

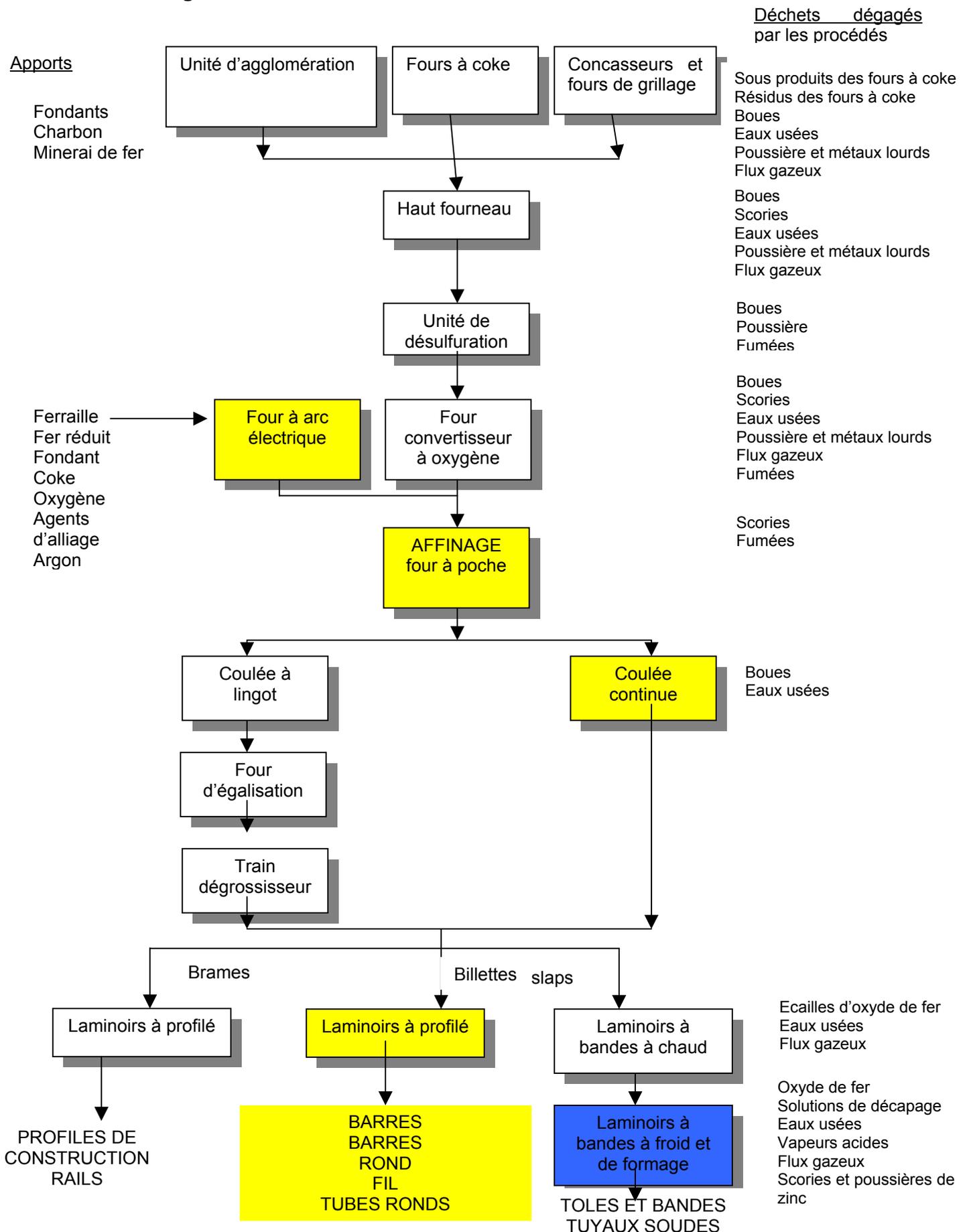
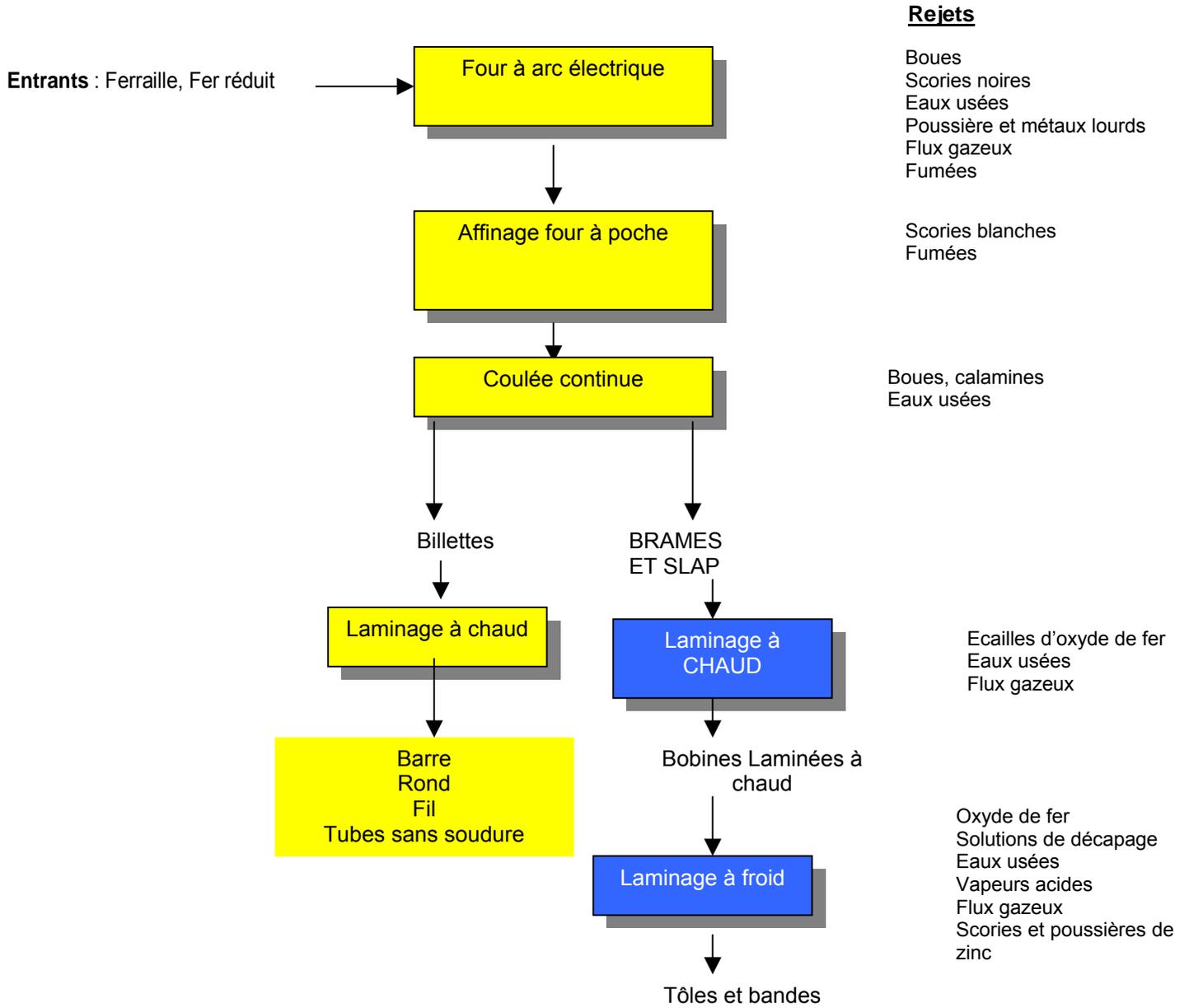


Figure 2 : Procédés courants d'élaboration d'acier au Maroc.



I-4 Rejets

La bibliographie et les informations obtenues lors du diagnostic de quelques unités au Maroc (SONASID, MAGHREB STEEL et SOCODAM), montrent que les caractéristiques des rejets non traités varient d'une entreprise à l'autre, selon la qualité des matières premières, l'âge de l'usine, la technologie, la conception du procédé, le rendement des opérations, les méthodes de travail et l'entretien. Les rejets sont généralement caractérisés par des débits importants et une forte charge en matières polluantes lorsque :

- les rejets ne sont ni mesurés, ni surveillés et donc pratiquement non gérés ;
- les techniques de production sont souvent dépassées et l'équipement est ancien ;
- les procédés sont gérés de manière inefficace et mal surveillée ;
- les mesures de prévention, y compris les programmes d'entretien, sont négligées et
- les ouvrages de traitement sont inexistant.

Les caractéristiques physico-chimiques des rejets indiquées dans les tableaux 2, 3 et 4, sont relevées de la littérature et sont citées à titre d'exemple.

En raison de la multitude des polluants et des sources potentielles de pollution dans la sidérurgie, nous nous limitons à rappeler les sources et les polluants qui ont des conséquences significatives sur l'environnement, et qui occasionnent des coûts importants en matière de la protection de l'environnement :

- les principales sources de polluants importants sont les fours à arc électrique, les chaudières, les fours de préchauffage et toutes les opérations de traitements de finissage ;
- s'agissant de réduction des rejets atmosphériques, les principaux polluants sont les particules (qui comprennent des métaux lourds), les SO₂ et les NO_x ;
- les déchets dangereux, nécessitant un traitement avant élimination, incluent les boues des eaux usées, les scories, les huiles, les graisses et les poussières récupérées ;
- en ce qui concerne le traitement des eaux industrielles, les principaux polluants sont les matières en suspension, les substances toxiques (métaux lourds, phénol, cyanures), les huiles, les graisses et les rejets acides.

I-4-1 Technologies de lutte contre la pollution atmosphérique

Une synthèse bibliographique permet de donner une vue d'ensemble des techniques les plus couramment appliquées aux principaux polluants précédemment définis, ainsi que de leur efficacité et de leurs conséquences sur les coûts.

I-4-1-1 Emissions de particules (poussières et métaux lourds)

La maîtrise des particules rejetées par les procédés sidérurgiques, constitue l'un des problèmes les plus compliqués auxquels la sidérurgie doit faire face dans le domaine de l'environnement. Cela est dû aux niveaux élevés des émissions particulaires ainsi qu'à leur forte charge en plusieurs produits toxiques (métaux lourds et poussières de silice) et en poussières respirables (taille critique comprise entre 0,5 et 7 µm).

Dans la sidérurgie, les sources d'émission de particules les plus importantes sont les fours à arc électrique et les fours de préchauffage. Les concentrations dans les flux non traités varient entre 0,5 et 9 grammes par m³ normalisé (tableau 2), soit un ratio de 5 à 25 kg/t d'acier. A titre indicatif dans les aciéries intégrées, il est à signaler que les effluents gazeux

chargés en particules propres aux principaux procédés, varient entre 15 000 et 25 000 m³ normalisés par tonne d'acier.

Habituellement, 65 à 90% des particules provenant de ces sources, sont de taille inférieure à 10 µm et constituent donc des poussières respirables.

Tableau 2 : Caractéristiques des rejets gazeux issus du traitement de la ferraille et de l'acier

Procédés	Composants	Quantité	Commentaire
Four à arc électrique	- Particules - Fe - Zn - Pb - SiO ₂	- 5-25 kg/t d'acier 0,5-9 g/m ³ - 1,8-9 kg/t d'acier 0,6-3 g/m ³ - 0,8-4 kg/t d'acier 0,3-1,5 g/m ³ - 0,1-0,4 kg/t d'acier 0,03-0,1 g/m ³ - 0,3-1,3 kg/t d'acier 0,1-0,4 g/m ³	- S, Cl, F, CaO, Na ₂ O, Al ₂ O ₃ , ainsi que métaux lourds suivants : Ni, Cr, Mn, H - 90% des particules peuvent être de taille inférieure à 5 µm
Laminage à chaud	Gaz de combustion : -NOx -SOx -Poussière	- 200 à 5000 mg/Nm ³ - 0.6 à 1700 mg/Nm ³ - 2 à 100 mg/Nm ³	La nature des gaz dépend du carburant utilisé dans les fours de pré-chauffage et de recuit : SO ₂ et NOx forment la part principale des émissions.
Décapage	HCl	-1à145 mg/Nm ³ (jusqu'à 16 g/t)	Issu des étapes de décapage et de régénération des acides.
Galvanisation	-Poussière -Gaz de combustion		Zn et ZnCl ₂ des bains de galvanisation
Prélaquage	COV		Issus essentiellement du séchage de la peinture
Laminage à froid et Traitement thermique	-Brouillard d'huile - Gaz de combustion : CO, O ₂ , CO ₂ , NOx, fumées métalliques		dépendant du combustible utilisé dans les fours de préchauffage

Tableau 3 : Caractéristiques des déchets issus du traitement de la ferraille et de l'acier

Déchets et Procédés	Composants	Quantité	Commentaire
Hauts fourneaux	Scories	300-600 kg/t d'acier	Dépend de la teneur des matières premières en impuretés : 40% CaO - 35% SiO ₂ -10% Al ₂ O ₃ – 8% MgO
- Fours à oxygène - Fours à arc électrique	Scories	70-170 kg/t d'acier	Dépend de la teneur des matières premières en impuretés : 47% CaO - 17% Fe - 13% SiO ₂ – 2% Al ₂ O ₃ - 5% MgO
Finissage	- Pailles d'oxyde de fer - Scories et poussières de zinc - Sulfate ferreux	Jusqu'à 50 kg/t d'acier	- Proviennent de la galvanisation - Proviennent des bains de décapage
Traitement des eaux usées	Boues		Les polluants récupérés dans les boues ne seront pas rejetés dans les eaux usées.
Dépoussiérage des émissions gazeuses	Particules solides *	dépend de l'efficacité des équipements	Les polluants récupérés à l'état de déchets solides ne seront pas rejetés dans l'atmosphère

* Contiennent des métaux lourds

Tableau 4 : Caractéristiques des eaux usées issues du traitement de la ferraille et de l'acier.

Déchets et Procédés	Composants	Quantité	Commentaire
Elaboration de l'acier (Aciérie et laminage)	- pH MES DCO - Pb - Cr - Cd - Zn - F CN libre CN total Phénol	6 - 9 220 kg/t d'acier 4000 mg/l 250 mg/l - 0,4 kg/t d'acier 8 mg/l - 0,3 kg/t d'acier 5 mg/l - 0,02 kg/t d'acier 0,4 mg/l - 0,8 kg/t d'acier 14 mg/l - 1,1 kg/t d'acier 20 mg/l 2 mg/l 0,1 mg/l 0,5 mg/l	- Le débit total des rejets est de 55 m ³ /t d'acier, - 0,5-11 m ³ /t d'acier est rejeté (taux de recyclage 80-99%) - On trouve également des solides dissous, Cl, des sulfates et autres polluants classiques.
Laminage à froid	Emulsion : - pH - Fe - huile	- 5 à 7.5 -100 à 2000 mg/l -1.5 à 4 %	Le débit total des rejets est de l'ordre de 25 litres d'émulsion /tonne d'acier
Décapage	- pH - HCl - Fe	-1 -1 à 8 % - 50 à 200 g/l	Le débit total des rejets acides est de l'ordre de 60 litres d'eau acide/tonne d'acier traité
Galvanisation	-Cr ⁶⁺	100 g/t d'acier 20g/l	

Parmi les diverses techniques d'élimination des particules, on peut citer la séparation par centrifugation, la précipitation électrostatique, la filtration sur tissu et l'épuration par voie humide (tours de lavage).

Le tableau 5 présente les technologies d'élimination des particules, qui sont les plus couramment utilisées pour traiter les principales sources de particules dans la sidérurgie; il indique aussi l'efficacité de chacune de ces techniques.

Le choix d'une technique d'élimination des particules dépend du taux d'élimination requis, de la taille des particules et de leur nature chimique, ainsi que du débit et de la température des rejets atmosphériques.

Les cyclones ne permettent pas d'abaisser les rejets de particules au niveau requis par les normes en vigueur, car ces appareils sont inefficaces sur les particules de petite taille émises par les procédés sidérurgiques. Cependant, elles reviennent nettement moins chères que les filtres à sac, les tours de lavage et les systèmes électrostatiques.

Tableau 5 : Techniques d'élimination des particules en provenance des principales sources de rejets gazeux

Opération	Technique usuelle	Résultat pouvant être atteint (mg/m ³)
Frittage - Emissions primaires - Suppression secondaire des poussières	- Dépoussiérage électrostatique à sec - Filtre à sac ou dépoussiérage électrostatique à sec	60-80 50
Haut Fourneau - Nettoyage du combustible - Dépoussiérage secondaire	- Collecteur de poussières ou épuration par voie humide - Filtres à sac - Dépoussiérage électrostatique à sec	10 10 25
Convertisseur à l'oxygène pur - Emissions primaires - Dépoussiérage secondaire	- Tour de lavage - Filtres à sac - Dépoussiérage électrostatique à sec	50-80 10 30
Four à arc électrique - Emissions primaires - Dépoussiérage secondaire	- Filtres à sac - Filtres à sac	20 20

Pour une bonne élimination de particules de taille inférieure à 10 µm, les filtres à sac et la séparation électrostatique sont les meilleures techniques applicables à la sidérurgie développée au Maroc.

Chaque fois qu'il est nécessaire d'éliminer de fortes concentrations en poussières respirables, les filtres à sac, les tours de lavage et les systèmes de dépoussiérage électrostatique à sec restent les technologies les plus adaptés. Les coûts d'investissement et de fonctionnement des filtres à sac et des systèmes de dépoussiérage électrostatique sont comparables, alors que pour les tours de lavage à haute et à moyenne pression, les coûts d'investissement sont relativement faibles, mais ceux du fonctionnement sont élevés.

A titre indicatif, pour les filtres à sac et les systèmes de séparation électrostatique, les coûts d'investissement peuvent varier entre \$6 par m³ normalisé/heure pour une usine relativement petite (600 000 m³ normalisés/heure) et \$3 par m³ normalisé/heure pour une plus grosse aciérie (2 000 000 m³ normalisé/heure).

I-4-1-2 Emissions de gaz SO_x et NO_x

Le tableau 6 montre quelles sont les principales sources de SO₂ et NO_x dans la sidérurgie à l'échelle mondiale. Les fours de réchauffage (utilisés au stade du finissage) et les chaudières sont les principales sources d'émission de NO_x, alors que les unités de frittage, les chaudières et les fours de réchauffage sont les principales sources de SO₂.

Tableau 6 : Principales sources d'émission de SO₂ et NO_x

Source	% du NO _x total	% du SO _x total
Fours à coke	9.7	7
Unités de frittage	0.7	38
Chaudières	32	18
Hauts Fourneaux	9	-
Fours de réchauffage	45	35
Autres	3.6	2

Nous rappelons qu'au Maroc, on trouve essentiellement les fours de réchauffage et les chaudières comme principales sources d'émission de ces gaz.

Les concentrations en SO₂ des rejets gazeux non traités dépendent de la teneur en soufre des combustibles. Pour les sources importantes (chaudières et fours de réchauffage), elles varient entre 200 et 2000 mg/m³ normalisé. Le fuel N°2 utilisé au Maroc est de très mauvaise qualité et constitue une source de pollution atmosphérique importante.

En revanche, les concentrations en NO_x des rejets gazeux non traités, dépendent beaucoup des catégories de combustibles, de la température de combustion et de la conception des brûleurs. Selon les estimations, elles varient entre 100 et 1500 mg/m³ pour les sources importantes (chaudières et fours de réchauffage).

Dans la plupart des pays, les niveaux d'émission de NO_x et SO₂ sont maîtrisés par un choix judicieux des combustibles et des matières premières. On peut aussi utiliser, pour la maîtrise des rejets de NO_x, des brûleurs à faibles émissions et des systèmes de combustion modernes. Les technologies de lutte contre la pollution par ces gaz, ne sont pas courantes, mais pourraient comporter des dispositifs de dépoussiérage par voie humide ou à sec pour les SO₂, et des systèmes de réduction (par catalyse et par absorption) pour les NO_x.

I-4-2 Déchets solides

Les principaux déchets solides, générés par le traitement de l'acier, sont présentés dans le tableau 3. Les quantités varient généralement, selon la nature et le type de procédé, entre 50 et 600 kg/tonne d'acier.

Il est possible de valoriser les scories comme matériau de construction, mais cela dépend de la demande locale. Dans de nombreux pays en voie de développement, les scories sont simplement stockées sous forme de tas.

Les boues résiduelles de traitement des eaux usées peuvent être classées comme matières dangereuses, à cause de leur teneur en métaux lourds lixiviables.

La fabrication d'acier génère aussi la formation de calamine, constituée essentiellement d'oxyde de fer, qui résulte de l'opération de refroidissement de l'acier quand l'eau entre en contact direct avec la matière : une croûte solide se forme et enrobe la matière puis se détache au contact avec l'eau. Ce déchet est récupéré par une simple décantation de l'eau de refroidissement.

Les résidus réfractaires et les boues résiduelles de traitement des eaux usées peuvent être aussi classés comme matières dangereuses, à cause de leur teneur en métaux lourds lixiviables.

Les coûts de gestion de tous ces déchets seront fonction des réglementations applicables en matière d'évacuation.

Au Maroc, seules les graisses et les huiles sont récupérées par un système de déshuilage au niveau de la station du traitement des eaux usées industrielles et revendues pour être traitées et réutilisées.

I-4-3 Eaux usées

I-4-3-1 Procédé de fabrication

La figure 2 présente les procédés de fabrication de l'acier au Maroc. La description des différentes étapes sont détaillées dans la partie II de ce rapport : élaboration de l'acier (aciérie) et laminage à chaud (Laminoir) à SONASID et laminage à froid et traitement (tréfilage, revêtement, décapage chimique,...) à MAGHREB STEEL.

I-4-3-2 Consommation d'eau

L'estimation du volume d'eau nécessaire pour produire une tonne d'acier est assez variable, selon le mode de gestion : investissement dans le traitement des rejets et dans le recyclage de l'eau traitée, la nature des circuits de refroidissement,... Dans la littérature, on estime que les besoins en eau en laminage à chaud peuvent aller jusqu'à 22 m³/t.

Si l'on considère le cas de la SONASID, la quantité d'eau consommée par tonne reste assez faible par rapport aux besoins habituels de ce secteur. Sur la base de la production annuelle des billettes par l'aciérie à Jorf Lasfar (matière première), le ratio en eau consommée par l'aciérie est de 0,93 m³/t. Le laminage, aussi bien à Jorf qu'à Nador, ne dépasse pas un ratio de 0,40 m³/t (tableau 7). Cette performance en consommation en eau par les deux sites de SONASID est due à l'existence de circuits fermés (l'aciérie) et semi-ouverts (laminoirs), au traitement physico-chimique et au recyclage des eaux de refroidissement.

Quant à MAGHREB STEEL, l'eau est utilisée pour la dilution d'acide de décapage, le rinçage des tôles décapées, la préparation des émulsions de laminage et skinpass, le refroidissement, l'alimentation des chaudières,.... Les volumes d'eau consommés sont reportés dans le tableau 8.

Tableau 7 : Consommation d'eau – SONASID

	Aciérie Jorf	Laminoir de Jorf	Laminoir de Nador
--	--------------	------------------	-------------------

Volume annuel de production en tonne	625.000 tonnes de billettes/an	420.000 tonnes d'acier par an	530 000 tonnes d'acier par an
Volume d'eau consommée par an	580.000 m ³ /an	170.000 m ³ /an	216.000 m ³ /an
Volume d'eau consommée en m³/t	0,93 m ³ /t	0,40 m ³ /t.	0,40 m ³ /t.

Tableau 8 : Consommation et rejet d'eau – MAGHREB STEEL

Quantité de tôle traitée (tonne/an)	Quantité d'eau consommée (m³/an)	Volume d'eau usée rejeté (m³/an)	Ratio (m³/t)
500 000	240 000	135 000	0,48 pour l'eau consommée 0,27 pour l'eau rejetée

I-4-3-3 Rejets d'eaux usées

Les débits d'eaux usées industrielles, varient habituellement entre 1 et 5 m³/t d'acier mais ils peuvent monter jusqu'à 20 m³ la tonne d'acier dans certains pays, du fait de la mauvaise gestion des eaux usées. Dans ce cadre, la Banque Mondiale, dans ses directives applicables aux pays en voie de développement, juge réaliste l'objectif de 1 m³ d'eau usée par tonne d'acier. En effet, la Banque Mondiale a défini des directives très complètes pour le secteur de la sidérurgie, qui couvrent la prévention de la pollution et la lutte anti-pollution, les objectifs en matière de charges polluantes, les techniques de traitement, les niveaux d'émission et la surveillance. En particulier, elle recommande une réutilisation de 90% des eaux usées et des déversements inférieurs à 5 m³/tonne d'acier, et si possible à moins de 1 m³/tonne d'acier.

Dans le cas du laminage à chaud à SONASID, les seuls rejets d'eau usée déversés vers le milieu naturel sont les purges directes et indirectes, estimées à 24.000 m³/an à Jorf et 73.000 m³/an à Nador. Le site de Nador rejette un volume d'eau usée, exprimé en m³ /t, plus de deux fois supérieur que le site de Jorf (tableau 9). Cela est dû aux faits que ce dernier est plus récent et bénéficie de techniques et d'installations plus modernes.

Par ailleurs, le circuit d'eau de refroidissement de l'aciérie montre bien l'existence des purges (rejets) négligeables car toutes les purges sont recyclées mais les quantités et la qualité de ces rejets restent inconnues.

Tableau 9 : Rejets d'eaux usées industrielles – SONASID

	Acierie Jorf	Laminoir de Jorf	Laminoir de Nador
Volume annuel de production en tonne :	625.000 tonnes de billettes/an	420.000 tonnes d'acier par an	530 000 tonnes d'acier par an
Volume d'eau usée rejeté par an	-	24.000 m ³ /an	73.000 m ³ /an
Volume d'eau usée rejeté par tonne d'acier	-	0,06 m ³ /t.	0,14 m ³ /t.

Quant à MAGHREB STEEL, les volumes des différents rejets sont donnés pour chaque procédé (voir partie II) et représentent au total 160 000 m³/an dont 100 000 m³/an passent par la station de traitement, le reste (concentrat des eaux d'osmose inverse et purge d'eau de refroidissement) est déversé directement dans l'égout municipal.

I-4-3-4 Composition des eaux usées

Les principaux polluants contenus dans les eaux usées industrielles du secteur sidérurgie sont les matières en suspension, les substances toxiques (métaux lourds, cyanures), huiles,

graisses et les produits acides. Les matières en suspension sont éliminées sans grandes difficultés techniques, par décantation. Les composés toxiques peuvent être éliminés, grâce à l'utilisation combinée de systèmes secondaires et tertiaires.

Quelques caractéristiques des rejets liquides du secteur sidérurgie, en particulier les charges polluantes, ont été relevées de la littérature et sont indiquées dans le tableau 4. Par exemple, les matières en suspension se trouvent parfois en grande quantité dans les eaux ayant servi pour le refroidissement (chargées en scories, calamines, métaux lourds,...) et sont évaluées à 220 kg/t d'acier, soit une concentration qui peut aller jusqu'à 4000 mg/l, la base d'un débit maximal de 55 m³/t. Si ces valeurs exemples sont extrêmes, la littérature relève pour ce paramètre (MES), des valeurs de charges qui ne dépassent pas généralement 2 000 mg/l et pour un rejet qui peut atteindre les 20 m³/t, soit 40 kg/t, dans le cas du laminage à chaud. Les ratios pour le laminage à froid sont estimés à environ 3 g/t. L'estimation des huiles et graisses peut atteindre l'ordre de 200 mg/l en laminage à chaud et de 270 g/l en laminage à froid (cas de MAGHREB STEEL).

Malheureusement, pour apprécier le flux de pollution journalier et pour calculer des ratios marocains pour ce secteur, nous ne possédons pas d'analyses et de mesures des débits à partir des échantillons composites ou/et horaires des eaux usées brutes à la sortie des usines que nous avons visitées. Cependant, dans le cas de SONASID, les débits horaires sont connus.

I-4-3-5 Techniques d'épuration et performances épuratoires

Pour faire face à des réglementations plus contraignantes, les entreprises doivent privilégier de plus en plus les solutions préventives et la réduction des rejets d'eaux usées. Les systèmes de gestion de l'environnement recourent donc de plus en plus aux technologies non polluantes et à l'amélioration des procédés pour respecter les normes imposées. Les solutions de fin de cycle, coûteuses, ne sont utilisées qu'en cas de recyclage de l'eau traitée ou qu'en dernier recours pour le traitement des rejets qui ne peuvent être éliminés autrement.

La plupart des installations de traitement permettent d'obtenir des eaux usées industrielles traitées de qualité satisfaisante. Certains procédés peuvent nécessiter des étapes d'épuration supplémentaires en cas de valeurs limites réglementaires sévères ou en cas de réutilisation, mais ceci ne pose pas de problèmes particuliers. De manière générale, on considère que si les eaux usées sont de qualité suffisante pour pouvoir être réutilisées dans les processus, elles peuvent être rejetées dans le milieu naturel.

Le niveau de traitement requis sur le site, dépendra largement du milieu récepteur : milieu nature (rejet direct) ou égout municipal (rejet indirect). Un traitement primaire suffira pour les rejets à l'égout comme c'est le cas pour MAGHREB STEEL, mais des traitements secondaire et tertiaire seront nécessaires en cas de rejets directs dans le milieu naturel ou en cas de recyclage complet, comme c'est le cas à SONASID. Notons que les procédés actuels de traitement des eaux usées industrielles de ce secteur peuvent être modifiés ou adaptés des eaux (par des projets de rénovation des stations de traitement des eaux des laminoirs qui sont en cours de réalisation) pour satisfaire aux nouvelles réglementations.

Les procédés actuels de traitement des eaux usées industrielles du secteur de la sidérurgie peuvent être modifiés ou adaptés pour satisfaire aux nouvelles réglementations. Les matières en suspension sont éliminées sans grandes difficultés techniques, par décantation et clarification. D'une manière générale, le traitement classique peut comprendre : égalisation, neutralisation, coagulation- floculation, décantation, déshuilage, filtration.

Les composés toxiques (métaux lourds), lorsque leurs teneurs dépassent les valeurs limites exigées par la réglementation, peuvent être éliminés de flux isolés, grâce à l'utilisation combinée de systèmes secondaires et tertiaires (élimination par physico-chimie, adsorption). Les boues industrielles sont filtrées, desséchées et gérées.

Pour le laminage à chaud, les eaux usées industrielles proviennent essentiellement du refroidissement des équipements des trains laminage et du produit fini. Nous retenons le système de traitement mis en place à SONASID qui consiste à réaliser un traitement par voie physico-chimique. En effet, selon les résultats d'analyses des eaux usées industrielles épurées, effectuées récemment (les valeurs moyennes d'analyses sont données dans les tableaux 10 et 11), les valeurs obtenues montrent qu'il s'agit d'un traitement très efficace et que les eaux rejetées dans le milieu naturel sont de bonne qualité.

Par exemple dans les publications de la banque Mondiale, on relève les ratios suivants, pour un débit de rejets de 0,1 m³/tonne d'acier :

- Zn : 0,6 g/tonne d'acier ;
- Pb : 0,15 g/tonne d'acier et
- Cd - 0,08 g/tonne d'acier.

Dans le cas de SONASID, on considère les débits de rejets de 0,06 m³/tonne d'acier à Jorf et 0,14 m³/tonne d'acier à Nador (tableau 9) et les résultats d'analyses des tableaux 10 et 11, on trouve :

- Zn : 0,6 g/tonne d'acier ;
- Pb : 0,15 g/tonne d'acier et
- Cd : 0,08 g/tonne d'acier.

Comme système d'épuration des eaux usées de ce secteur, nous recommandons les techniques de traitement suivantes (voir les stations de traitement à SONASID sur les figures de la partie II) :

Coagulation – floculation - décantation

A l'entrée de la station de traitement, on injecte un produit chimique (coagulant) et un floculant anionique. Les matières solides en suspension retrouvées dans les eaux de laminoir, sont majoritairement des particules métalliques, des scories, des calamines et des poussières qui vont être floculées et décantées. Les ions métalliques dissous sont transformés en hydroxydes ou en sels peu solubles et ils peuvent alors être séparés. La séparation des particules et des floes se fait généralement par séparation gravitaire (sédimentation). La concentration en matière en suspension et en métaux lourds peut être réduite à des valeurs très faibles (voir les résultats de la SONASID).

Déshuilage

Différentes méthodes peuvent assurer la séparation de la phase aqueuse et de la phase huileuse par traitement thermique, traitement chimique, flottation, adsorption ou filtration sur membrane. Pour le secteur sidérurgique, nous retenons la méthode la plus simple et efficace :

Séparation par flottation (laminage à chaud- cas de la SONASID)

Dans un bassin laissé au repos, les huiles sont récupérées en surface par raclage. La performance du système est améliorée en ayant recours à des floculants et en insufflant des petites bulles de gaz au fond du bassin pour remonter les huiles à la surface. La quantité des huiles récupérées au niveau des décanteurs, a été réduite à cause de l'installation d'un nouveau système de lubrification air-huile. La station de déshuilage sera rénovée au cours de cette année pour atteindre des concentrations d'huile très faibles, de l'ordre de 50 tonnes/an.

Filtration

Les particules très fines peuvent encore être éliminées à l'aide de filtres à graviers ou de filtres à sable ayant des dimensions granulométriques précises. Grâce à une pression créée dans le filtre, l'eau passe au travers du lit filtrant et se libère des particules qu'elle contient. Lorsque la différence de pression atteint certaines valeurs, mesurée par des manomètres à l'entrée et à la sortie du filtre, il est nécessaire de procéder au lavage de ce dernier. Les boues industrielles qui en résultent, sont filtrées, desséchées et gérées.

Lorsque les eaux usées sont évacuées dans les égouts, un traitement préliminaire sur place suffit : égalisation, coagulation-floculation, décantation et déshuilage.

L'utilisation des acides pour le décapage chimique d'acier dans le laminage à froid (à MAGHREB STEEL) présente plusieurs inconvénients tels que la nécessité de neutraliser les eaux usées acides, la difficulté d'élimination du fer, la production des quantités importantes de boues, le coût de traitement et la consommation importante de l'eau. Deux options peuvent être recommandées pour résoudre ce problème.

a- Régénération et recyclage de l'acide usé

La régénération des acides est un procédé propre et efficace, utilisé dans le monde pour remédier à ces problèmes environnementaux et qui représente un procédé de dépollution et d'économie de ressources.

Selon les pratiques de MAGHREB STEEL, la régénération des acides usés permet une production des acides à une concentration de 18 % et à une température de 80 °C (paramètres très favorables pour le recyclage direct et économique). Le procédé génère de l'oxyde de fer, un sous produit valorisable.

Principe : le décapage chimique par l'acide chlorhydrique conduit à la formation du chlorure ferreux. L'acide est régénéré à partir de ce dernier à une température de 800 à 900 °C par pyrolyse, selon la réaction :



Dans cette réaction, le fer se réoxyde et le chlore se recombine à l'hydrogène pour former les vapeurs d'acide qui sont épurées et refroidies, conduisant à l'acide liquide.

b- Traitement des eaux usées acides

Les étapes de traitement des eaux acides, sont les suivantes :

- pré neutralisation des eaux par ajout de lait de chaux afin d'élever le pH à environ 7 ;
- oxydation par barbotage de l'air sur pressé pour oxyder le fer ferreux Fe^{2+} en fer ferrique Fe^{3+} qui à son tour se transforme en hydroxyde de fer facile à décanter ;
- neutralisation par régularisation du pH entre 9 et 10 par rajout de lait de chaux ;
- floculation des hydroxydes par ajout d'un flocculant (grossissement de la taille du floc) ;
- décantation et séparation du surnageant et les boues ;
- l'eau traitée est rejetée vers le réseau d'assainissement ;
- filtration sur filtre presse des boues pour les déshydrater et
- gestion des boues.

Tableau 10 :
Caractéristiques moyennes des eaux usées industrielles - JORF (purge laminoir), prélèvements du 29/11/2006.

Tableau 11 :
Caractéristiques moyennes des eaux usées industrielles - NADOR (purge laminoir), prélèvements du 5 et 6/12/2006

pH	7.6	pH	7.5
Conductivité à 20 °C (µS/cm)	341.3	Conductivité à 20 °C (µS/cm)	2346.6
Température moyenne (°C) (eau)	22.80	Température moyenne (°C) (eau)	23.1
DCO (mg O ₂ /l)	9.26	DCO (mg O ₂ /l)	20.26
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	1.91	DBO ₅ (mg O ₂ /l)	1.98
NTK (mg N/l)	2.24	NTK (mg N/l)	2.29
PT (mg P/l)	2.37	PT (mg P/l)	0.32
MES (mg/l)	11.20	MES (mg/l)	10.43
PHENOL (mg/l)	0.02	PHENOL (mg/l)	0.02
H.G (mg/l)	0.66	H.G (mg/l)	1.45
CYANURE (mg/l)	0.005	CYANURE (mg/l)	0.005
DETERGENT (mg/l)	0.1	DETERGENT (mg/l)	0.07
HCT (mg/l)	0.37	HCT (mg/l)	0.68
F ⁻ (mg/l)	0.44	F ⁻ (mg/l)	1.93
Ag (mg/l)	0.009	Ag (mg/l)	0.007
Al (mg/l)	0.21	Al (mg/l)	0.48
As (mg/l)	0.09	As (mg/l)	0.026
Ba (mg/l)	0.012	Ba (mg/l)	0.103
Cd (mg/l)	0.0002	Cd (mg/l)	0.0002
Co (mg/l)	0.001	Co (mg/l)	0.001
CrT (mg/l)	0.012	CrT (mg/l)	0.012
Cu (mg/l)	0.112	Cu (mg/l)	0.045
Fe (mg/l)	8.99	Fe (mg/l)	4.50
Hg (mg/l)	0.003	Hg (mg/l)	0.002
Mn (mg/l)	0.096	Mn (mg/l)	0.068
Mo (mg/l)	0.028	Mo (mg/l)	0.044
Ni (mg/l)	0.023	Ni (mg/l)	0.080
Pb (mg/l)	0.017	Pb (mg/l)	0.006
Sb (mg/l)	0.054	Sb (mg/l)	0.033
Se (mg/l)	0.032	Se (mg/l)	0.043
Sn (mg/l)	0.584	Sn (mg/l)	0.892
Zn (mg/l)	0.239	Zn (mg/l)	0.447

II- Valeurs limites de rejets

II-1 Valeurs limites de rejets liquides

Les réglementations varient selon que les eaux usées sont déversées dans les égouts (rejet indirect) ou dans le milieu naturel (rejet direct). Les valeurs limites imposées pour les rejets directs sont généralement plus strictes que pour les rejets indirects, pour tenir compte de l'impact sur la santé en cas de contact ou de l'impact sur la qualité de l'eau lorsqu'elle est destinée à un usage quelconque. Le rejet indirect nécessite généralement un traitement préliminaire pour la qualité des eaux usées industrielles proche à celle des eaux usées domestiques.

II-1-1 Références internationales des valeurs limites de rejets liquides

Selon la politique de l'Union Européenne, les Etats membres sont libres d'élaborer leurs propres programmes pour atteindre les objectifs de protection de l'environnement. Ces Etats membres doivent prendre en considération la politique communautaire, qui insiste sur le fait que, s'il est vrai que la protection de l'environnement constitue un défi pour l'industrie, elle constitue aussi une opportunité pour les entreprises d'améliorer leur compétitivité par l'optimisation des ressources.

Dans le cas de la sidérurgie, des normes doivent définir le niveau des rejets acceptables pour les eaux industrielles. La Banque Mondiale, dans ses directives applicables aux pays en voie de développement, propose aussi des valeurs guides applicables aux rejets d'eaux usées de ce secteur. La bibliographie montre bien des variations des normes, applicables aux rejets de la sidérurgie, d'un pays à l'autre. Par exemple, les normes britanniques applicables à la sidérurgie ne sont pas les mêmes que celles des autres Etats membres de l'Union Européenne, chaque pays ayant des priorités différentes et des objectifs différents en matière de polluants. A titre indicatif, le tableau 12 compare les normes anti-pollution du Royaume-Uni, de l'Egypte et de la Banque mondiale pour les principaux polluants des eaux usées générées par l'industrie sidérurgique.

Tableau 12 : Comparaison des normes applicables dans la sidérurgie dans le Royaume-Uni, l'Egypte et la Banque mondiale

Polluant	Unités	Royaume Uni		Egypte		Banque Mondiale
		Egout *	Cours d'eau **	Egout	Rivière ou fleuve	Général
pH						6-9
MES	mg/l	30	-	500	30	50
DCO	mg/l	800	-	700	40	250
Phénol	mg/l	-	-	-	0,002	0,5
Cd	mg/l	1	0.05	-	0.01	0.1
Cr	mg/l	0.5	-	-	0.05	0.5
Zn	mg/l	-	-	-	1	2
Pb	mg/l	1	-	-	-	0.2
Hg	mg/l	0.5	-	-	-	0.1
CN total	mg/l	-	-	-	-	1
Huile et graisse	mg/l	-	-	-	5	-
Fluorures	mg/l	-	-	-	0,5	-

*Valeur indicative, déterminée par les différentes compagnies des eaux

**Une seule norme officielle est précisée. Les autres normes sont déterminées pour chaque site, en fonction des objectifs locaux de qualité de l'environnement.

Aucune comparaison directe n'est possible, mais les normes de la Banque Mondiale se situent entre celles du Royaume Uni et celles de l'Egypte, pour les déversements dans les égouts et dans milieu naturel.

Cas de quelques pays méditerranéens

Le tableau 13 donne les valeurs limites de rejets en Algérie (limites générales), au Liban et en Espagne (concernant les rejets dans les eaux de surface) et montre que les différences entre l'Algérie et l'Espagne sont insignifiantes. Dans certains cas, les valeurs limites de l'Algérie sont même plus strictes alors que le Liban tend de plus en plus à adapter les nouvelles installations aux normes de l'Union Européenne. L'Algérie a fixé des valeurs limites d'émission sans détail sur le milieu récepteur et sans faire de différence entre les nouvelles installations et les installations existantes. Le Liban a structuré ses valeurs limites

de rejets liquides sur le modèle de l'Union Européenne concernant les normes de qualité environnementale.

Dans la mesure où MAGHREB STEEL déverse dans l'égout municipal, nous avons aussi introduit dans ce tableau, à titre indicatif et comparatif, les valeurs imposées par Lydec.

Tableau 13 : Valeurs limites de rejets des eaux dans quelques pays méditerranéens

	Algérie	Liban		Espagne	Lydec	Projet Maroc de VLRG	
		Existante	Nouvelle			Rejet direct	Rejet indirect
Température (°C)	30	30	30	30	30	30	30
pH	5.5 à 8.5	5 à 9	6 à 9	5.5 à 9.5	5.5-9.5	6.5-8.5	6.5 à 8.5
MES (mg/l)	30	200	60	80	500	50	600
DBO ₅ (mg/l)	40	100	25	40	500	100	500
DCO (mg/l)	120	250	125	160	1200	500	1000
Azote Kjeldahl (mg/l)	40	40	30		150 à 200	30	-
Phosphore total (mg/l)		16	10	10	-	10	10
Cyanures (mg/l)	0.1	0.1	0.1	0.5	1	0.1	1
Aluminium (mg/l)	5	10	10	1	10	10	-
Cadmium ⁴⁺ (mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.1	3	0.2	0.2
Chrome ⁶⁺ (mg/l)	-	-	-	-	0.1	0.2	0.2
Chrome Total (mg/l)	-	-	-	-	2	2	2
Fer (mg/l)	5	5	5	2	5	3	3
Manganèse (mg/l)	1	1	1	2	-	1	1
Mercuré (mg/l)	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1	0.05	0.005
Nickel (mg/l)	5	2	0.5	2	1	0.5	0.5
Plomb (mg/l)	1	0.5	0.5	0.2	0.1	0.5	0.5
Cuivre (mg/l)	3	1.5	0.5	0.2	1	0.5	1
Zinc (mg/l)	5	5	5	3	1	5	5
Huile et graisse (mg/l)	20	30	30	20	-	30	50
Hydrocarbures (mg/l)	20	20	20		-	10	20
Phénols (mg/l)	0.5			0.5	5	0.3	5
Chlore actif (mg/l)	1	1	1	0.2	-	3	
PCB (mg/l)	0.001						
Détergents (mg/l)	2	3	3	2	-	3	-

II-1-2 Valeurs limites de rejets liquides proposées

Nous avons précisé, au début de ce rapport, que les activités du secteur qui existent au Maroc sont : laminage à chaud (SONASID) et laminage à froid (MAGHREB STEEL). Ces deux organismes se trouvent dans des sites industriels où SONASID déverse dans le milieu naturel (rejet direct) et MAGHREB STEEL déverse dans l'égout municipal (rejet indirect).

C'est pourquoi toutes les données analytiques de ces deux sites sont déterminantes dans la proposition des valeurs limites de rejets pour le secteur de sidérurgie. Les valeurs moyennes caractéristiques des eaux épurées à SONASID (tableaux 10 et 11) sont largement inférieures aux normes européennes et en particulier à celles des pays méditerranéens. Les valeurs limites proposées résultent de la synthèse de toutes ces normes des pays méditerranéens (tableau 13) et de la qualité des eaux épurées à SONASID.

II-2 Valeurs limites des émissions atmosphériques

En l'absence d'études de caractérisation approfondie des émissions atmosphériques, les valeurs limites sont proposées en se référant aux recommandations de la Banque Mondiale et aux normes en vigueur dans certains pays méditerranéens.

II-2-1 Références internationales des valeurs limites d'émissions atmosphériques

Le tableau 14 compare les normes anti-pollution du Royaume-Uni, de l'Egypte, l'Allemagne, le Danemark et de la Banque mondiale pour les principaux polluants de l'air dégagés par l'industrie sidérurgique.

Pour chacun de ces polluants et pour chacune de ces sources de pollution, le tableau 15 donne les liens entre les normes réglementaires et les technologies utilisées pour leur réduction. Ces données tendent à montrer que, pour la plupart des principaux polluants, la sévérité des normes constitue un important critère du choix des technologies de mise en conformité aux normes.

La Banque Mondiale a défini des directives très complètes pour le secteur de la sidérurgie, en se basant sur la législation des Etats-Unis, qui couvrent la prévention de la pollution et la lutte anti-pollution, les objectifs en matière de charges polluantes, les techniques de traitement, les niveaux d'émission.

Tableau 14 : Comparaison des normes de pays arabes et européens et de la Banque mondiale (polluants atmosphériques provenant de la sidérurgie en mg/m³ normalisé)

Polluant	Royaume Uni	Egypte	Danemark	Allemagne (acier)	Banque Mondiale
Particules	25-100 (selon la source)	200 (existants) 100 (nouveaux)	20	20 convertisseurs 50 unités de frittage 50 hauts fourneaux	50
SOx	2000 *	4 000 (existants) 2 500 (nouveaux)	500	500 (général)	500
NOx	650 *	3 000 (existants) 300 (nouveaux)	500	400	750
COV			500	-	
Cu			5	5 (général)	
Pb	2	20	1 - 5	5 (général)	-
Hg			0,1 - 0,5	0,2 (général)	
Cd	1	10	-	0,2 (général)	-
Zn			5	-	
Métaux lourds	-	25			-
Fluorures	10	20	-	-	5

Tableau 15 : Liens entre les réglementations, les technologies et les coûts

Polluant / source polluante	Réglementations	Techniques
Rejets de particules	<ul style="list-style-type: none"> • Les normes varient depuis 25 mg/m³ normalisé au Royaume Uni pour les sources ponctuelles d'émissions au niveau du toit de l'usine, jusqu'à un prélèvement général de 200 mg/m³ normalisé pour toutes les sources ponctuelles d'émission en Egypte. • Dans les pays industriels ou en voie de développement qui ont défini des normes pour les émissions des particules, les valeurs se situent, pour la plupart, dans cette fourchette. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dépendent de la nature des émissions et de la taille des particules. • Les cyclones sont utilisables lorsque les niveaux acceptés dépassent 500 mg/m³ normalisé. • Filtres à sac, laveurs humides et dépoussiérage électrostatique sont exigés pour les ramener à moins de 200 mg/m³ normalisé.
SOx	<ul style="list-style-type: none"> • Les normes comparées varient entre 500 mg/m³ pour la Banque Mondiale, et 4000 mg/m³ pour les sources d'émissions en Egypte. • Dans la plupart des pays industriels ou en voie de développement qui ont fixé des normes pour les rejets de SOx, celles-ci se situent dans cette fourchette. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dans la plupart des pays, une sélection judicieuse des matières premières suffit. • Les traitements de fin de cycle comprennent des épurateurs secs et humides.
NOx	<ul style="list-style-type: none"> • Les normes varient entre 300 mg/m³ normalisé pour les nouvelles installations en Egypte, et 3000 mg/m³ normalisé pour les installations plus anciennes. • Les normes japonaises sont plus strictes (120 mg/m³ normalisé), mais, dans la plupart des autres pays industriels ou en voie de développement qui ont fixé des normes pour les rejets de NOx, celles-ci se situent dans cette fourchette. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dans la plupart des pays, il suffit d'utiliser des brûleurs à faibles émissions, de choisir des combustibles adéquats et des systèmes de combustion modernes. • Les traitements en bout de chaîne comprennent les techniques de réduction.

Pour les principaux polluants atmosphériques tels que le SO₂, la législation nationale de certains pays fixe les normes d'émission selon une formule qui inclue divers facteurs comme la hauteur de la cheminée, la production et le climat local. Ceci introduit une certaine souplesse qui permet aux valeurs limites de varier selon la source et le lieu. Pour le NOx, de petites variations sont prévues pour tenir compte des capacités des installations, des types de combustibles utilisés et du site.

Le Japon est l'un des rares pays dans lesquels les émissions de SO₂ et NOx sont maîtrisées, du fait de la stricte réglementation applicable à ces polluants. Dans ce pays, des systèmes d'absorption ont été installés à la suite du dépoussiérage électrostatique, pour éliminer les SO₂, les NOx et les fluorures.

III- Coût de lutte contre la pollution

En sidérurgie, tant dans les pays développés que dans les pays en voie de développement, les dépenses de lutte contre la pollution, représentent la plus grande partie des coûts de protection de l'environnement. Le traitement des eaux usées industrielles étant effectué par des procédés normalisés, les coûts d'investissement et de fonctionnement sont principalement fonction des débits et varient d'un pays à l'autre, et même d'une région à l'autre au sein d'un même pays, et aussi selon le milieu récepteur.

Dans le cas des installations industrielles en service, l'entrée en vigueur de nouvelles réglementations sur la pollution industrielle exige que les entreprises :

- investissent dans des installations de traitement en fin de cycle, ou
- modifient leurs procédés de fabrication pour réduire ou supprimer les rejets.

On considère généralement que l'option qui consiste à adapter des dispositifs anti-pollution (c'est-à-dire, en bout de chaîne) aux installations existantes, est la plus coûteuse et celle qui génère le moins de valeur ajoutée, alors que les modifications apportées aux procédés de fabrication peuvent permettre de diminuer les coûts et d'améliorer le rapport coût/efficacité.

Les coûts d'investissement pour le traitement des eaux usées industrielles, peuvent être élevés. A titre indicatif, les coûts pour une unité de traitement classique (égalisation, neutralisation, décantation, filtration) peuvent s'élever à \$1 500/m³/h pour les débits les plus abondants. Les frais de fonctionnement dépendent des coûts de fonctionnement de l'unité de traitement des eaux usées et des redevances d'évacuation. A titre indicatif, ces coûts de fonctionnement varient entre 200 et \$500 par an/m³/h pour une unité classique de traitement. Les redevances de déversement varient considérablement d'un pays à l'autre.

Les technologies de lutte contre la pollution par SO₂ et NO_x, ne sont pas courantes, mais pourraient comporter des dispositifs de dépoussiérage par voie humide ou à sec pour les SO₂, et des systèmes de réduction (par catalyse et par absorption) pour les NO_x. Les coûts de ce type d'équipement varient beaucoup en fonction des sites, et dépendent de ses spécifications et du taux d'élimination requis. A titre indicatif, les coûts d'investissement varient entre 300 et \$700 la tonne de SO₂ éliminé, et entre 100 et \$200 la tonne de NO_x éliminé.

PARTIE II : ELABORATION ET TRAITEMENT DE L'ACIER AU MAROC
ELABORATION DE L'ACIER (ACIERIE) ET LAMINAGE A CHAUD (LAMINOIR)
- SOCIÉTÉ SONASID-

SONASID – JORF LASFAR ET NADOR

SONASID a été créée par l'Etat marocain en 1974 et privatisée en 1997, pour devenir le premier maillon d'une industrie sidérurgique marocaine qui puisse répondre aux besoins nationaux en produits sidérurgiques, destinés principalement aux secteurs de l'Habitat, du Bâtiment et des Travaux Publics.

La production a démarré en mars 1984 avec le laminoir de Nador, situé à 18 km au sud de la ville de Nador sur la Route Nationale RN 2, El Aâroui. L'activité principale du Site Nador est la fabrication des ronds à béton lisses, des ronds à béton nervurés et du fil machine en barres ou en couronnes. Sa capacité de production s'élève à environ 600 000 tonnes par an de ronds à béton et fil machine.

En 1996, SONASID introduit 35% de son capital en bourse et en 1997, l'Etat cède 62% du capital à un consortium d'investisseurs institutionnels, pilotés par la SNI, pour faire face aux nouvelles contraintes du marché et aux impératifs de compétitivité.

SONASID a lancé en 2000, une nouvelle unité de production à Jorf Lasfar. Le nouveau laminoir a été mis en service en juillet 2002 et enregistre une production annuelle de 300 000 tonnes de fer à béton et de laminés marchands.

En 2003, SONASID s'est lancée dans un ambitieux projet de création d'une aciérie électrique à Jorf Lasfar, qui a démarré en août 2005 et qui permet de produire entre 625 000 et 1 000 000 tonnes de billettes d'acier par an.

Le site SONASID de Jorf Lasfar est situé dans une zone industrielle, à 1,5 km du port, d'une surface aménagée de 15 hectares.

I- DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE

I-1 Site Jorf Lasfar

- Le contexte géographique : usine construite à moins de 1,5 Km du port de Jorf Lasfar et du complexe phosphatier de l'OCP et à proximité d'un douar vivant de l'agriculture.
- Le climat : de type semi-aride à humide en bordure de l'Océan atlantique, avec une précipitation moyenne de 390 mm, une température moyenne de 17 °C environ et une évapotranspiration de l'ordre de 320 mm. Les vents dominants soufflent dans des directions Nord – Sud à Nord Est-Sud Ouest.
- Le contexte géologique : usine construite sur une formation de croûtes calcaires d'âge Plioquaternaire (épaisse de 6 à 10 m), reposant sur des intercalations marno-calcaires d'âge Cénomaniens (Ere Secondaire).
- Les sols : généralement très rocheux et de faible épaisseur, leur nature est sablo-argileuse.
- Hydrologie : absence de cours d'eau pérenne ou temporaire dans la zone.
- Hydrogéologie : la nappe phréatique circule dans les calcaires fissurés du Cénomaniens, à des profondeurs supérieures à 12 m en moyenne. L'eau souterraine est généralement saumâtre et de qualité médiocre.
- La faune et la flore : peu de végétation continentale (touffes et arbustes). La faune marine est développée.

I-2 Site Nador

- Le contexte géographique : l'usine est située à moins de 15 km de la mer méditerranéenne et à 7 km de l'aéroport d'El Arui.

- Le climat : légèrement humide en hiver et sec en été. Les vents dominants soufflent du Sud-Ouest vers le Nord Est en hiver et du Nord-Est vers le Sud-Ouest en été.
- Le contexte géologique : l'usine est construite sur une formation calcaire (épaisse de 3 à 15 m).
- Les sols : ils sont généralement rocheux et très peu développés dans la zone.
- Hydrologie : aucun cours d'eau.
- Hydrogéologie : la nappe phréatique circule dans les calcaires fissurés à des profondeurs moyennes de 4 à 8 m. L'eau souterraine est saumâtre, avec des teneurs en sels de 2 à 4 g/l.
- La faune et la flore : peu de végétation continentale (touffes et arbustes).

II- DESCRIPTION DES PROCÉDES DE PRODUCTION

II-1 Site Jorf Lasfar

La SONASID – Jorf Lasfar comporte les ateliers suivants :

- **Four électrique et four poche** : Acier liquide par fusion de la ferraille.
- **Coulée continue** : Billettes d'acier à partir de l'acier liquide produit par les fours.
- **Laminoir à barres** : Rond à béton et laminés marchands à partir de la billette produite.

II-1-1 Aciérie

La figure 3 présente le Bilan matières de l'aciérie de SONASID – Jorf Lasfar. Quant à la figure 4, elle montre le schéma du procédé de l'aciérie.

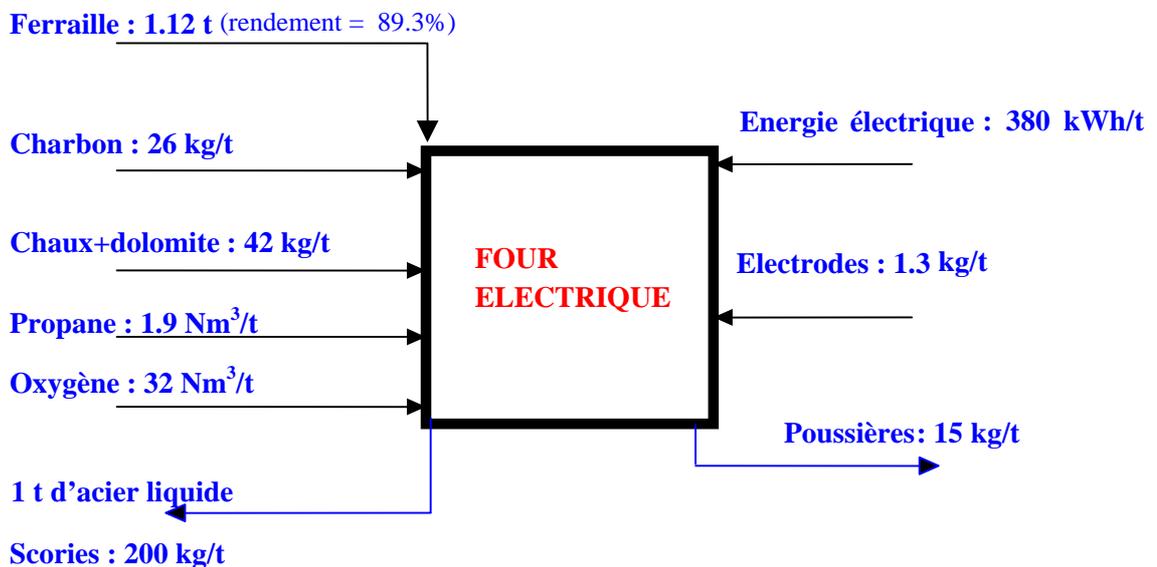


Figure 3 : Bilan matières de l'aciérie Jorf Lasfar

L'aciérie électrique SONASID est une unité de production de billettes à partir de la fusion de ferrailles. La capacité nominale de cette aciérie est de l'ordre de 800 000 tonnes /an.

Le four électrique de cette aciérie se compose d'une cuve d'acier garnie de réfractaires. L'énergie nécessaire est fournie par des arcs électriques jaillissant entre des électrodes en graphite. La consommation annuelle de l'énergie électrique est de l'ordre de 300 GWh avec une puissance électrique de 80 à 100 MW. Les besoins énergétiques sont complétés par l'énergie chimique (injection d'oxygène, charbon et propane).

La ferraille est chargée en continu sur un convoyeur spécial prolongé par un tunnel dans lequel la ferraille est préchauffée à l'aide des fumées sortant du four. L'affinage de l'acier fondu est réalisé par la réaction du métal liquide avec un laitier à base de chaux.

L'opération de fusion est souvent accompagnée ou suivie d'une opération de décarburation et de déphosphoration réalisée par l'insufflation d'oxygène. La décarburation doit amener le bain métal à une teneur de carbone désirée et grâce au dégagement d'oxydes de carbone, elle facilite l'élimination des gaz dissous. La déphosphoration est obtenue par oxygénation en oxydant le phosphore par formation de P_2O_5 obtenu à partir de la chaux du laitier.

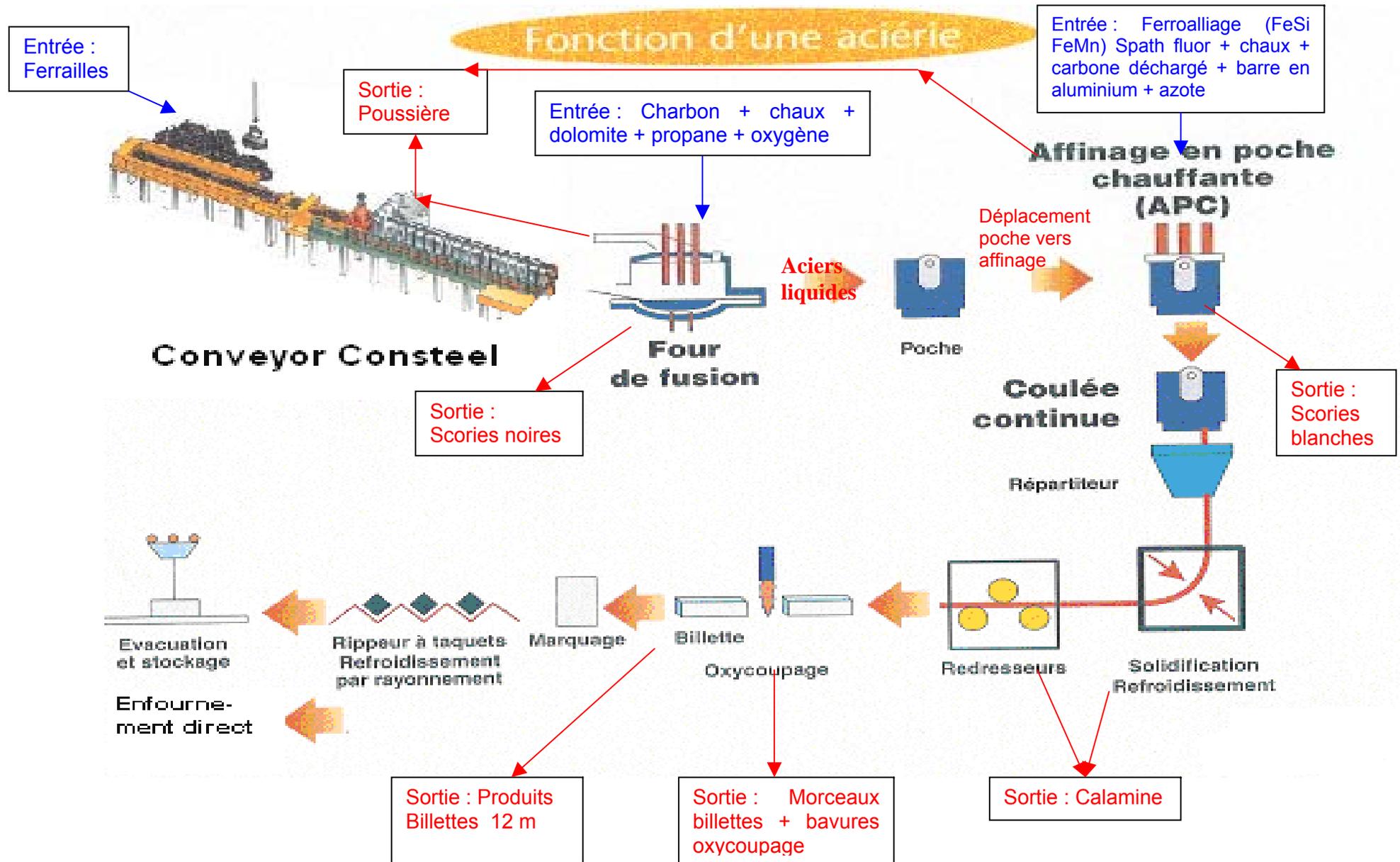


Figure 4 : Procédé des fabrications des billettes.

Après décrassage, le métal est coulé en poche. Pour augmenter les rendements, les additions sont ajoutées pendant la coulée en poche. La poche est ensuite reprise par un pont roulant. Une fois la nuance programmée obtenue, la poche du métal est transférée au stand de coulée continue.

La coulée continue consiste essentiellement à :

- former de façon continue, dans une lingotière ouverte à ses deux extrémités et énergiquement refroidie, une croûte de métal solide assez résistante pour contenir le métal encore liquide ;
- faire avancer cette croûte qui est détachée de la lingotière grâce à la contraction du métal et à un système d'oscillation qui permet de séparer la couche solidifiée de la paroi de la lingotière. La solidification se termine par le passage du métal dans un système de refroidissement à eau pulvérisée ;
- le produit extrait est redressé, découpé par un système d'oxycoupage, marqué et refroidi sur un lit à air avant de l'évacuer dans une zone de stockage ;
- le processus d'évacuation des billettes (avant le marquage) permet aussi la possibilité d'enfourner à chaud les billettes dans le four du laminoir.

II-1-2 Laminoir – Jorf Lasfar

Le laminoir produit du rond de 8 à 40 mm et des laminés marchands dans la gamme des carrés, cornières, sections en U et plats, selon les dimensions répondant aux besoins du marché national. Il est doté de :

- un four de réchauffage des billettes ;
- un train continu de cages et de tous les équipements mécaniques et électriques nécessaires à la bonne exploitation ;
- aires de stockage de la matière première et du produit fini ;
- services des fluides ;
- installations et poste de transformation électrique ;
- ateliers, laboratoire et magasins ;
- ponts roulants et engins mobiles ;
- bâtiments auxiliaires et administratifs.

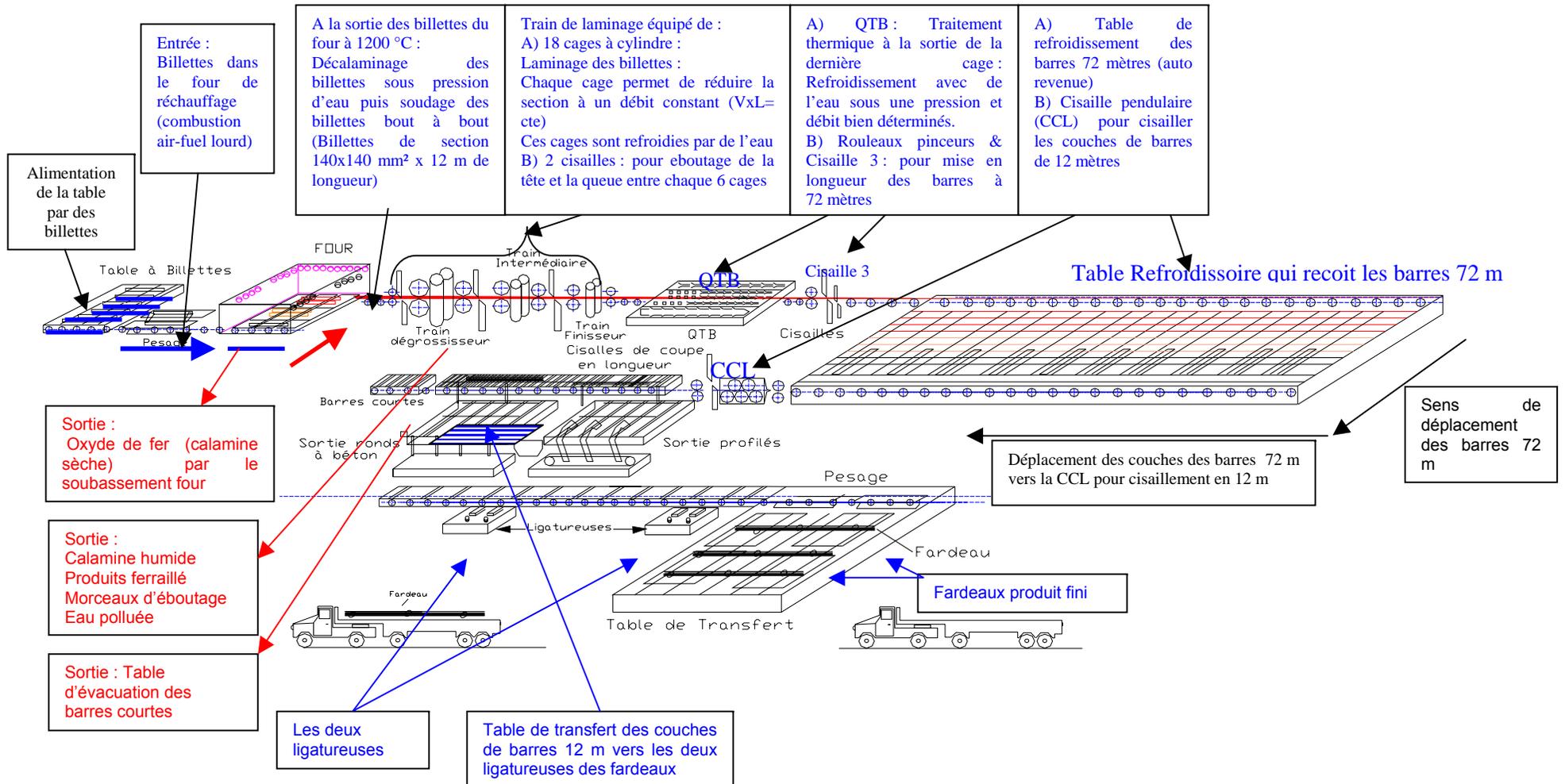
La figure 5 présente le schéma du procédé du laminoir de la SONASID Jorf Lasfar.

Le chargement des billettes dans le four se fait à partir du parc interne par le biais d'un pont roulant de 20 tonnes et d'une table de chargement qui se trouve avant l'entrée du four, en face d'une table à rouleaux. Cette dernière est équipée d'un système de pesage qui permet de peser chaque billette avant qu'elle ne soit chargée dans le four. Le four de réchauffage est un four mobile à combustion par le haut avec brûleurs latéraux et frontaux. Les billettes sont rangées à l'intérieur du four en une rangée de 12 m. La capacité nominale du four pour un chargement à froid est de 80 tonnes/heure.

Lorsque la billette atteint la température idéale de laminage, plus de 1200 °C, elle est déchargée et transférée vers la ligne de laminage située à l'Est du four.

Le train de laminage est constitué de 18 cages, il s'étale sur une longueur d'environ 55 m. Le train dégrossisseur, cages 1 à 6, est composé de cages verticales et de trois cages horizontales déposées en alternance. L'ensemble est conçu de façon à avoir un laminage continu de billettes sans torsion. Une cisaille est installée à l'entrée du train dégrossisseur pour le cisaillement d'urgence de la billette.

Une machine à dresser multi barres est placée à la sortie du lit de refroidissement. Lors de la fabrication des profilés (U, cornière, plat essentiellement), elle est utilisée pour le redressage des barres améliorant ainsi leur droiture. Pour le cas des profilés, un rouleau entraîneur placé entre le refroidissement et la machine à dresser permet de retirer les profilés et de les transférer vers la machine à dresser.



Les couches de barres ainsi formées sont empilées et transférées vers la ligatureuse qui permet de lier les paquets avec du fil. Les paquets ligaturés sont ensuite pesés et transférés vers un convoyeur de stockage, installé après la ligatureuse, qui les évacue vers l'aire de stockage du produit fini.

Evolution prévisionnelle de l'activité - site Jorf Lasfar

- En 2006, soudage des billettes.
- En 2006, chargement à chaud des billettes directement de l'aciérie dans le four de réchauffage du laminoir.
- Remplacement des cylindres en fonte par des cylindres avec bagues en carbure.
- Logiciel d'optimisation du four.
- Gestion et valorisation des sous produits de l'aciérie.

II-2 Site Nador

L'outil de production est un laminoir du type train à fil à deux veines de haute précision, conçu par MORGAN Construction & Co (USA) et construit par DAVY Mc KEE (Royaume Uni).

Paramètres d'exploitation du laminoir :

- Capacité de production nominale: 420.000 tonnes par an (actuellement 530.000).
- Train dégrossisseur : 7 cages.
- Train intermédiaire : 8 cages.
- Trains finisseurs : 10 cages par veine.
- Bobinoir pour les diamètres : 16 à 25 mm.
- Vitesse de laminage : 75 m/s pour le rond de 5,5 mm.
- Four de réchauffage à longerons mobiles.
- Capacité maximale : 140 t /h.
- Rendement moyen : 97 %.
- Refroidissement contrôlé Système eau / air sur STELMOR, HYQST.

La figure 6 présente le schéma du procédé de production. Le Bilan matières est représenté par le tableau 16 et la figure 7.

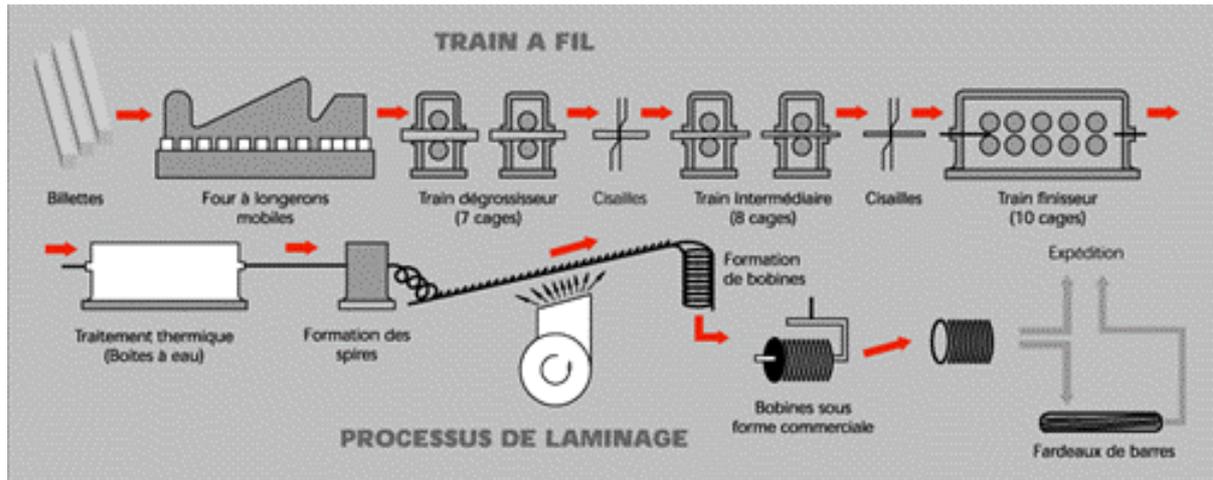


Figure 6 : Schéma du procédé de production – site de Nador.

Année	Réception de billettes	Consommation de billettes
2004	633 105	529 686
2005	548 977	598 658
2006 fin mars	121 780	104 720

Tableau 16 : Bilan matières du site de Nador.

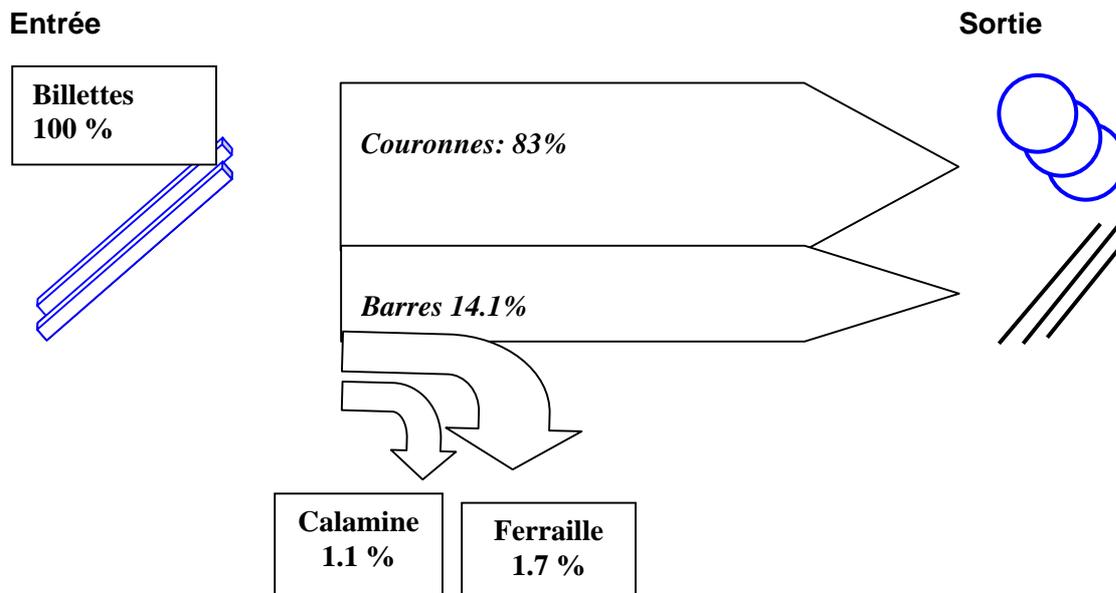


Figure 7 : Schéma du bilan matières – Laminoir de Nador

Evolution de l'activité - Nador

- **Soudabilité du produit** (fin 1999) qui a permis d'élargir la gamme de produit fini SONASID en fabriquant la qualité FeE500S. Le projet consiste à remplacer le procédé de traitement en ligne STEMOR par le procédé HYQST (trempe suivi d'une auto revenue) nécessitant une grande quantité d'eau pour baisser la température du fil laminé de 1100 à 620 °C.
- **Revamping ligne de laminage** (fin 2004) qui a permis en plus du laminage des billettes 140x140 mm, une augmentation de la production annuelle à 650 000 tonnes en augmentant la vitesse de laminage (production horaire nominale est passée de 120 à 145 T/h).
- **Remplacement des cylindres en fonte par des cylindres avec bagues en carbure** pour les cages 12 à 15 (au cours de 2006) nécessitant un refroidissement intense à cause de leur dureté élevée et de leur sensibilité aux chocs thermiques.
- **Remplacement des rampes de refroidissement des cages** des trains dégrossisseurs, intermédiaire et finisseur (au cours de 2006) par des rampes efficaces et de bonne conception.
- **Revamping de la station de traitement des eaux.**
- **Automatisation de la station de traitement des eaux.**

III- ALIMENTATION EN EAU

III-1 Site Jorf Lasfar

Sur la base de la production annuelle donnée dans le tableau 17, les ratios en eau consommée respectivement par l'aciérie et le laminoir sont de 0,93 et 0,40 m³ /t. Dans la littérature, on estime que les besoins en eau en laminage à chaud peuvent aller jusqu'à 22 m³ /t. Cette performance en consommation d'eau par les deux sites de SONASID est due à l'existence de circuits fermés, au traitement et au recyclage de l'eau.

Tableau 17 : Consommation d'eau – Site Jorf Lasfar

	Usine 2 (Laminoir de Jorf)	Usine 3 (Aciérie Jorf)
Volume annuel de production	420.000 t d'acier par an	625.000 t de billettes/an
Volume d'eau consommée	170.000 m ³ /an	580.000 m ³ /an
Volume d'eau rejetée	24.480 m ³ /an, à raison de 3 m ³ /h	0 m ³ (pas de déversement)

Mesure d'économie d'eau

Pour l'ensemble de l'usine, SONASID a investi dans :

- deux stations de traitement et de recyclage des eaux industrielles ;
- une station d'osmose inverse ;
- une station de traitement des eaux usées domestiques.

L'investissement global de 2002 à 2005, est de 98 Millions de dirhams pour économiser 1,8 millions de m³ d'eau par an.

III-2 Site Nador

L'alimentation en eau est assurée par une adduction d'eau à partir du canal d'irrigation Bouareg, d'un débit de 40 litres par seconde. Sur la base d'une production annuelle de 530 000 tonnes, la consommation en eau varie d'un minimum de 0,27 m³ /t à un maximum

de 0,40 m³ /t (tableau 18). Le volume d'eau consommée par tonne reste assez faible par rapport au besoin spécifique en laminage à chaud qui peut aller jusqu'à 22 m³ /t.

Tableau 18 : Consommation d'eau – Site Nador

Usage de l'eau	Provenance de l'eau	Qualité requise	Besoins en eau (m ³ /j)		Besoins en eau (m ³ /j)	
			Min	Max	Min	Max
Refroidissement du Process	Eau du barrage	Eau non corrosive ni entartrante	400	600	144 000	216 000

IV- CONSOMMATION D'ENERGIE

IV-1 Site Jorf Lasfar

Fuel oïl :

- Type : fuel N°2 de très mauvaise qualité – S : 4 à 6%.
- Consommation annuelle : 31 kg/ t de rond à béton.
- Composition chimique : le tableau 19 résume les caractéristiques chimiques.

Tableau 19 : Caractéristiques chimiques du fuel oïl – Site Jorf Lasfar

Caractéristique	Unité	Mesure
Viscosité à 50 °C	Constante	619,58
Insoluble pentale		3
Présence d'eau		1,6

Electricité :

- 369 310 000 kWh sont consommés par l'aciérie pour une production de 508 000 Tonnes de billettes.
- 46 620 000 kWh sont consommés par le laminoir pour une production de 444 000 Tonnes (Produit fini laminoir JORF).

Mesure d'économie d'énergie :

Le tableau 20 présente pour chaque atelier les mesures à mettre en œuvre et l'économie réalisée.

Tableau 20 : Les mesures d'économie d'énergie du site Jorf Lasfar

Atelier	Mesure à mettre en œuvre	Economie réalisée
Aciérie	Convoyeur d'alimentation en continu du four– investissement fait en 2005 : 45 Millions de DH	Récupération d'énergie : équivalent de 35 kW/T d'acier produite
Coulée continue	Enfournement à chaud des billettes dans le four du laminoir – Investissement de 12 Millions de DH en 2005/2006	Economie de 8 kg de fuel oil par tonne de rond à béton produite
Laminoir	Laminage en continu par soudage des billettes – Investissement de 41 Millions de DH fait en 2005	Economie de 1,3% de matière première

IV-2 Site Nador

Electricité

L'alimentation en énergie électrique est assurée par une ligne 225 KV de l'Office National d'Electricité (tableau 21).

Tableau 21 : Consommation d'électricité et de fuel oïl – Site Nador

Atelier	Source d'énergie	Transformation éventuelle	Coût de l'énergie	Unité/ an	
				Min	Max
Combustion four	Fuel oïl	Calorie + gaz	3284,83 DH/T		31 kg/Tonne produite
Electricité	Electricité		0,55 DH/kWh		130,14 kwh/Tonne produite

Fuel oïl (fuel N°2)

- Consommation annuelle : 31 kg/ T (tableau 21).
- Composition chimique : elle est résumée dans le tableau 22.

Tableau 22 : Caractéristiques chimiques du fuel oil – Site Nador

Caractéristiques	Unité	Mesure
Viscosité à 50 °C	Constante	619,58
indice de viscosité		
Insoluble pentale		3
TBN		
TAN		
Présence d'eau		1,6
Point d'éclair		
Emulsions		
Moussage		

Mesures d'économie d'énergie

Les mesures d'économie d'énergie réalisées, prévues et possibles, se résument comme suit :

2004

Revamping four avec commande digitale.

2005

- Automatisation de la ligne de laminage avec installation de drives digitaux.
- Augmentation de débit d'air par installation des nouveaux compresseurs.

2006

- Automatisation du CTI.
- Automatisation de la station de traitement des eaux.

V- GAMME DE PRODUITS

- Billettes d'acier de section 140x140 mm² de longueurs 12 et 13 m (**Aciérie**).
- Rond à Béton (**laminoir de Nador et de Jorf Lasfar**) :
 - Rouleaux (1,5 to 2 T): 6 – 8 – 10 – 12 mm.
 - Barres (12 m – 2T) : 8 – 10 – 12 – 14 – 16 - 20 – 25 – 32 – 40 mm.
- Laminés Marchands (**laminoir de Jorf Lasfar**) :
 - Ronds et carrés 10 à 40 mm.
 - Plats 25x3 to 60x6.
 - Cornières, U, T 25 jusqu'à 60 mm.
- Fil Machine (**laminoir de Nador**) :
 - Rouleaux (1,5 to 2T) 5,5 – 7 – 8 - 14 mm.
 - Fil pour tréfilage (Calmé et Effervescent).
 - Fil pour treillis soudé (tréfil. Lam. à froid).
 - Fil pour électrodes de soudure.
 - Fil pour frappe à froid.

Les tableaux 23 et 24 présentent l'évolution de la production sur les sites Jorf Lasfar et Nador.

Tableau 23 : Evolution de la production au site Jorf Lasfar

Types de produits	Quantités produites (tonnes/an)				
	2002	2003	2004	2005	2006 fin mars
Ronds à béton	70 006	210 939	238 570	321 277	90 826
Laminés marchands	-	9 927	27 959	7 741	0
Billetes	-	-	-		44 897

Tableau 24 : Evolution de la production au site Nador

Types de produits	Quantités produites (tonnes/an)				
	2002	2003	2004	2005	2006 fin mars
Ronds à béton lisse	41 183	45 761	54 017	46 488	12 076
Ronds à béton nervuré (HLE)	456 608	432 775	381 368	445 255	79 485
Fil machine (FM)	61 855	74 192	79 145	86 955	19 583
TOTAL	559 646	552 728	514 530	578 699	101 144

VI- ETUDE DES REJETS

VI-1 Rejets liquides

Les circuits de refroidissement sont de deux types :

- **Circuit indirect** : c'est un circuit semi-ouvert qui assure le refroidissement des accessoires du four, de la centrale hydraulique et des compresseurs. Ce rejet est généralement chargé en matières en suspension lorsqu'il s'agit d'un mauvais traitement au niveau du procédé. Ce circuit est alimenté en continu avec de l'eau d'appoint afin de minimiser l'effet de certains paramètres (température, TDS, MES, salinité,...) responsables de développement d'algues. L'eau de purge de ce circuit (indirect) est envoyée vers le circuit direct afin d'économiser l'eau d'appoint.

- **Circuit direct** : c'est un circuit semi-ouvert, il a pour objectif le refroidissement des joints du four, le refroidissement des trains dégrossisseurs, intermédiaires et finisseurs. Il assure aussi la trempe (opération de traitement du fer à béton soudable). Ce rejet est généralement chargé en calamine, graisses, huiles et en morceaux des produits finis.

VI-1-1 Nature et volume des rejets /milieu récepteur

Les données sur lesquelles nous nous sommes basés, nous ont été fournies par SONASID.

VI-1-1-1 Site Jorf Lasfar

Le tableau 25 présente les types de rejets générés et certaines de leurs caractéristiques.

Tableau 25 : Rejets liquides –site Jorf Lasfar

Atelier	Type de rejet	Volumes rejetés		Polluants Véhiculés		Milieu récepteur
		m ³ /j	m ³ /an	Nature	Quantité	
Acierie	Pas de rejets liquides industriels – faibles volumes d’eaux usées domestiques captées, traitées (s’évaporent ou rarement utilisées pour arroser les plantes)					
Coulée continue	Pas de rejets liquides industriels – faibles volumes d’eaux usées domestiques captées, traitées (s’évaporent ou rarement utilisées pour arroser les plantes)					
Laminoir	Purge du circuit de refroidissement	Enviro n4	24.000 à raison 3 m ³ /h	Néant		Mer
Eaux usées domestiques	Evacuation de l’eau claire après oxygénation	Volume faible		Pas de polluants, l’eau est claire		Mer

Acierie

La figure 8 présente le circuit d’eau de l’acierie. Le procédé de fabrication de l’acier ne nécessite pas d’eau comme matière première. Cependant, les différentes installations doivent être refroidies tout le long du processus et les circuits de refroidissement concernés sont des circuits fermés. Le refroidissement des billettes constitue le seul point où l’eau entre en contact avec la matière et le circuit correspondant est ouvert vers des hydro cyclones décanteurs.

Les boues issues de ces hydro cyclones, constituent le seul rejet du circuit de l’eau de la nouvelle acierie. Les débits de boues sont estimés à environ 55 m³/J avec une charge solide annuelle de 3 tonnes. Ces boues sont évacuées vers l’épaississeur du laminoir, sans préciser la destination finale.

La purge, la vaporisation et les fuites sont compensées par un appoint d’environ 80 m³/h, apportés au circuit de refroidissement de l’acierie.

VI-1-1-2 Site Nador

Le tableau 26 présente les types de rejets générés et certaines de leurs caractéristiques.

Tableau 26 : Rejets des eaux épurées

Atelier	Type de rejet	Volumes Rejetés		Polluants Véhiculés		Milieu récepteur
		m ³ /j	m ³ /an	Nature	Quantité	
Station de traitement des eaux industrielles	Purge du circuit de refroidissement	200	73 000 environ	Néant	Néant	Oued sec
Station des eaux usées domestiques	Evacuation de l’eau claire après oxygénation	Négligeable	Négligeable	Pas de polluants, l’eau est claire		Oued sec

La figure 9 présente le diagramme synoptique schématisant les flux des rejets liquides et solides et des effluents gazeux, produits au niveau des ateliers de production

VI-1-2 Traitement des eaux usées industrielles (laminoir)

Les eaux usées industrielles provenant essentiellement du refroidissement des équipements des trains laminage et du produit fini, sont traitées par voie physico-chimique.

La première étape du traitement est une coagulation - floculation où l'on injecte un produit chimique et un floculant anionique, suivie d'une décantation, déshuilage, filtration sur filtres à sable et enfin l'eau passe par la tour de refroidissement. Lors du refroidissement de ces eaux, on injecte l'inhibiteur de corrosion, d'entartrage et biocide (produits verts).

Les stations de traitement des eaux usées industrielles des laminoirs des deux sites Jorf Lasfar et Nador sont présentées respectivement sur les figures 10, 11 et 12.

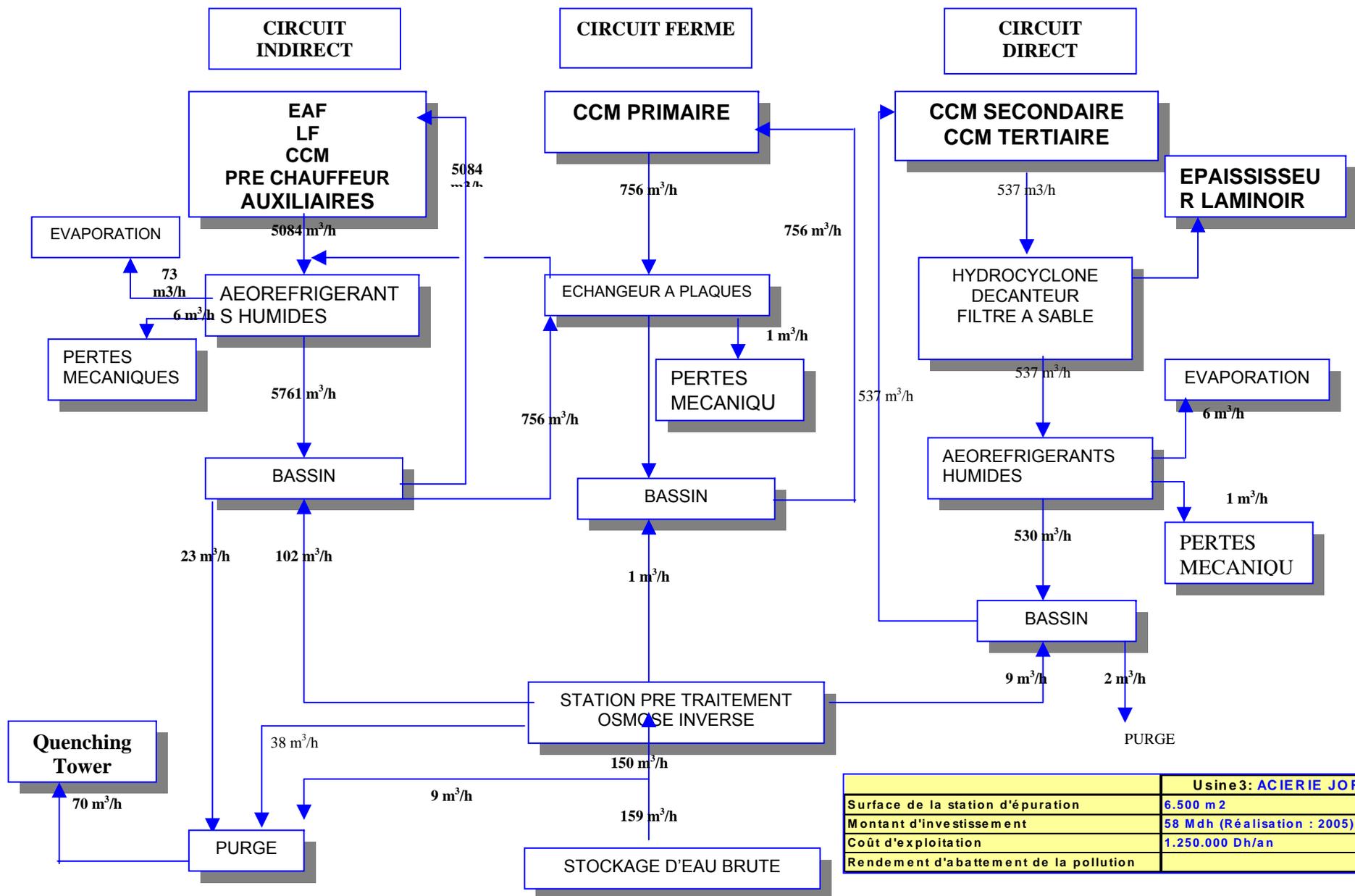
Description des techniques d'épuration à Jorf Lasfar

- Prétraitement : dégrillage mécanique et neutralisation.
- Coagulation - floculation (addition d'un floculant anionique).
- Décantation : deux décanteurs d'une capacité de 1000 m³ chacun (le volume du circuit : 2000 m³).
- Déshuilage et dégraissage.
- Filtration sur filtres à sable.
- Addition des biocides et traitement chimique (amines) pour lutter contre la corrosion.
- Refroidissement au niveau de la tour.
- Recyclage vers l'usine.

La réutilisation rend l'eau concentrée en éléments divers, il est donc nécessaire d'effectuer des purges. Ces purges (3 m³/h) et l'évaporation (13 m³/h) sont compensées par un appoint (eau de ville). Les purges directes et indirectes se déversent vers le milieu naturel, leur mélange constitue la purge commune.

Les principaux polluants rencontrés sont les matières en suspension, les huiles, les graisses et les métaux lourds, éliminés sans grandes difficultés techniques par les installations d'épuration mises actuellement en place.

Figure 8 : Station de traitement d'eau Aciérie



Usine3: ACIERIE JORF	
Surface de la station d'épuration	6.500 m ²
Montant d'investissement	58 Mdh (Réalisation : 2005)
Coût d'exploitation	1.250.000 Dh/an
Rendement d'abattement de la pollution	100%

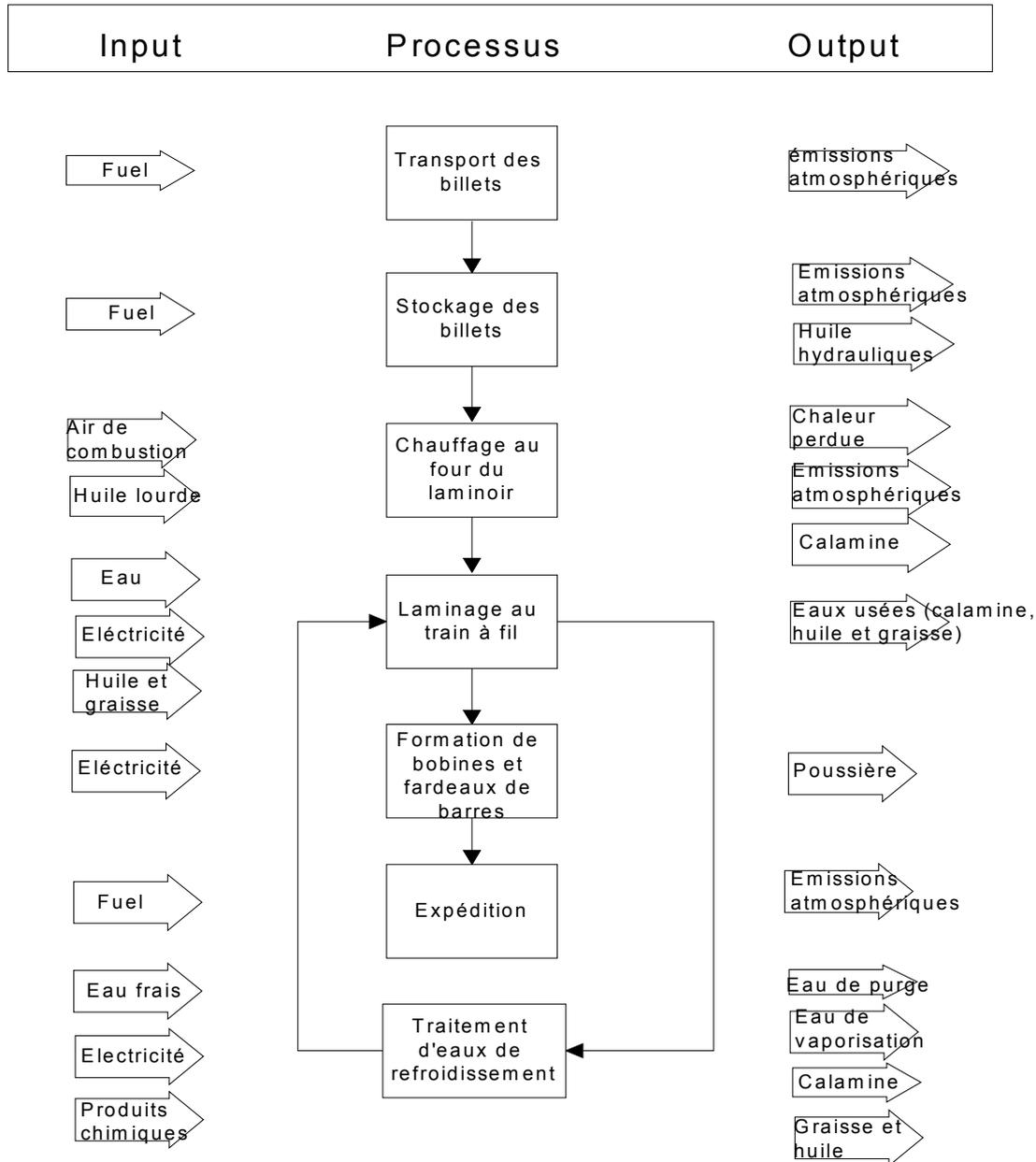


Figure 9 : Flux des rejets

Si l'on considère les résultats d'analyses (annexe), communiqués par SONASID, les eaux usées traitées sont de qualité suffisante pour être réutilisées dans les processus ou rejetées dans les plans d'eau. Si les échantillons ont été prélevés à partir des purges, juste au point de déversement vers le milieu naturel et dans cette hypothèse précise, les résultats d'analyses présentés dans l'annexe démontrent que le système de traitement mis en place est performant, en particulier celui de Jorf Lasfar. De manière générale, la qualité de l'eau traitée est excellente. Cela s'expliquerait par le fait que le site de Jorf est récent et qu'il bénéficie de techniques modernes.

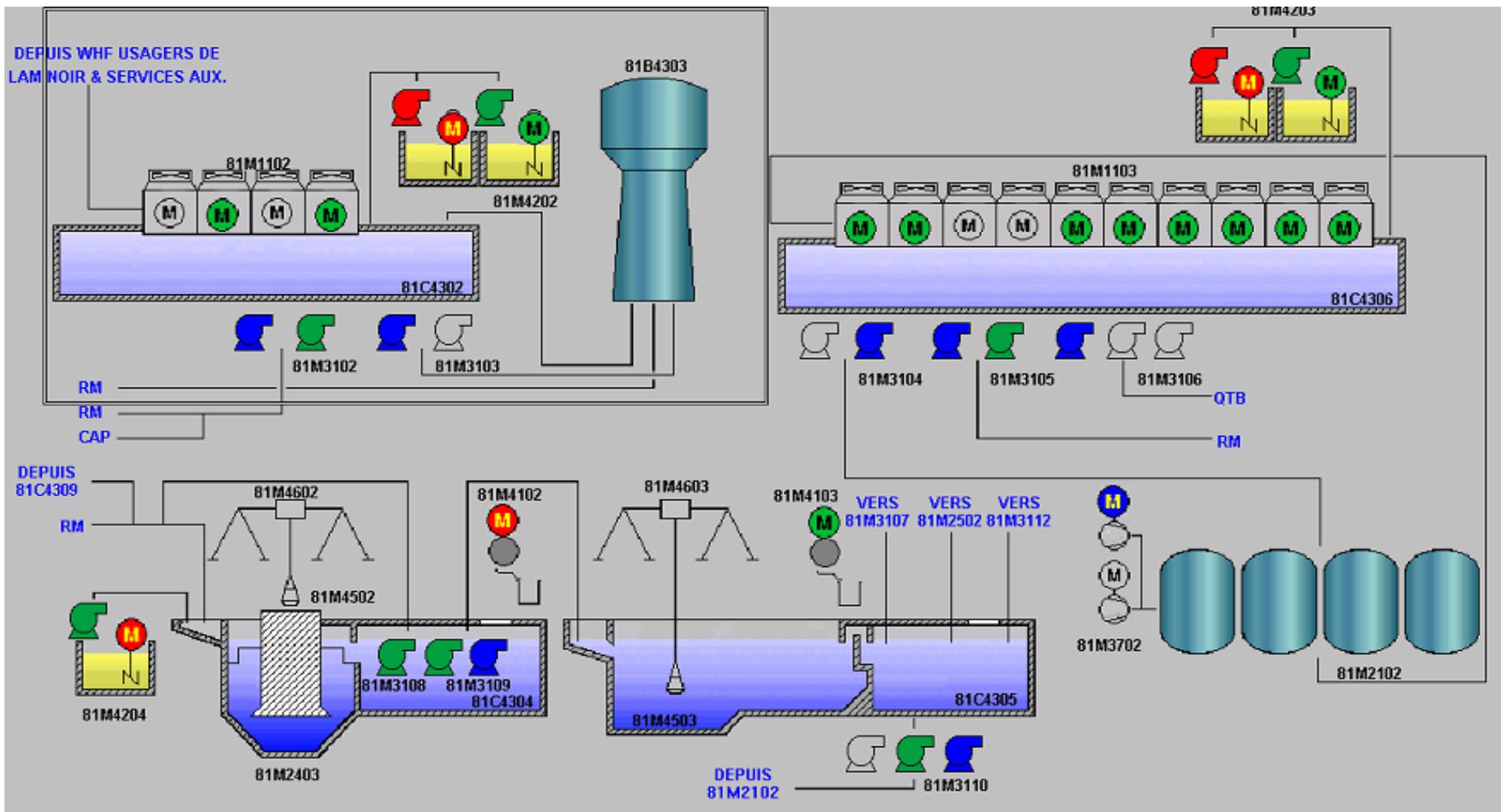


Figure 10 : Station de traitement des eaux du laminoir- site Jorf. Lasfar.

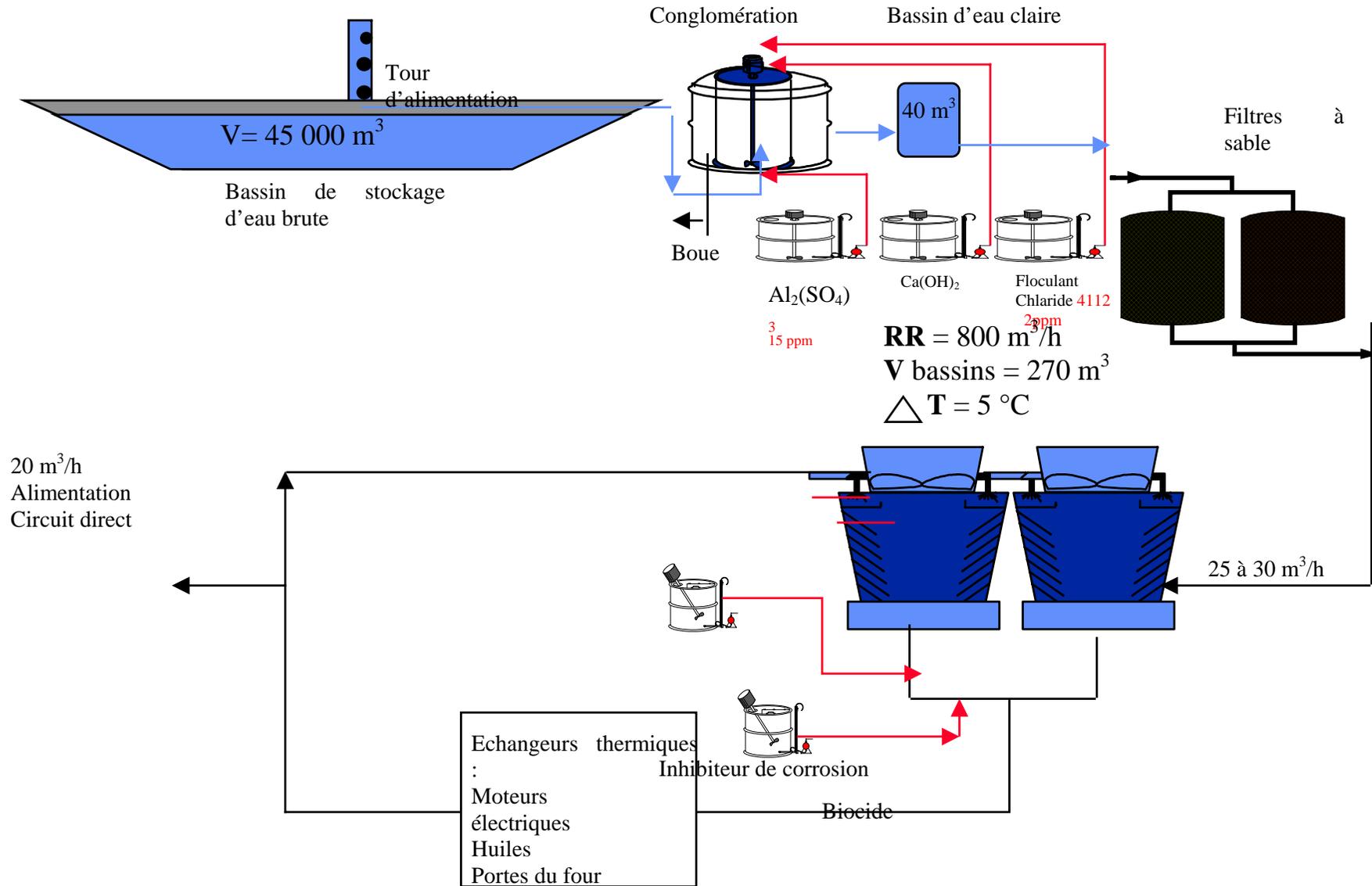
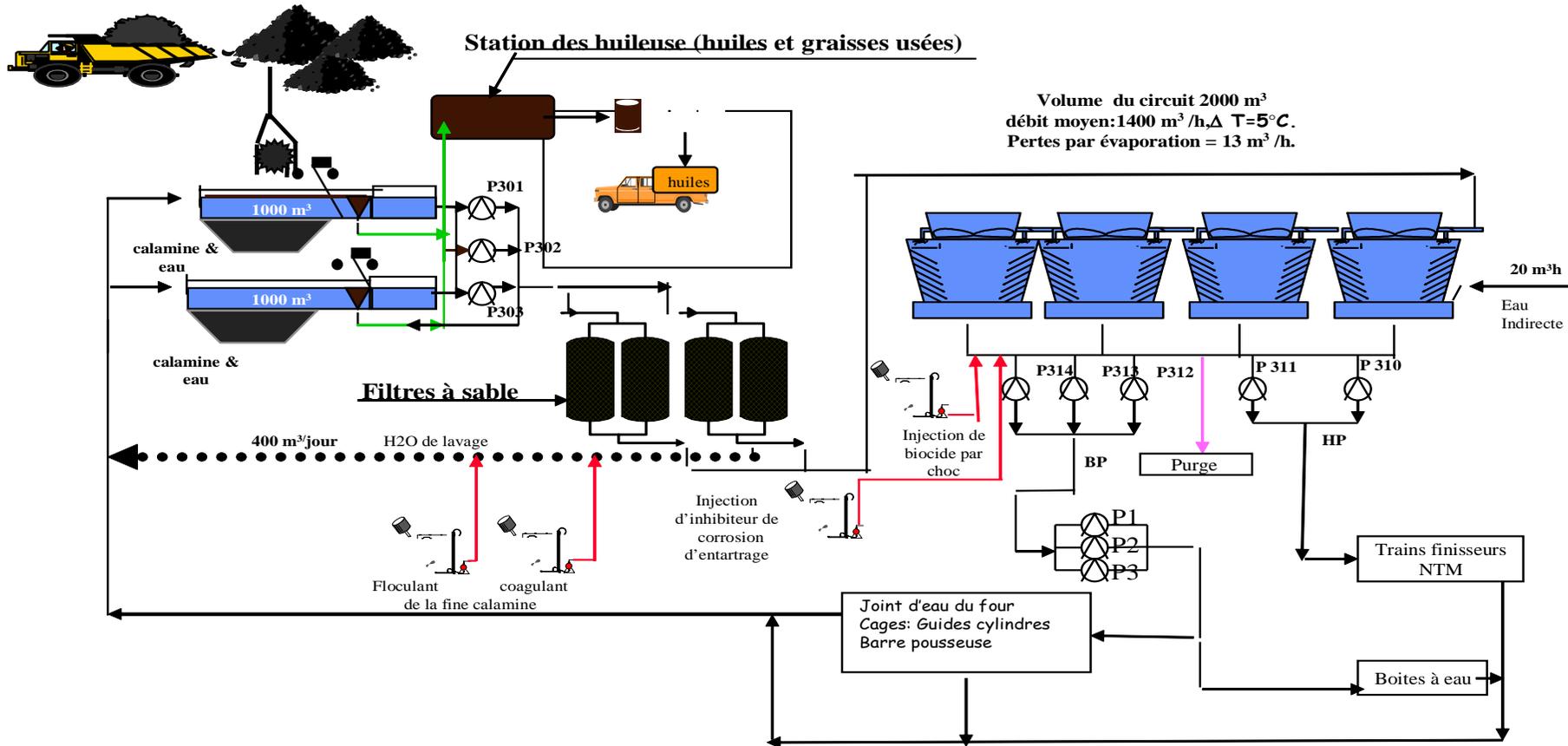


Figure 11 : Circuit d'eau d'appoint et indirect.

Schéma synoptique de la station de traitement des eaux site Nador

Circuit direct



2

Figure 12 : Station de traitement d'eau du circuit direct.

VI-1-3 Caractéristiques des eaux usées industrielles du Laminoir (Jorf et Nador)

Des campagnes d'échantillonnage et d'analyses des eaux usées épurées ont été effectuées récemment, en novembre et décembre 2006. Pour apprécier l'évolution temporelle de la qualité de ces rejets, 32 paramètres ont été déterminés pour plusieurs échantillons prélevés toutes les 8 heures : 3 prélèvements à Jorf Lasfar et 6 à Nador. Les résultats sont donnés dans l'annexe. Les résultats d'analyses, communiqués par SONASID, des eaux usées industrielles épurées (par le système décrit ci-dessus) et rejetées dans le milieu naturel, sont de bonne qualité. En principe, une eau de purge est généralement plus chargée en éléments minéraux. L'objectif d'une purge est d'apporter une eau d'appoint pour diluer l'eau circulant dans le circuit.

Ces données analytiques récentes sont déterminantes dans la proposition des valeurs limites de rejets pour le secteur de sidérurgie. Cependant, il manque d'autres informations et données capitales pour une discussion cohérente de ces résultats, en particulier :

- des mesures des débits à partir des échantillons composites ou/et horaires (12 à 24 heures), des analyses des eaux usées brutes (entrée de la station) et des eaux épurées recyclées, permettant aussi d'apprécier le flux de pollution journalier ;
- la quantité et le devenir des boues issues de ces stations ;

Pour commenter ces analyses, nous ne considérerons que les valeurs moyennes des différents paramètres analysés, calculées à partir du suivi analytique (tableaux 27 et 28).

pH

Le pH renseigne sur l'agressivité chimique des eaux. Les valeurs moyennes du pH mesurées dans les eaux industrielles, sont de 7,6 à Jorf et 7,5 à Nador, elles ne montrent pas de grandes variations. Ces valeurs restent dans l'intervalle des valeurs limites générales (6,5 - 9).

Conductivité électrique

La conductivité des eaux de purge du Jorf Lasfar présente une valeur moyenne assez faible (341 $\mu\text{S}/\text{cm}$), montrant que ces eaux sont de bonne qualité. En revanche, les valeurs de la conductivité des eaux de purges de Nador varient de 2100 à 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (en moyenne

2346 $\mu\text{S}/\text{cm}$), sont assez élevées et sont probablement dues à la salinité de l'eau d'appoint, traduisant aussi une augmentation de la salinité de ces eaux pendant le recyclage.

Matières en suspension seul paramètre analysé

Les matières en suspension sont considérées parmi les principaux polluants du secteur sidérurgie. Les MES à l'entrée de la station varient entre 280 et 429 mg/l (280 mg/l hors lavage des filtres à sable et 429 mg/l pendant le lavage). Les valeurs mesurées à la sortie de la station (purges) sont faibles et montrent que l'élimination des MES se fait sans grandes difficultés techniques par les installations d'épuration, mises actuellement en place. Les valeurs moyennes ne dépassent pas les 11 mg/l (rendement épuratoire entre 97 et 99%) et montrent que ces eaux sont de bonne qualité pour être déversées dans le milieu récepteur naturel, sans aucun impact négatif significatif. Elles restent très inférieures aux valeurs limites généralement admises pour des rejets directs.

Matières organiques

La matière organique des eaux usées est généralement évaluée par la mesure de la demande chimique en oxygène (DCO) et de la demande biochimique en oxygène (DBO₅). Ces deux paramètres, considérés comme indicateurs de pollution, nous renseignent sur la matière organique oxydable et la fraction biodégradable et permettent d'apprécier, en cas de rejet d'eaux usées, le degré d'impact sur le milieu récepteur et son pouvoir auto épurateur. Les résultats de l'annexe montrent l'évolution temporelle de la DCO et de la DBO₅ et indiquent que les eaux usées industrielles rejetées dans le milieu récepteur sont caractérisées par une faible charge organique, particulièrement celles du Jorf Lasfar où les valeurs moyennes restent même inférieures aux incertitudes admises (tableaux 27 et 28). Par exemple, la méthode AFNOR d'analyse de la DCO (NF T 90-101) n'est valable et utilisable que pour analyser des eaux ayant des teneurs de DCO supérieures à 30 mg/l.

Tableau 27

Caractéristiques moyennes des eaux usées industrielles – site Jorf (purge laminoir), prélèvements du 29/11/2006.

Tableau 28

Caractéristiques moyennes des eaux usées industrielles – site Nador (purge laminoir), prélèvements du 5 et 6/12/2006.

pH	7.6		pH	7.5
Conductivité électrique à 20 °C (µS/cm)	341.3		Conductivité électrique à 20 °C (µS/cm)	2346.6
Température moyenne (°C) (eau)	22.8		Température moyenne (°C) (eau)	23.1
DCO (mg O ₂ /l)	9.26		DCO (mg O ₂ /l)	20.26
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	1.91		DBO ₅ (mg O ₂ /l)	1.98
NTK (mg N/l)	2.24		NTK (mg N/l)	2.29
PT (mg P/l)	2.37		PT (mg P/l)	0.32
MES (mg/l)	11.20		MES (mg/l)	10.43
PHENOL (mg/l)	0.02		PHENOL (mg/l)	0.02
H.G (mg/l)	0.66		H.G (mg/l)	1.45
CYANURE (mg/l)	0.005		CYANURE (mg/l)	0.005
DETERGENT (mg/l)	0.10		DETERGENT (mg/l)	0.07
HCT (mg/l)	0.37		HCT (mg/l)	0.68
F ⁻ (mg/l)	0.44		F ⁻ (mg/l)	1.93
Ag (mg/l)	0.09		Ag (mg/l)	0.007
Al (mg/l)	0.21		Al (mg/l)	0.48
As (mg/l)	0.09		As (mg/l)	0.026
Ba (mg/l)	0.012		Ba (mg/l)	0.103
Cd (mg/l)	0.0002		Cd (mg/l)	0.0002
Co (mg/l)	0.001		Co (mg/l)	0.001
CrT (mg/l)	0.013		CrT (mg/l)	0.012
Cu (mg/l)	0.112		Cu (mg/l)	0.045
Fe (mg/l)	8.997		Fe (mg/l)	4.503
Hg (mg/l)	0.003		Hg (mg/l)	0.002
Mn (mg/l)	0.096		Mn (mg/l)	0.068
Mo (mg/l)	0.028		Mo (mg/l)	0.044
Ni (mg/l)	0.023		Ni (mg/l)	0.080
Pb (mg/l)	0.017		Pb (mg/l)	0.006
Sb (mg/l)	0.054		Sb (mg/l)	0.033

Se (mg/l)	0.032		Se (mg/l)	0.043
Sn (mg/l)	0.584		Sn (mg/l)	0.892
Zn (mg/l)	0.239		Zn (mg/l)	0.447

Azote Total Kjeldahl (NTK)

L'azote et le phosphore existent en très faibles teneurs dans les eaux usées analysées (tableaux 27 et 28) et les sources de pollution par ces éléments dans le secteur sidérurgie se limitent à l'utilisation de certains détergents et produits anticorrosifs. Ces valeurs insignifiantes ne présentent aucun problème particulier pour le milieu récepteur.

Huiles et graissage

Les eaux usées industrielles analysées ayant servi au refroidissement des machines, sont chargées en huiles et graisses. Les analyses réalisées montrent que le système de traitement, en l'occurrence le dispositif de déshuilage, est très efficace puisque les teneurs moyennes en huiles et graisses ne dépassent pas les 1,5 mg/l (tableaux 27 et 28). Ces valeurs sont largement inférieures aux valeurs limites imposées par plusieurs pays européens (généralement ces valeurs sont inférieures à 10 mg/l) et aux valeurs limites générales marocaines (30 mg/l pour un rejet direct dans le milieu naturel).

Métaux lourds

Les résultats d'analyses donnés dans l'annexe montrent que les eaux de purges, ont des teneurs en métaux lourds faibles ou inférieures aux limites de détection. A l'exception de l'élément fer, dont les valeurs moyennes sont respectivement de 4,5 mg/l à Nador et de 9 mg/l au Jorf Lasfar. Tous les autres éléments métalliques accusent des teneurs largement inférieures aux valeurs limites de rejets directs. Il semble que le système «coagulation – floculation -décantation- filtration» est efficace dans l'élimination des métaux lourds.

VI-1-4 Traitement des eaux usées domestiques (Jorf et Nador)

L'épuration des eaux usées domestiques des deux sites est du type boues activées, mais il manque beaucoup de précisions sur les paramètres de fonctionnement, la qualité et sur les volumes de l'eau brute (entrée à la station). Les principales étapes sont :

- oxygénation par des pompes ;
- décantation et séchage des boues et
- évacuation de l'eau épurée vers le milieu naturel.

Données de base :

Débit : 40 m³/jour

Débit de pointe : 5 m³/h

Flux de pollution en DBO = 16 kg/jour

A) Poste de relevage : en polyester armé fibre de verre équipé de couvercle. Fond renforcé avec étanchéité assurée par joint polyester.

Diamètre : 1,35 m ; Hauteur : 2,9 m ; FEA = - 1,44 m / arase cuve (FEA : fil eau entrée)

Régulation : l'asservissement des pompes est assuré par 2 flotteurs de régulation sans mercure suivant le niveau dans la bache. Ils sont reliés à l'armoire.

B) Bassin d'aération : en polyester armé fibre de verre équipé de couvercle. Forme cylindrique.

Diamètre : 5,2 m ; Hauteur : 3,08 m ; Volume du bassin : 46,5 m³, FEA = - 0,45m / arase cuve.

Clarificateur : en polyester armé fibre de verre équipé de couvercle. Forme cylindro-conique, diamètre : 4 m ; Hauteur : 3,8 m ; Surface = 12,5 m², FES = - 0,87m / arase cuve.

Régulation : l'aération ainsi que la circulation, vers le bassin d'aération, sont asservies à des programmeurs à double came dont les cycles sont configurables aisément sur site afin de répondre au besoin de fonctionnement de la station.

C) Traitement des boues : dans un système d'épuration à faible charge, les temps de passage sont suffisants pour qu'une dénitrification ait lieu. Elle peut donc être à l'origine d'une remontée de boues à la surface du clarificateur.

Le « surface clean » permet de faire retomber ces boues après élimination des gaz de sustentation, ceci grâce à une pulvérisation d'eau cyclique par des buses périphériques.

Extraction automatique programmable selon le besoin d'épuration.

D) Silo à boues : diamètre : 2,8 m ; Hauteur : 2,94 m ; Volume : 15 m³

VI-1-5 Caractéristiques des eaux usées domestiques

Des campagnes d'échantillonnage et d'analyses des eaux usées domestiques des deux sites, Jorf Lasfar et Nador, ont été effectuées en même temps que celles des eaux usées industrielles, en novembre et décembre 2006. Les résultats sont donnés dans l'annexe.

Les valeurs moyennes données dans les tableaux 27 et 28, calculées à partir du suivi temporel, sont caractéristiques des eaux usées épurées et sont acceptables pour un rejet dans le milieu naturel. Par contre, les variations temporelles sont assez importantes pour des eaux usées domestiques, issues des activités humaines (les caractéristiques des eaux usées domestiques sont généralement peu variables). En réalité, il manque les caractéristiques de ces eaux à l'état brut (non traitées) pour savoir réellement si cela vient de la nature des eaux ou du système de traitement. Les tableaux 29 et 30 présentent les teneurs moyennes des eaux usées domestiques des deux sites Jorf et Nador et si l'on ne considère que les paramètres indicateurs de pollution, on note les variations reportées dans le tableau 31.

Tableau 29

Caractéristiques moyennes des eaux usées domestiques - site Nador, prélèvements du 5 et 6/12/2006

Tableau 30

Caractéristiques moyennes des eaux usées domestiques - site Jorf Lasfar, prélèvements du 29 et 30/11/2006

pH	7.8		pH	7.3
Conductivité à 20 °C (µS/cm)	5147.1		Conductivité à 20°C (µS/cm)	1646.6
Température moyenne (°C) (eau)	18.2		Température moyenne (°C) (eau)	22.9
DCO (mg O ₂ /l)	79.5		DCO (mgO ₂ /L)	91.6
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	21.5		DBO ₅ (mg O ₂ /l)	28.9
NTK (mg N/l)	28.1		NTK (mg N/l)	13.20
PT (mg P/l)	3.38		PT (mg P/l)	2.04

MES (mg/l)	27.48		MES (mg/l)	28.766
PHENOL (mg/l)	0.02		PHENOL (mg/l)	0.02
H.G (mg/l)	2.2		H.G (mg/l)	3.7
CYANURE (mg/l)	0.005		CYANURE (mg/l)	0.005
DETERGENT (mg/l)	0.67		DETERGENT (mg/l)	1.10
HCT (mg/l)	0.14		HCT (mg/l)	0.65
F ⁻ (mg/l)	1.58		F ⁻ (mg/l)	0.22
Ag (mg/l)	0.004		Ag (mg/l)	0.009
Al (mg/l)	0.491		Al (mg/l)	0.487
As (mg/l)	0.016		As (mg/l)	0.025
Ba (mg/l)	0.141		Ba (mg/l)	0.083
Cd (mg/l)	0.0002		Cd (mg/l)	0.0003
Co (mg/l)	0.001		Co (mg/l)	0.001
CrT (mg/l)	0.011		CrT (mg/l)	0.005
Cu (mg/l)	0.017		Cu (mg/l)	0.037
Fe (mg/l)	1.142		Fe (mg/l)	1.165
Hg (mg/l)	0.002		Hg (mg/l)	0.002
Mn (mg/l)	0.058		Mn (mg/l)	0.058
Mo (mg/l)	0.018		Mo (mg/l)	0.007
Ni (mg/l)	0.019		Ni (mg/l)	0.007
Pb (mg/l)	0.006		Pb (mg/l)	0.006
Sb (mg/l)	0.030		Sb (mg/l)	0.083
Se (mg/l)	0.016		Se (mg/l)	0.016
Sn (mg/l)	0.572		Sn (mg/l)	0.632
Zn (mg/l)	0.163		Zn (mg/l)	0.204

Tableau 31 : Caractéristiques chimiques des eaux usées domestiques (Jorf et Nador).

	Paramètre	Teneur minimale	Teneur maximale
Site Jorf Lasfar	DCO (mg/l)	57	125
	DBO ₅ (mg/l)	19	54
	MES (mg/l)	20	47
Site Nador	DCO (mg/l)	57	103
	DBO ₅ (mg/l)	11	45
	MES (mg/l)	6	56

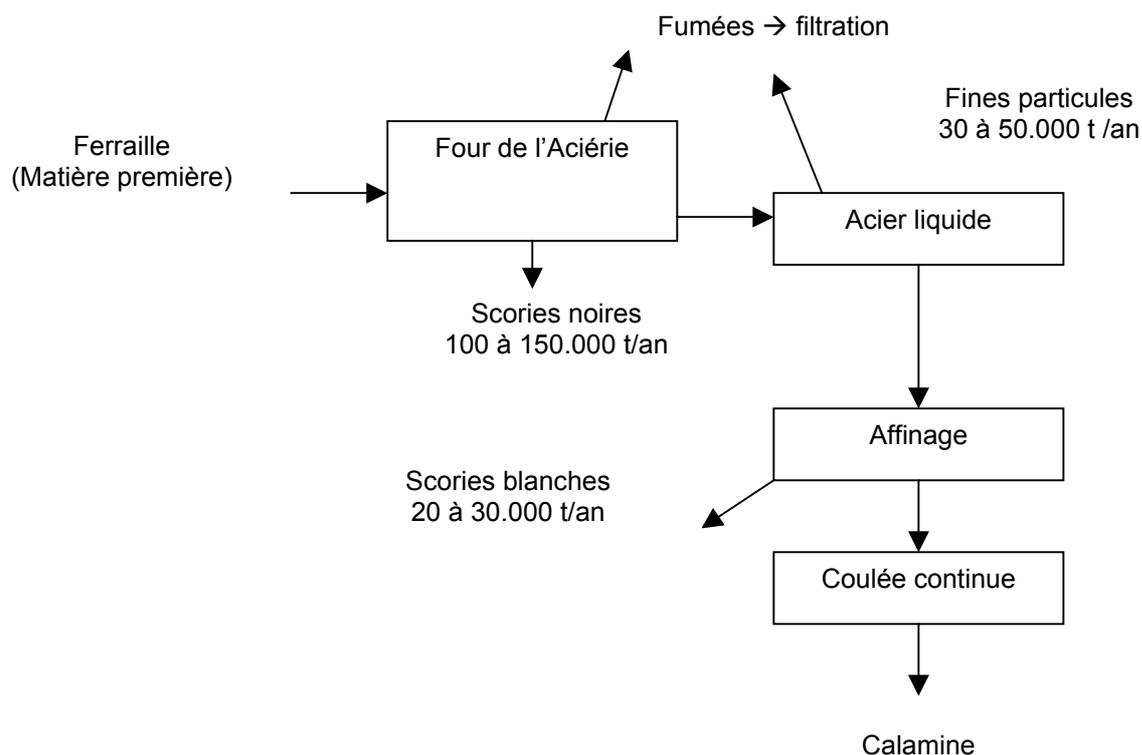
VI-2 Déchets

Les déchets générés par le traitement de l'acier, l'aciérie et le laminage à chaud, incluent les scories, les calamines, les réfractaires, les boues, huiles et graisses et les poussières récupérées (figure 13).

Les scories noires issues du four de fusion et les scories blanches issues du four poche et de la coulée continue, sont stockées et seront probablement utilisées pour réhabiliter l'ancienne décharge d'El Jadida, suite à un accord avec les autorités locales de la province d'El Jadida.

Les poussières de fumées (fines particules) sont stockées sur le site en attendant la création d'une décharge contrôlée dont l'étude d'impact sur l'environnement est en cours de réalisation. Une autre possibilité de recyclage est aussi à l'étude par la société MANAGEM à GUEMMASSA pour valoriser le cuivre et le zinc.

La calamine, constituée essentiellement de Fe₂O₃ et Fe₃O₄ et issue de la coulée continue, est stockée à l'air libre ou vendue à OUED ELHIMER (TWSIT) à Nador. Par contre à Jorf Lasfar, elle est utilisée par Lafarge pour essai d'incorporation dans le ciment.



**Figure 13 : Schéma montrant la production des déchets solides de SONASID Jorf.
Site Jorf Lasfar**

VI-2-1 Les scories

Le procédé de fabrication de l'acier entraîne la formation de scories noires et blanches. Ces scories sont des sous produits des aciéries, elles sont formées au niveau du four à arc électrique et du four poche. Elles correspondent aux oxydes métalliques piégés dans les fondants tels que la chaux et la dolomite.

Selon les rapports du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et la Banque mondiale, les fours à oxygène et les fours à arc électrique produisent une quantité de scories de 70-170 kg/t d'acier. La composition chimique typique de ces sous produits est reportée dans le tableau 32.

Tableau 32 : Composition chimique des scories du site Jorf Lasfar

Élément chimique (%)	Scories blanches	Scories noires
Si	4,09	7,52
Al	2,16	3,87
Fe	8,35	24,34
Ca	20,07	14,61
Mg	11,90	1,94
K	<0,08	<0,08
Mn	0,87	2,46
Ti	0,08	0,25
Ag	5	8
As	<8	26
B	<5	<5
Ba	190	1038

Be	<0,2	4,1
Bi	<20	<20
Cd	10	27

Elément chimique (g/T)	Scories blanches	Scories noires
Co	10	35
Cr	1619	11472
Cu	386	225
Ge	<10	<10
Li	30	<15
Mo	58	<8
Nb	33	167
Ni	160	48
Pb	347	265
Sb	<32	<32
Se	<40	<40
Sr	85	195
W	48	148
Y	<2	<2
Zn	254	289

VI-2-2 Calamine

La fabrication d'acier génère aussi des rejets de calamine. Elle est issue de l'opération de refroidissement des billettes quand l'eau entre en contact direct avec la matière. En effet, une croûte solide se forme et enrobe la matière encore en fusion. Au contact avec l'eau, une partie de cette croûte se détache et des plaques centimétriques se retrouvent dans l'eau. Cette dernière subit une décantation et une filtration avant d'être refroidie et réutilisée. La calamine est constituée essentiellement d'oxyde de fer. Elle pourrait être valorisée comme matière première additive dans les cimenteries (projet à l'étude).

Ainsi, il est prévu de récolter l'équivalent de 2800 tonnes par an de calamine dont la composition chimique typique est présentée dans le tableau 33.

Tableau 33 : Composition chimique typique de la calamine du site Jorf Lasfar

Elément chimique (%)	Calamine
Si	0,85
Al	0,30
Fe	48,13
Ca	0,84
Mg	0,16
K	<0,08
Mn	0,64
Ti	0,02
Elément chimique (g/T)	Calamine
Ag	8
As	<8
Mo	<8
NB	18
Ni	459
Pb	238
Sb	<32
Se	<40
Sr	16

W	<23
Y	<2
Zn	258
B	<5
Ba	123
Be	<0,2
Bi	114
Cd	54
Co	55
Cr	1416
Cu	1386
Ge	<10
Li	<15

VI-2-3 Réfractaires

Les réfractaires du four subissent des sollicitations diverses et variables selon la région :

- Température (dilatations, rétrécissements).
- Efforts mécaniques (chocs, érosion).
- Efforts thermiques (chocs thermiques, gradient de température).
- Corrosion chimique par le gaz et le laitier.

Tous ces facteurs provoquent la dégradation de réfractaires qui sont stockés en décharge dans le même endroit que les scories. La production de réfractaires prévue par l'aciérie est d'environ 7000 T/an.

VI-2-4 Boues

Les boues produites sont envoyées vers l'épaississeur, sans préciser leur quantité et leur devenir dans l'environnement.

VI-2-5 Huiles et graisses

Les graisses et les huiles sont récupérées par un système de déshuilage au niveau de la station du traitement des eaux usées industrielles et du service de la maintenance. Elles sont récupérées et revendues pour être traitées et réutilisées. Les teneurs des eaux en hydrocarbures totaux, à l'entrée de la station d'épuration, varient entre 14 100 mg/l.

Site Nador

Le tableau 34 présente les différents types de déchets solides générés par le site Nador, leur quantité et leur mode de gestion.

Tableau 34 : Déchets solides du site Nador

Atelier	Nature du rejet	Quantité produite		Type et teneur du polluant		Mode de décharge / milieu récepteur
		Tonnes/jour	Tonnes/an	Type	Quantité	
Laminier	Huiles usées	0,3	110 422		Traces	- Aucun contact avec le milieu récepteur

						- Valorisation
Laminoir	Graisses usagées	0,13	46,260		Traces	- Aucun contact avec le milieu récepteur - Valorisation
Laminoir	Calamine	14	5018			- Stockage à l'intérieur de l'usine - Valorisation en cours

VI-3 Effluents Gazeux

La fusion des ferrailles (aciérie) et le laminage des billettes (laminoir) donnent lieu à des émissions de poussières et de gaz (CO, CO₂, SO₂, NO_x,...).

VI-3-1 Aciérie

Au niveau de l'aciérie, les gaz d'échappement sont évacués à travers une conduite installée au niveau du toit du four (circuit primaire d'évacuation des fumées de four). Les émissions primaires du four à arc électrique ont une température de l'ordre de 1200 °C et comprennent des particules et des gaz. 60 000 000 DH ont été investis pour la mise en place d'une station de traitement de l'air au niveau de l'aciérie. Les teneurs des émissions à la sortie de cette station ont été estimées par l'étude d'impact environnemental et par le constructeur (tableau 35).

Tableau 35 : Résultats d'analyses des émissions gazeuses de l'aciérie.

Nature des Rejets		Zone ou atelier ou process de Provenance	Unité de mesure	Mesure ou contrôle		Date dernière mesure	Par	Existence Norme, réglementation marocaine	Exigence norme ou réglementation (Valeur limite)
État	Désignation			Oui ou non	Valeur actuelle				
Gaz	SO ₂	Station traitement des fumés (Valeurs garanties par le fournisseur) (Voir rapport finale de l'étude d'impact environnementale fait par ADS décembre 2004)	mg/Nm ³	Non	< 50	déc-04	DANIELI	Projet NM	500
	NO _x		mg/Nm ³	Non	200	déc-04	DANIELI	Projet NM	500
	CO		mg/Nm ³	Non		déc-04	DANIELI	Projet NM	60
	Poussière		mg/Nm ³	Non	< 5	déc-04	DANIELI	Projet NM	50

En principe, il existe une station de traitement de la fumée de l'aciérie, dont les caractéristiques sont : Hauteur de 40 m et T° Sortie de 110 °C.

Poussières

Les poussières sont dues principalement aux émissions et dégagements de gaz causés par la décarburation. Ce processus produit une grande quantité de gaz émanant du bain et du laitier en entraînant des projections ainsi que les fumées dégagées lors du chargement de four.

Les sources d'émissions de particules les plus importantes sont les fours : non seulement les niveaux des émissions sont élevés, mais celles-ci sont en outre fortement chargées en plusieurs produits toxiques (métaux lourds et poussières de silice) ainsi qu'en poussières respirables (taille critique comprise entre 0,5 et 7µm).

Selon l'étude d'impact, réalisée à la mise en place du projet, l'aciérie électrique doit produire annuellement 8 926 T/an de poussière. Cette valeur semble être faible par rapport à ce que

l'on trouve dans la bibliographie, environ 30 000 T/an. La composition chimique de ces poussières est consignée dans le tableau 36.

Tableau 36 : Composition chimique des poussières du site Nador

Elément chimique (%)	Poussières de FE
Si	2,20
Al	0,35
Fe	22,60
Ca	2,78
Mg	0,78
K	1,57
Mn	0,85
Elément chimique (g/T)	Poussières de FE
Ag	79
As	75
Ba	448
Bi	80
Cd	582
Cr	2399
Cu	3060
Nb	12
Ni	250
Pb	54 420
Sr	28
Zn	143 062

VI-3-2 Laminoir Jorf Lasfar

Nombre et dimensions des cheminées (Hauteur x diamètre)

Four de réchauffage laminoir Jorf :

Hauteur : 60 m

Diamètre : 2 m

T° Sortie : 300 – 400 °C

Les teneurs en gaz et poussière à la sortie du laminoir sont assez importantes et dépassent largement les valeurs limites de rejets (tableau 37).

Les concentrations en SO₂ des rejets gazeux non traités dépendent de la teneur en soufre des combustibles et matières premières. Pour les sources importantes (chaudières et fours de réchauffage), elles varient entre 200 et 2000 mg/m³ normalisé. Les concentrations en NOx des rejets gazeux non traités, dépendent beaucoup des catégories de combustibles, de la température de combustion et de la conception des brûleurs; elles varient, d'après les estimations, entre 100 et 1500 mg/m³ normalisé pour les sources importantes (chaudières et fours de réchauffage)

Les niveaux d'émission de NOx et SO₂ sont maîtrisés par un choix judicieux des combustibles et des matières premières. On peut aussi utiliser, pour la maîtrise des rejets de NOx, des brûleurs à faibles émissions et des systèmes de combustion modernes.

Tableau 37 : Résultats d'analyses des émissions gazeuses du laminoir – site Nador

Nature des Rejets		Origine	Unité de mesure	Mesure ou contrôle		Date dernière mesure	Par	Existence Norme, réglementation marocaine	Exigence norme ou réglementation (Valeur)
État	Désignation			Oui ou non	Valeur actuelle				
GAZ	SO ₂	Combustion air fuel Four de réchauffage	mg/Nm ³	Oui	3118	juil-05	LPEE	Projet	500
	NO _x		mg/Nm ³	oui	579	juil-05	LPEE	Projet	500
	CO		mg/Nm ³	oui	43 (Faible)	juil-05	LPEE	-	60
	Poussiere		mg/Nm ³	oui	263	juil-05	LPEE	Projet	50

VI-3-3 Laminoir Nador

Une seule cheminée :

Hauteur : 63 m

Diamètre : 3 m (forme conique)

La température des gaz à la sortie des cheminées est de l'ordre de 300 à 400 °C.

Les analyses des effluents gazeux réalisées par LPEE et le laboratoire de contrôle SONASID en 2003, sont données dans le tableau 38.

Tableau 38 : Résultats des mesures - laminoir de Nador

	VALEURS INSTANTANÉES								MOYENNES HORAIRES	
	CO ₂ %	CO ppm	CO mg/Nm ³	SO ₂ ppm	SO ₂ mg/Nm ³	O ₂ %	NO _x ppm	NO _x mg/Nm ³	SO ₂ mg/Nm ³	NO _x mg/Nm ³
MOYEN	5,1	0,0	0,0	550	1573	14,3	185	380	1580	382
MIN	1,5	0,0	0,0	53	152	10,6	62	127	484	171
MAX	8,1	0,0	0,0	1022	2923	19,0	285	585	2674	565

**LAMINAGE A FROID ET TRAITEMENT DE L'ACIER (DECAPAGE CHIMIQUE,
REVETEMENT, GALVANISATION, PRELAQUAGE).
SOCIETE MAGHREB STEEL**

Rapport Maghreb Steel

PRESENTATION

Maghreb Steel fait partie du groupe Sekkat qui contrôle d'autres unités industrielles, notamment Ingelec (production d'appareillage électrique), Plastima (fabrication de produits en plastique) et Imacab (fabrication des câbles électriques).

Maghreb Steel est une société industrielle spécialisée dans la fabrication et la commercialisation de la tôle laminée à froid, galvanisée et prélaquée, destinée à la réalisation de produits pour le bâtiment, l'équipement routier, le mobilier métallique, le matériel électrique et électroménager.

Le complexe de Maghreb Steel s'étend sur une superficie de 30 hectares. La matière première utilisée est sous forme de bobines laminées à chaud. Celles-ci sont d'abord décapées (opération de nettoyage chimique de l'acier par élimination des oxydes superficiels à l'aide de l'acide chlorhydrique), puis laminées (opération de réduction de l'épaisseur), galvanisées (traitement qui consiste à revêtir à chaud la surface de la bobine laminée à froid d'une fine couche de zinc pour protéger l'acier contre la corrosion), prélaquées (dépôt de matière organique liquide adaptée aux atmosphères non agressives afin d'augmenter la résistance à la corrosion et ajouter un effet esthétique).

I- DESCRIPTION DES PROCEDES DE PRODUCTION

Le tableau 39 présente les caractéristiques de matière première utilisée au niveau de chaque atelier.

Tableau 39 : Caractéristiques de la matière première de Maghreb Steel

Atelier	Matière première ----- Provenance	Conditionnement	2006		
			Jour.	Année	
Décapage	Tôle laminée à chaud				250 000 Tonnes
Prélaquage	Peinture & solvant	Fût de 200 litres	**	**	1100 tonnes
Chaudière	Fuel oil	Citerne	**	**	1100 tonnes
Transport	Gasoil	Citerne	**	**	200 tonnes
Fours	Propane	Citerne	**	**	5300 tonnes
Fours	Butane	Citerne	**	**	1500 tonnes

Décapage

Deux lignes de décapage :

- 1^{ère} ligne d'une capacité de 200 000 tonnes/an.
- 2^{ème} ligne de décapage a démarré en fin mars 2005, d'une capacité de 400 000 tonnes/an.

Les lignes de décapage chimique permettent d'éliminer les couches d'oxydes qui couvrent la surface de la bobine (matière première).

Les lignes de décapage sont alimentées par des bobines d'aciers laminées à chaud, importées de l'étranger. Elles sont composées d'une section d'entrée (dérouleur et soudeuse), une section de traitement chimique (décapage par immersion dans l'acide chlorhydrique), une section de rinçage et une section de sortie.

Laminage à froid

Deux laminoirs réversibles d'une capacité de production de 200 000 tonnes/an chacun.

Recuit

Dix bases de recuit conventionnel sous forme de « four à cloche » appelé aussi recuit de base et dont la capacité est de 150 000 tonnes.

Galvanisation en continu à chaud

Une ligne de galvanisation à chaud d'une capacité de 130 000 tonnes/an.

Galvanisation et prélaquage

Une ligne combinée de galvanisation et de prélaquage de 100 000 tonnes/an de capacité.

Coupe

Deux lignes de coupe et trois lignes de refendage pour la coupe suivant la largeur ou la longueur des bobines.

L'ensemble des procédés est résumé sur la figure 14.

I-1 Processus décapage

Les bobines laminées à chaud sont attaquées par des couches d'oxydes, ces couches présentent des obstacles pour les opérations qui suivent. La ligne de décapage chimique permet d'éliminer ces couches d'oxydes qui couvrent la surface de la bobine (figure 15).

Les lignes de décapage assurent le traitement du métal en continu. Elles sont alimentées par des bobines d'acier laminées à chaud importées de l'étranger, de 1 à 4.5 mm d'épaisseur et de 600 à 1500 mm de largeur. Elles sont composées d'une section d'entrée, une section de traitement chimique, une section de rinçage et une section de sortie.

I-1-1 Section entrée

Elle se compose d'une :

- Débobineuse.
- Planeuse.
- Soudeuse.

I-1-2 Section traitement chimique

Elle comprend trois bacs intercalés par des rouleaux d'entraînement et de traction, alimentés par l'acide chlorhydrique mélangé avec de l'eau filtrée, afin d'avoir l'ordre de dilution voulue au niveau de chaque bac, et chauffée grâce à des échangeurs de chaleur, dans des réservoirs d'acide munis de pompes assurant la circulation en contenu et la régénération du décapant.

Figure 14 : Différentes opérations de fabrication de Maghreb Steel.



Figure 15 : Ligne de décapage (PK N° 1) de Maghreb Steel.

I-1-3 Section de rinçage

Elle comprend quatre bacs fermés de rinçage intercalés par des rouleaux d'entraînement, précédés de rouleaux d'essorage et suivis d'un sécheur.

Les bacs de rinçage sont alimentés par l'eau filtrée et chauffée. Pour éviter la formation de piqûres le long de la bande, le sécheur à air chaud permet d'éliminer les gouttelettes d'eau et d'acide, localisées sur la bande, avec une température de 90 °C. Un afficheur électronique des valeurs du pH est mis en place afin de contrôler l'acidité de l'eau de rinçage.

I-1-4 Section sortie

Elle comprend :

- **Cisaille** : elle sert à couper la queue de la bobine décapée.
- **Refendeuse** : elle sert à couper les rives de manière longitudinale.
- **Enrouleur de chute** : il permet d'enrouler les rives coupées de la bande en continu.
- **Unité d'huilage** : cette phase est prévue pour protéger la tôle contre l'oxydation durant le stockage avant de passer au laminage.
- **Bobineuse**.

I-2 Le processus laminage (CRM)

Le laminage à froid est une opération qui consiste à réduire l'épaisseur de la tôle à l'aide de deux laminoirs dotés de quatre cylindres chacun tournant en sens inverse (figure 16).

I-2-1 Section pay of reel (POR)

Cette section permet la prise des bobines laminées décapées. Elle se compose de :

- Support bobine en V (SKID) : il permet le positionnement des bobines décapées.
- Rouleau motorisé (Gradelle roll) : il permet la préparation des bobines.
- Chariot (Coil Car) : il assure le déplacement des bobines entre le support bobines et les rouleaux motorisés, ainsi que leur insertion dans le mandrin.
- Mandrin extensible équipé d'un système de centrage (CPC) : il permet le maintien en position et l'entraînement de la bobine insérée.



Figure 16 : Ligne de laminage (CRM).

I-2-2 Section Entry tension réel (ETR)

Cette section se compose de plusieurs organes :

- Support bobine en V (SKID).
- Rouleaux motorisés (Cradelle roll).
- Chariot (coil car).
- Mandrin expansible.
- Jauge de mesure d'épaisseur : elle mesure l'épaisseur de la tôle en utilisant les rayons X.

I-2-3 Section MILL

C'est la partie la plus importante du laminoir, elle se compose de :

- Deux cylindres d'appui (Back up Roll).
- Deux cylindres de travail (Work Roll).
- Deux vérins hydrauliques (Push up cylindres): ils créent la force de laminage (Rolling Force).
- Quatre vérins hydrauliques de balancement (Balance) du Top BURlls : ils permettent de balancer le cylindre d'appui supérieur (Top BUR).

- Deux rouleaux (Anti crimping roll, cross break roll) : ils assurent le maintien de la bande (utilisés uniquement en skinpass).
- Chariot porteur cylindre de travail (Changer Car) : il assure le changement des cylindres de travail (Work Roll).
- Système de lubrification.

I-2-4 Section Delivery tension reel (DRT)

C'est la sortie du laminoir, elle est équipée des éléments suivants :

- Deux supports bobines en V : ils permettent la mise en position des bobines laminées à froid Mandrin expansible équipé d'une chasse bobine (Stripper).
- Un huileux (Strip oiler).
- Jauge de mesure d'épaisseur.
- Chariot (Coil Car).

I-3 Recuit (BAF)

Cette opération se fait dans des fours à cloches, elle permet de restaurer les caractéristiques mécaniques finales du produit et elle élimine son écrouissage.

C'est un traitement thermique qui consiste en une montée de la température jusqu'à la recristallisation, suivi d'un refroidissement lent selon le cycle schématisé sur les figures 17 et 18.

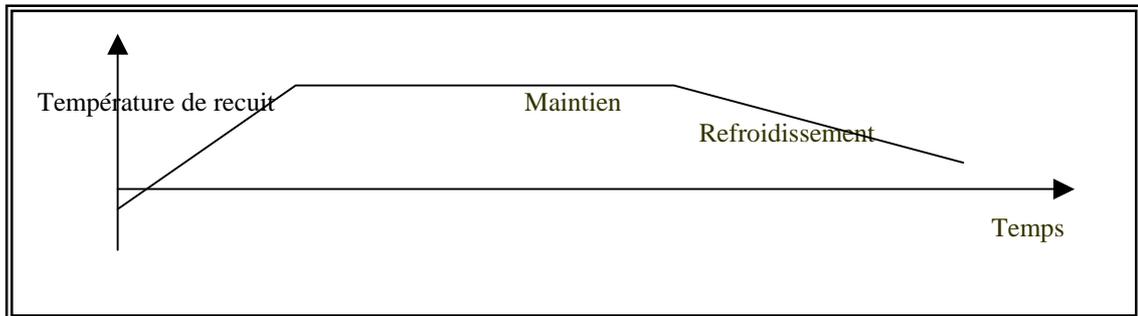


Figure 17 : Cycle du traitement thermique.

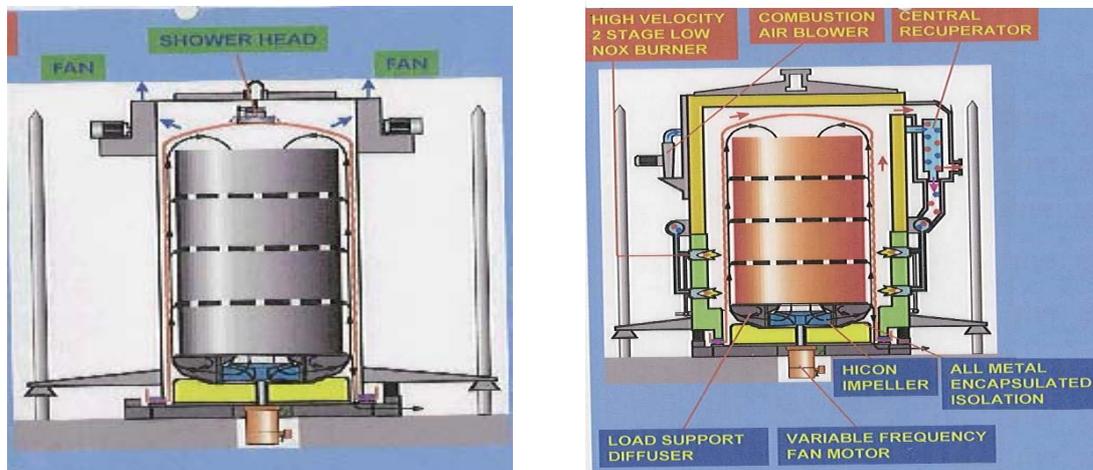


Figure 18 : Système de refroidissement.

I-4 Galvanisation en continu à chaud

La galvanisation en continu de tôle d'acier est une opération qui consiste à revêtir une bande d'acier d'une couche d'alliage de zinc protecteur par passage dans un fondu de cet alliage à l'aide d'une ligne de galvanisation et prélaquage.

Les lignes de revêtement assurent le traitement du métal en continu. Ces unités de production d'une capacité annuelle de 230 000 tonnes, fournissent deux types de produits : galvanisés et prélaqués.

Ces lignes sont composées d'une section d'entrée, une section du four, une section de centre et une section de sortie.

I-4-1 Section entrée

Elle se compose de :

- Dérouleuses.
- Cisailles
- Soudeuse.
- Accumulateur.

I-4-2 Section du four

A la sortie du laminoir à froid, l'acier est chauffé à une température de l'ordre de 800 °C afin de lui restituer toutes ses caractéristiques mécaniques. L'opération du chauffage s'effectue dans un four horizontal sous atmosphère contrôlée d'azote et hydrogène (15%). Le four est composé des zones de chauffage, une chambre de maintien, des jets de refroidissement et la cloche.

I-4-3 Section centre

Elle comprend le bain du zinc, l'essorage de revêtement et un système de refroidissement.

I-4-4 Section sortie

La section de sortie comprend les traitements de surface, l'accumulateur de sortie, la cisaille et l'enrouleuse.

- Jauge de zinc
- Passivation chromique
- Skinpass (en prélaquée)
- Planeuse
- Section peinture (pour la ligne combinée de galvanisation et prélaquage): c'est une opération qui consiste à prélaquer la tôle par une couleur définie par le client. Cette section se compose de :
 - deux enrouleurs primaires, installés d'une façon horizontale entre lesquels passe la bande à prélaquer par une couche primaire ;
 - une étuve par résistance : elle permet de sécher la bande prélaquée ;
 - un refroidissement par eau ;

- deux enrouleurs de finition : ils consistent à prélaquer la bande par une couche finie et
- un refroidissement par eau.

I-5 Planeuse et refendeuse

Selon la commande du client, le produit fini peut être sous forme de plaques découpées transversalement ou longitudinalement grâce aux planeuses et aux refendeuses.

II- ALIMENTATION EN EAU

Le tableau 40 présente la consommation d'eau annuelle (année 2006) moyenne du site et de chacun des procédés.

Tableau 40 : Consommation d'eau par les différents procédés.

Procédé	Quantité consommée, m ³ /an
Laminoir	12 000
Décapage	12 000
Chaudière	29 000
Galvanisation/prélaquage	6 000
Refroidissement général	23 000
Autres (STEP, nettoyage...)	13 000
Consommation générale	205 000

Traitement de l'eau de process

L'unité de filtration (filtres à sable, microfiltres, membranes d'osmose inverse) produit des eaux traitées (filtrées et déminéralisées) à partir de l'eau du forage. Ses caractéristiques sont :

- Capacité : 40 m³/h.
- Utilisation : dilution des acides de décapage, rinçage des tôles décapées, préparation des émulsions de laminage et skinpass, refroidissement, alimentation des chaudières.

III- CONSOMMATION D'ENERGIE

III-1. Consommation d'électricité

Dans le tableau 41, nous présentons la consommation en énergie du site et de l'ensemble de ses procédés.

Tableau 41 : Consommation d'énergie électrique

Atelier	Source d'Énergie	KWH/ an
		Décapage

Laminage	Electricité	23 934 000
Galvanisation	Electricité	10 798 000
Prélaquage	Electricité	259 000
Utilités	Electricité	2 092 000
Autres	Electricité	422 000
Consommation totale	Electricité	44 600 000

Consommation de Combustibles

Dans le tableau 42, nous présentons la consommation annuelle en GPL, avec une comparaison avec celle du fuel (figure 19).

Tableau 42 : Consommation de GPL.

Année	Consommation Totale en GPL (kg)	Valeur (DH)
2002	3 664 720	15 495 030
2003	2 230 000	9 411 214
2004	5 666 330	22 644 610
2005	5 917 280	28 857 781
2006	6 819 439	38 467 453

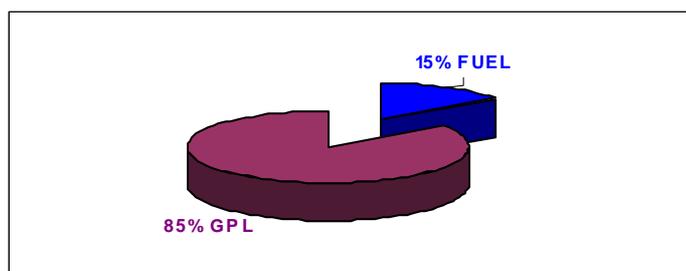


Figure 19 : Comparaison de la Consommation GPL et fuel

Vapeur : 3 chaudières fonctionnant avec du GPL et une chaudière à fuel produisent de la vapeur surchauffée à partir de l'eau déminéralisée. La qualité du fuel risque d'engendrer des émissions de polluants dans l'atmosphère.

- Capacité des chaudières à GPL : 2 tonnes/h.
- Capacité de la chaudière à fuel : 6 tonnes/h.
- Utilisation : chauffage des bacs d'émulsion, d'acide de décapage et rinçage des tôles décapées.

IV GAMME DE PRODUITS

Le tableau 43 montre la production par atelier, à des années différentes, allant de 2004 à 2006. Nous pouvons constater une certaine évolution continue de la production.

Tableau 43 : La production interannuelle des différents ateliers

Atelier	Unité	2004	2005	2006
Décapage	tonne	178.768	240.669	264.495
Laminage	tonne	166.818	219.871	259.210
Skin passe	tonne	16.550	63.132	58.308
Galvanisation	tonne	153.833	108.796	163.480
Prélaquage	tonne	33.765	46.606	55.693

V- ETUDE DES REJETS

W-1 Rejets liquides

Le tableau 44 précise le volume moyen du rejet issu de chaque procédé du site industriel. Le rejet total est de l'ordre de 160 000 m³/an dont 100 000 m³/an environ passent par la station de traitement (STEP). Le reste qui constitue les eaux de refroidissement (non contaminées car elles n'entrent pas en contact direct), est déversé directement dans l'égout municipal.

Tableau 44 : Volume moyen du rejet issu de chaque procédé

Procédé	Rejet	Volume (m ³ /an)	Destination
Décapage	Eau usée de rinçage (tôle décapée)	12 000	Traitement dans la STEP
	Acide usé de décapage	30 000	Régénération
Laminoirs	Effluents huileux des laminoirs	20 000	Traitement dans la STEP
Galvanisation	Acide chromique	30	Traitement dans la STEP
Prélaquage	Purge d'eau de refroidissement de la tôle prélaquée (voir ci-dessous)	4 000	Evacuation vers les égouts
Laminoir, recuit, galvanisation...	Purge d'eau de refroidissement équipement (circuit fermé)	18 000	Réutilisé (non contaminé)
Chaudière	Purge eau de chaudière	72	la STEP
Osiose inverse	Concentrât d'osioseur 1 (non contaminé)	30 000	Evacuation vers les égouts
Station de traitement STEP	Rejet final de la STEP	100 000	Evacuation vers les égouts

V.1.1 Epuration des eaux usées industrielles

Maghreb Steel dispose sur le site d'une station d'épuration des eaux usées rejetées par les différents processus de fabrication (figure 20). Elle ne reçoit que les rejets suivants : émulsion usée (CRM), acide usé et eau de rinçage, et acide chromique usé.

Les eaux usées acides

Les étapes de traitement des eaux acides sont les suivantes :

1. Préneutralisation des eaux par ajout de lait de chaux afin d'élever le pH à environ 7.

2. Oxydation par barbotage de l'air surpressé pour oxyder le fer ferreux Fe^{2+} en fer ferrique Fe^{3+} qui à son tour se transforme en hydroxyde de fer facilement décantable.
3. Neutralisation par régularisation du pH entre 9 et 10 par rajout de lait de chaux.
4. Floculation des hydroxydes par ajout d'un floculant (grossissement de la taille du floc).
5. Décantation et séparation du surnagent et des boues (rejet final vers le réseau d'assainissement).
6. Filtration sur filtre presse des boues afin de les déshydrater.

Les eaux usées huileuses

Le traitement se fait par séparation d'huile de l'eau par cassage chimique (ajout d'HCl) puis décantation. Les eaux séparées subissent le même procédé de traitement que les eaux acides par contre les huiles sont valorisées en externe.

V.1.2 Analyse des rejets

- **Rejet à l'entrée de la station d'épuration Maghreb Steel**

Le tableau 45 présente les caractéristiques des rejets avant traitement.

Le tableau 45 : Caractéristiques des rejets avant traitement

Procédé	Paramètre	Valeur/concentration	Commentaire
Laminage à froid	Emulsion : - pH - Fe - huile	-5 à 7.5 -100 à 2000 mg/l -1.5 à 4 % 270g/l	Le débit total des rejets est de l'ordre de 25 litres d'émulsion /tonne d'acier
Décapage	Eau acide : - pH - HCl - Fe	-1 -1 à 8 % -50 à 200 g/l	Le débit total des rejets acides est de l'ordre de 60 litres d'eau acide/tonne d'acier traité.
Galvanisation/ prélaquage	Acide chromique : -Cr ⁶⁺	100 g/t d'acier 20 g/l	
	Eau de refroidissement de la tôle : - Zinc - Chrome total - Chrome VI - Plomb	-0.30 mg/l -1.20 mg/l -0.80 mg/l -0.100 mg/l	Ces eaux sont peu polluées.

- **Rejet à la sortie de la station d'épuration Maghreb Steel**

Le pH du rejet est mesuré en continu, d'autres principaux paramètres du rejet sont analysés chaque jour au sein du laboratoire interne de Maghreb Steel. Une analyse complète sur un échantillon de 8 h est réalisé périodiquement (1 fois/an). Le tableau 46 montre les derniers résultats des analyses du rejet de la STEP de MAGHREB STEEL.

Tableau 46 : Résultats d'analyse des rejets liquides de MAGHREB STEEL

Paramètre	Valeur (analyse faite par le Laboratoire National des Etudes et de Surveillance de la Pollution, le 31/02/2007)	Valeur moyenne 1 ^{er} trimestre 2007 (analyse par laboratoire interne de MAGHREB)	Unité

		STEEL)	
pH	--	5.8 (moyenne interne)	--
DCO	556	--	mg/l
DBO ₅	25	--	mg/l
NTK	16	--	mg/l
Ammonium	9.10	--	mg/l
Phosphore total	0.09	--	mg/l
Huiles et graisses	350	--	mg/l
Cadmium	<LD	--	mg/l
Cuivre	100	--	mg/l
Fer	482	200	mg/l
Aluminium	<LD	--	mg/l
Manganèse	6.60	--	mg/l
Nickel	0.30	--	mg/l
Plomb	100	--	mg/l
Chrome VI	<LD	--	
Chrome total	100	--	mg/l

Le pourcentage de réduction est de l'ordre de 95 à 99% pour le fer et de 98 à 100 % pour le chrome IV.

Station de recyclage d'acide usé

L'utilisation des acides dans les usines de décapage d'acier, présente une problématique environnementale importante pour les raisons suivantes :

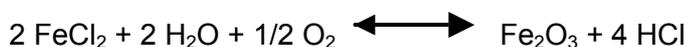
- La difficulté de neutralisation des eaux et acides usés.
- La difficulté d'élimination du fer de ces eaux.
- La production des quantités énormes de boues par la neutralisation.
- Le coût important de traitement.
- La consommation importante de l'eau.
- La consommation importante de l'acide.

La régénération des acides est un procédé propre et efficace, utilisé dans le monde pour remédier à ces problèmes environnementaux et qui représente un procédé de dépollution et d'économie de ressources.

Principe

Les acides usés (riche en fer : 50 à 200 g/l), issus de la ligne de décapage, sont stockés dans des réservoirs (180 m³ au total). L'acide usé est pompé du réservoir de stockage vers un filtre acide afin de piéger d'éventuelles particules solides. Après filtration, l'acide passe par un pré concentrateur à l'aide d'un recyclage d'une quantité de gaz chauds venant du réacteur. L'acide pré concentré entre dans le réacteur par pulvérisation. Le réacteur est en acier garni par des briques réfractaires, il est chauffé à l'aide d'un brûleur.

Le FeCl₂ est décomposé selon l'équation bilan suivante :



Les particules d'oxyde de fer (Fe_2O_3) tomberont vers le bas au cône inférieur du réacteur sous forme de poudre et sont déchargées par une soupape rotative qui garde les gaz à l'intérieur du réacteur séparés de l'atmosphère extérieure.

La vapeur d'eau et de chlorure d'hydrogène HCl passe par un cyclone qui sépare le reste de la poussière de Fe_2O_3 entraînée. L'oxyde séparé du cyclone est réintroduit dans la partie inférieure du réacteur, tandis que les gaz entrent dans le pré concentrateur où ils sont refroidis et nettoyés par le contact direct avec de l'acide à recycler. Puis, ils sont transférés dans des colonnes d'absorption (écoulement à contre courant) où ils sont absorbés par les eaux usées de rinçage d'acide utilisé dans la ligne de décapage, en formant un acide régénéré (figure 21).

La régénération des acides usés permet une production des acides à une concentration de 18 % et à une température de $80\text{ }^\circ\text{C}$ (paramètres très favorables pour le recyclage direct et économique). Ce procédé génère de l'oxyde de fer, un sous produit valorisable, et ne génère pas d'effluents liquides.

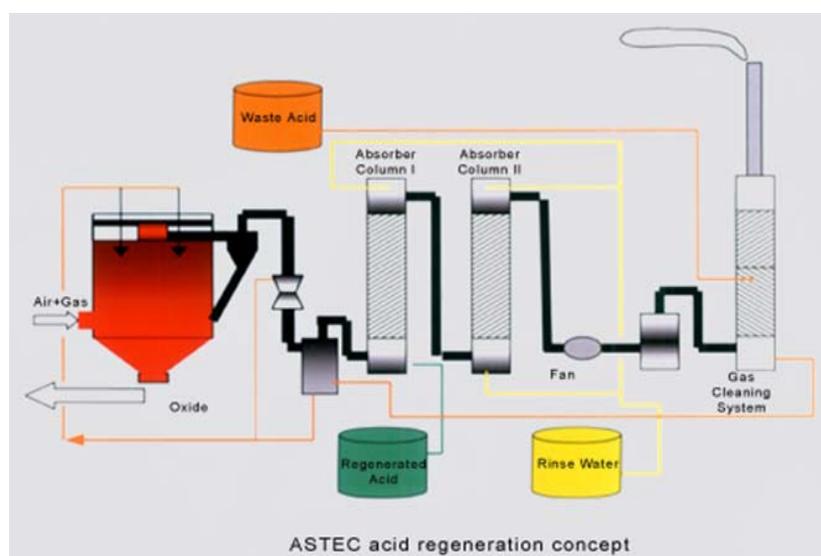


Figure 20 : Schéma montrant la station de régénération des acides usés.

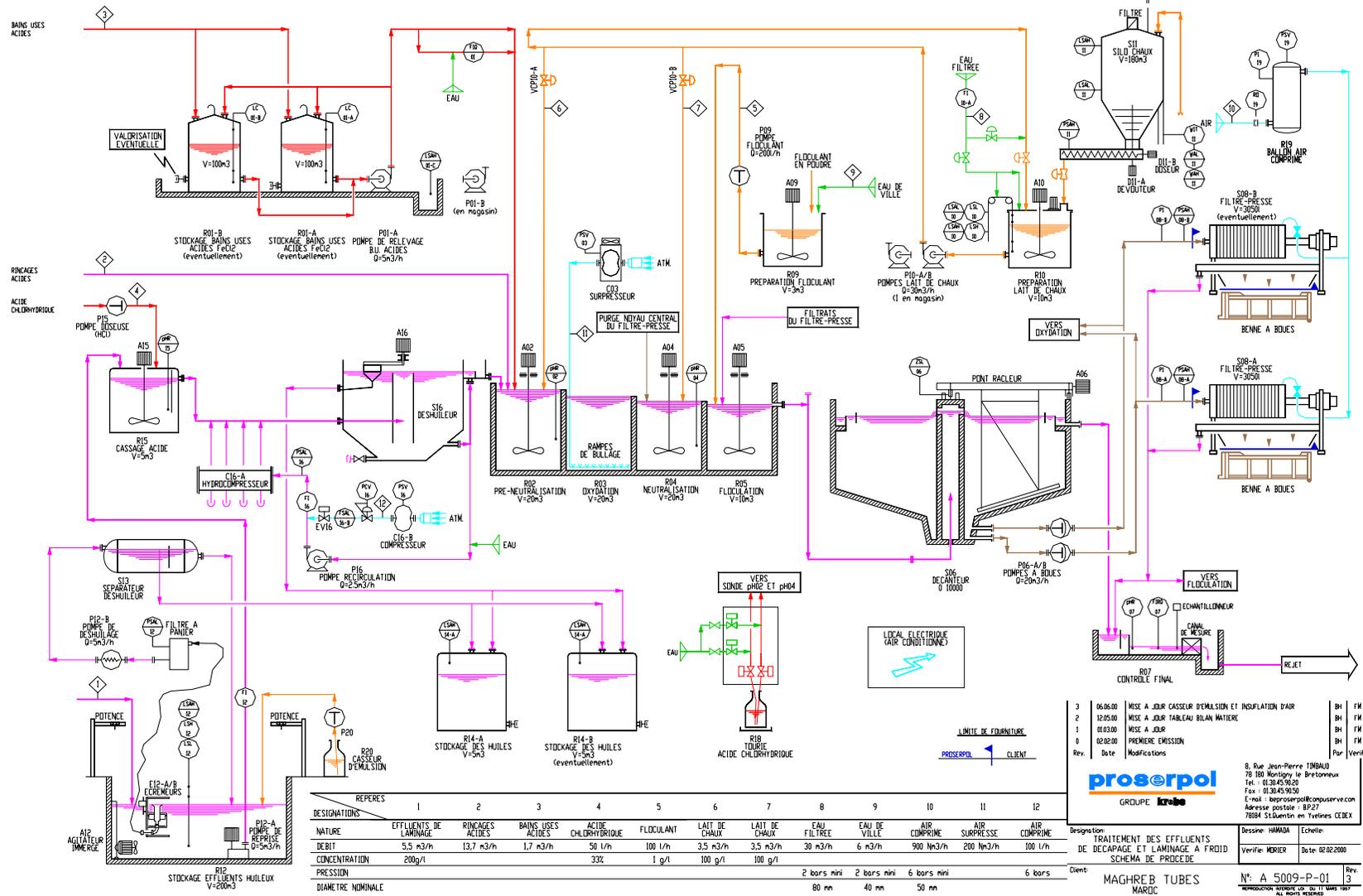


Figure 21 : Schéma montrant la station de traitement des eaux usées de Maghreb Steel.

V-2 Déchets

Les différents types de déchets et leurs quantités sont reportés dans le tableau 47. Ils nous ont été communiqués sans préciser le mode de gestion des déchets spéciaux : collectes spécifiques, valorisation, traitement, mise en décharge.... Les boues issues du traitement des eaux usées industrielles, en station d'épuration, sont des déchets très dangereux. Elles renferment généralement des substances toxiques organiques et minérales extraites des eaux usées.

Les huiles et graisses sont généralement destinées à une régénération ou à une valorisation énergétique.

Tableau 47 : Quantités moyennes de déchets solides générés

Déchet	Quantité estimative /an
Solvant usé issu du prélaquage	14 tonnes
Boues issues de la STEP	3600 tonnes
Boue métallique de rectification	50 tonnes
Oxyde de fer	2000 tonnes
Huiles usées	90 tonnes
Cendre de zinc	250 tonnes

V-3 Effluents gazeux

Compte tenu des procédés décrits ci-dessus, les polluants atmosphériques peuvent être multiples tels que les poussières, le SO₂, les NO_x, le CO, les métaux lourds, les composés organiques volatils, les vapeurs d'acide chlorhydrique, ... etc.

Les sources d'émissions dans l'air sont le décapage chimique (vapeurs acidifiées), le pré laquage (composés organiques volatiles), les chaudières (GPL et fuel) et les fours de traitement thermique (vapeur chargée en SO₂, NO_x, poussières,...). La caractérisation physico-chimique de toutes ces émissions gazeuses manque.

Les émissions de COV sont dues aux procédés industriels impliquant la mise en oeuvre de solvants (chimie de base et chimie fine, parachimie, dégraissage des métaux, application de peinture, etc.).

Traitement des effluents gazeux

- Station d'épuration des vapeurs acides – Scrubbers- (figure 22) :

Il existe deux scrubbers, un scrubber par ligne de décapage, installés afin d'épurer les vapeurs acides échappées des bacs d'acide chlorhydrique. Ces vapeurs sont épurées par pulvérisation de l'eau filtrée (contre courant). L'eau est recyclée dans la station de décapage en l'utilisant pour la dilution de l'acide frais.



Figure 22 : Scrubber.

- Incinérateur des solvants (figure 23) :

Lors du séchage de la peinture appliquée à la tôle (ligne de prélaquage), des solvants organiques volatiles sont émis. Ces vapeurs sont brûlées dans un incinérateur clos qui permet de récupérer l'énergie issue de cette incinération tout en essayant de limiter l'impact sur l'environnement.



Figure 23 : Incinérateur de solvant.

VI- PROJET MAGHREB STEEL EN COURS DE CONSTRUCTION

VI -1 Un complexe de laminage à chaud

Un investissement de 1.3 milliard de DH, aura une production annuelle de 1 000 000 T/an et commencera en 2009. Ce complexe sera composé d'un laminoir à chaud et d'une aciérie, leurs rejets seront similaires à ceux de la SONASID.

VI.2 Une ligne de production des panneaux sandwich

Maghreb Steel poursuit toujours son chemin d'évolution par l'introduction d'une gamme de panneaux sandwichs dans son programme de production. Ce produit sera destiné à la construction industrielle, l'isolation de murs extérieurs, l'aménagement intérieur, les bâtiments commerciaux... Il démarrera en Juin 2007.

Conclusion

Les activités du secteur sidérurgie qui existent au Maroc sont le laminage à chaud (cas de la SONASID) et le laminage à froid (cas de MAGHREB STEEL). Ces deux principales activités se trouvent dans des sites industriels où SONASID déverse dans le milieu naturel (rejet direct) et MAGHREB STEEL déverse dans l'égout municipal (rejet indirect). C'est pourquoi toutes les données analytiques relatives aux rejets de ces deux sites sont déterminantes dans la proposition des valeurs limites de rejets pour le secteur de sidérurgie.

En l'absence de caractérisation approfondie des rejets, particulièrement les émissions atmosphériques, ce rapport propose un projet de valeurs limites de rejets liquides et atmosphériques en se basant sur les données disponibles recueillies lors de cette consultation et sur la bibliographie (normes d'autres pays).

1- VLR proposées pour les eaux usées

Pour les rejets liquides, nous avons pris en compte les résultats d'analyse des eaux traitées (SONASID) et non pas des rendements épuratoires (absence des analyses des eaux usées brutes). En effet, il manque des mesures des débits à partir des échantillons composites ou/et horaires, des analyses des eaux usées brutes (entrée de la station), ce sont des données capitales pour une discussion cohérente et surtout pour le choix de paramètres majeurs à régler.

Les valeurs moyennes caractéristiques des eaux usées épurées à SONASID (tableaux 10 et 11) sont largement inférieures aux normes européennes et en particulier à celles des pays méditerranéens. Les valeurs limites de rejets liquides, proposées au terme de ce travail, résultent de la synthèse des normes des pays méditerranéens (tableau 13) et de la qualité des eaux épurées à SONASID. Ces valeurs provisoires permettent au Comité Normes et Standards d'entamer le débat et la concertation avec toutes les parties intéressées, avant de trancher sur des VLR définitives.

Tableau 48 : valeurs limites de rejets d'eaux usées proposées pour le secteur sidérurgie au Maroc

Paramètres	Valeurs Limites de Rejets proposées pour les eaux usées	
	Rejet direct	Rejet indirect
pH	6.5-8.5	5.5-9
T (°C)	30	30
MES (mg/l)	30	200
DCO (mg O ₂ /l)	200	800
H.G (mg/l)	10	30
PHENOL (mg/l)	0.3	5
Cyanures (mg/l)	0.1	1
F ⁻ (mg/l)	10	15
Pb (mg/l)	0.2	0.2
Cd (mg/l)	0.1	0.2
Cr-VI (mg/l)	0,1	0,2
CrT (mg/l)	1	2
Fe (mg/l)	3	5
Mn (mg/l)	1	2
Zn (mg/l)	1	2

2- VLR proposées pour les émission atmosphériques

Concernant le projet de valeurs limites d'émission atmosphériques, il y a une absence totale de caractérisation des principaux polluants de l'air dégagés par l'industrie sidérurgique au Maroc. Nous nous référons aux recommandations de la Banque Mondiale et aux normes en vigueur en Egypte et dans certains pays Européens (tableau 14). Nous rappelons que la Banque Mondiale a défini des directives très complètes pour le secteur de la sidérurgie, en se basant sur la législation des Etats-Unis, qui couvrent la prévention de la pollution et la lutte anti-pollution, les objectifs en matière de charges polluantes, les techniques de traitement et les niveaux d'émission.

Tableau 49 : valeurs limites de rejets atmosphériques proposées pour le secteur sidérurgie au Maroc

Polluant	Valeurs Limites proposées pour les émissions atmosphériques
Particules (mg/m ³ N)	100
SOx (mg/m ³ N)	2000
NOx (mg/m ³ N)	700
COV (mg/m ³ N)	500
Fluorures (mg/m ³ N)	10

3- VLR proposées par les sociétés SONASID et MAGHREB STEEL

Suite au débat du 15 mars 2007, les deux sociétés du secteur sidérurgie au Maroc SONASID et MAGHREB STEEL les plus concernées, ont formulé leurs souhaits et propositions de valeurs limites de rejets liquides et atmosphériques, ci dessous :

Tableau 50 : valeurs limites de rejets d'eaux usées proposées par SONASID et MAGHREB STEEL

Paramètres	Valeurs Limites de Rejets proposées par MAGHREB STEEL	
	Rejet direct	Rejet indirect
pH	6.5-8.5	5.5-8.5 (ou 9.5 pour la neutralisation alcaline)
T (°C)	30	30
MES (mg/l)	50	600
DCO (mg O ₂ /l)	500	1200
H.G (mg/l)	30	100
PHENOL (mg/l)	0.3	5
Cyanures (mg/l)	0.5	1
F ⁻ (mg/l)	10	15
Pb (mg/l)	0.5	1
Cd (mg/l)	0.1	0.2
Cr-VI (mg/l)	0.1	0.2
CrT (mg/l)	2	2
Fe (mg/l)	5	20
Mn (mg/l)	1	2
Zn (mg/l)	5	5

Tableau 51 : valeurs limites de rejets atmosphériques proposées par SONASID et MAGHREB STEEL

Polluant	Valeurs Limites proposées par SONASID	Valeurs Limites proposées par MAGHREB STEEL
Particules (mg/m ³ N)		200
SOx (mg/m ³ N)	4000	2 000
NOx (mg/m ³ N)		800
COV (mg/m ³ N)		1 000
Fluorures (mg/m ³ N)		20

BIBLIOGRAPHIE

Banque mondiale, 1995-1997. Pollution, Prevention an Abatement Handbook. Projet de rapport, juillet 1995 et mars 1997.

Brahim Soudi et Dimitri Xanthoulis, 2006. Actualisation et finalisation des dossiers de valeurs limites des rejets industriels pour 18 activités industrielles. Convention FAO/UTF/MOR019/MOR. Version provisoire, janvier 2006.

Candice Stevens, 1993. Politiques de protection de l'environnement et compétitivité industrielle. Rapport de synthèse, Paris, OCDE 1993.

Direction de la Science, de la Technologie et de l'Industrie, 1997. Comité de l'acier, les conséquences des politiques de protection de l'environnement sur les coûts de compétitivité – la Sidérurgie, DSTI/SI/SC/46, OCDE novembre 1997.

Eckenfelder W.W., 1982. Gestion des eaux usées urbaines et industrielles – Traduit de l'américain par Vandevienne. Tec et Doc Lavoisier, 1982. 503 pages.

Her Majesty's Inspectorate of Pollution (HMIP), 1993a. Pollution Control for Integrated Iron and Steel Processes, Rapport N° DoE/HMIP/RR/93/022.

Ministère de l'Aménagement de Territoire de l'Environnement, de l'Urbanisme et de l'Habitat, 2000. Document sur l'élaboration des valeurs limites pour les rejets liquides des tanneries au Maroc. Version provisoire, janvier 2000. p 46.

OCDE, 2003. Guiding Principles for Reform of Environmental Enforcement Authorities in Transition Economies of Eastern Europe, Caucasus and Central Asia <http://www.oecd.org/dataoecd/36/51/26756552.pdf>.

Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), 1984. Environmental Aspects of Iron and Steel Production, An Overview, 1984, ISBN 92-807-078-8.

PNUE/PAM, 1995. Mesures communes de lutte contre la pollution adoptées par les parties contractantes à la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution. PAM Série des rapports techniques no 95, Athènes, 1995.

PNUE/PAM/MED POL/OMS, 2004. Manuel de référence sur le respect et l'application effective des dispositions environnementales dans la région méditerranéenne. PAM Série des rapports techniques no 150, PNUE/PAS, Athènes, 2004.

PNUE, 2005. Evaluation régionale relative aux réglementations nationales et régionales en matière de rejets/émissions de polluants provenant des installations industrielles. Plan d'action pour la Méditerranée, réunion des coordonnateurs nationaux du MED POL. Barcelone, Espagne, 24-27 mai 2005. 27 p.

Projet PREM, 2000. Elaboration des valeurs limites pour les rejets liquides des tanneries au Maroc, Janvier 2000.

Raymond Hartman, David Wheeler and Manjula Singh, 1994. The Cost of Pollution Abatement. Bourse de recherche de la Banque mondiale, N° 67781, décembre 1994.

Robert Repetto, Dale Rothman, Paul Faeth and Duncan Austin, 1996. Has Environment Protection Really Reduced Productivity Growth: We Need Unbiased Measures, World Resources Institute, 1996, ISBN 1-56973-101-2.