PN ABU-283
95406

WORLD ENVIRONMENT CENTER

605 THIRD AVENUE - 17th FLOOR, NEW YORK, NY 10158, (212)986-7200. CABLE ADDRESS: ENVIROCENT NEWYORK

ETUDES SUR L'ENVIRONNEMENT ET RECOMMANDATIONS POUR ELFOULADH SOCIETE TUNISIENNE DE SIDERURGIE MENZEL BOURGUIBA, TUNISIE

SOUMISES PAR

EMMERT F. HARCHELROAD, INGENIEUR DU CADRE
MILES G. MORRIS, DIRECTEUR
DES ETUDES TECHNIQUES
POUR LE CONTROLE DE LA QUALITE DE L'AIR

KOPPERS COMPANY, INC.
PITTSBURGH, PENNSYLVANIE, USA

WORLD ENVIRONMENT CENTER

605 THIRD AVENUE - 17th FLOOR, NEW YORK, NY 10158, (212)986-7200. CABLE ADDRESS: ENVIROCENT NEWYORK

PREFACE

Ce rapport -- préparé par Koppers Co de Pittsburgh, aux Etats-Unis -- est transmis par le Centre Mondial de l'Environnement (The World Environment Center) au gouvernement Tunisien.

Il est le fruit d'une étude approfondie de l'acierie d'ELFOULADH (Société Tunisienne de Siderurgie) à Menzel Bouguiba, en Tunisie, réalisée par M. M. G. Morris, Directeur des Etudes Techniques pour le Contrôle de la Qualité de l'Air et M. Emmert F. Harchelroad, Ingenieur de Câdre. Le Centre souhaite vivement remercier Koppers Co. pour avoir mis ces experts à sa disposition.

Le voyage de M. Morris et M. Harchelroad en Tunisie fut effectué dans le cadre d'un nouveau programme inauguré par le Centre et par l'Agence pour le Développement International (U.S. Agency for International Development) et le secteur industriel des Etats-Unis. Ce programme offre une assistance technique pour les problèmes relatifs à la pollution dans les pays en voie de développement. Les compagnies américaines offrent leurs services gratuitement aux pays eligibles qui le leur demande comme contribution à la qualité de la vie.

Le Centre Mondial de l'Environnement est un Service d'information et d'éducation sans but lucratif, s'occupant des questions internationales de l'environnement et développement. Il fut fondé en 1974 et a bénéficié de l'aide financière du Programme de l'Environnement des Nations Unies (United Nations Environment Program). Le Centre assume entière responsabilité administrative pour le développement du programme d'assistance technique.

Notice concernant les auteurs de ce rapport

Emmert F. Harchelroad est un ingénieur ayant à son actif 33 années d'expérience dans le domaine de l'engineering, de l'étude, de la construction et de l'administration des installations sidérurgiques et de fabrication de l'aluminium. Il occupe actuellement le poste d'ingénieur du cadre chargé de la coordination des contrats de fourniture des services d'études techniques conclus avec le Groupe d'Etude et de construction de Koppers. Il est sorti licencié en Construction Mécanique de l'Université Carnegie Mellon (Institut de Technologie Carnegie). Il a travaillé en qualité d'Ingénieur en chef de projet pour les installations sidérurgiques intégrées d'Eregli, de Turquie et de Pohang en Corée. Il était en outre Directeur intérimaire des constructions à Eregli, en Turquie, en 1978 et 1979.

En ce qui concerne le présent rapport, M. Harchelroad a mis à contribution sa vaste expérience pour l'élaboration des spécifications techniques pour l'étude et la construction des hauts fourneaux, des ateliers de fours à oxygène basique, des fondeurs à billettes en continu, des ateliers de fours électriques, des installations de laminage à froid et à chaud et des installations industrielles en général.

Miles G. Morris est un ingénieur professionnel ayant à son actif 31 années d'expérience industrielle. Actuellement il est Directeur des études techniques pour le contrôle de la qualité de l'air, de la Division des Ressources ambiantes, à la Société Koppers Company Inc.. Il a un diplôme de Doctorat ès Sciences en Génie Chimique, délivré par l'Université de Pittsburgh et est un ingénieur professionnel patenté. Il est membre de l'Institut Américain de Génie Chimique et de l'Association pour le Contrôle de la Pollution Atmosphérique.

Pour l'élaboration du présent rapport, M. Morris a apporté une expérience de 20 années, acquise dans l'étude et la construction des usines chimiques et sidérurgiques, aux Etats-Unis d'Amérique et en Amérique du Sud, ainsi qu'une expérience de 11 années résultant de sa participation à la solution des problèmes concernant des usines chimiques, sidérurgiques et de carburant de synthèse, de l'Amérique et de l'Espagne.

Alonzo Wm. Lawrence, Ph.D.
Vice Président
Science et Technologie

Le 30 décembre, 1982

Dr. Ali Ben Gaied
Directeur du Service des
Normes Officielles de la
Qualité de l'environnement
Ministère de l'Economie
Nationale
Gouvernement tunisien
Tunis, Tunisie

Cher Dr. Gaied,

Veuillez trouver ci-joint le rapport de la visite effectuée par MM Emmert F. Harchelroad et Miles G. Morris entre les 26 et 28 octobre 1982, inclusivement, à l'installation de l'aciérie d'ELFOULADH. Au nom de MM. Harchelroad et Morris, ainsi que de celui de Koppers Company, Inc., je vous prie d'agréer l'expression de mes personnels remerciements pour l'hospitalité accordée au cours de ladite visite.

Dans notre rapport, nous avons examiné l'exploitation actuelle de l'usine d'ELFOULADH et nous nous sommes efforcés de suggérer des modifications et programmes susceptibles d'améliorer la qualité de l'environnement tant à l'intérieur qu'aux environs de ladite installation. Nous espérons sincèrement que notre visite et le présent rapport vous fourniront un complément d'information permettant l'accéleration de la mise au point du programme de l'assainissement de l'environnement en Tunisie.

Veuillez agréer, Cher Docteur, l'expression de mes meilleurs sentiments.

Alonzo Wm. Lawrence

Ci-joint le rapport sus-mentionné.

REMERCIEMENTS

L'élaboration du présent rapport couvrant l'étude de l'environnement de l'aciérie d'ELFOULADH à Menzel Bourguiba, en Tunisie, ainsi que nos recommandations qui en découlent furent précédés par le travail accompli par d'autres personnes qui avaient conçu le programme et mis au point le calendrier de la visite de l'usine. Les auteurs du présent rapport en savent gré au Centre Mondial de l'Environnement, à l'Agence des Etats-Unis pour le Développement, ainsi qu'aux personnes dont les noms suivent pour l'assistance qu'ils ont bien voulu leur accorder dans l'accomplissement de cette tâche:

Leurs remerciements vont à:

Dr. Ali Ben Gaied, Directeur des Normes Officielles et du Contrôle de la Qualité de l'Air et son adjoint, M. Bouraoui Darmoul du Ministère de l'Economie Nationale ainsi que leur personnel ayant organisé la visite et présenté la position de la Tunisie sur les questions relatives à l'environnement.

M. Abou Baker Zaak, Président Directeur Général de la Société Sidérurgique d'ELFOULADH et son personnel ayant bien voulu nous accorder leur entière coopération pendant l'examen des opérations de l'usine et nous fournir des données technologiques et des dessins nécessai-

res à la rédaction du présent rapport traitant les aspects de l'environnement de l'aciérie.

M. Richard Stevenson et l'Agence des Etats Unis pour le développement International et son personnel ayant facilité par leurs conseils et leur support logistique la réalisation de notre mission.

DENEGATION DE RESPONSABILITE

Les avis et services techniques fournis au Gouvernement de la République de Tunisie (Tunisie) et à ses agents, pendant la période allant du 1er mai 1982 au 31 décembre 1984, inclusivement, par les experts des institutions des Etats-Unis travaillent sous les auspices du Centre Mondial de l'Environnement de New-York, New York, E.U.A., étaient et seront fournis à titre grâcieux à la Tunisie. En conséquence, le Centre Mondial de l'Environnement, les experts fournis par cet organisme et les institutions américaines rattachées déclinent, par les présentes, toute légale responsabilité et obligation prévues par les lois ou réglements de la Tunisie, des Etats Unis ou de toute autre juridiction, vis à vis de la Tunisie, de ses agents et des résidents Tunisiens, pour les avis et services fournis par les experts sus-mentionnés (lesdits avis comportent des suggestions explicites et implicites ainsi que l'omission de suggestions).

TABLE DES MATIERES

Section	Page
Préface	i
Notice concernant les Auteurs du Rapport	ii
Lettre de Transmission	iii
Remerciements	iv
Dénégation de Responsabilité	v
Table des Matières	
Sommaire soumis par la Direction	1
1.0 Introduction	6
2.0 Description du Procédé	9
3.1 Evaluation de l'Environnement	11
3.2 Air	12
3.2.1 Généralités	12
3.2.2 Four LD - Emission des Particules	16
3.2.3 Four LD - Contrôle des Particules	18
3.2.4 Four LD - Recommandations pour le Contrôle	25
3.2.5 Four LD - Emissions Secondaires	31
3.2.6 Four à Arc Electrique - Emissions des Particules	34
3.2.7 Four à Arc Electrique - Contrôle des Particules	36
3.2.8 Four à Arc Electrique - Recommandations pour le Contrôle	44
3.2.9 Halle de Coulée de Haut Fourneau - Emissions des Particules	49
3.3 Eau	54
3.3.1 Généralités	54
3.3.2 Recommandations Concernant l'Etude Conceptionnelle de l'Epuration de l'eau	58
3.3.3 Epuration des Eaux Résiduelles provenant des Hauts Fourneaux et de la Granulation des Scories	60
3.3.4 Epuration des Eaux Résiduelles provenant du Décapage à l'Acide	72

3.3.5 Epuration des Eaux Résiduelles de la Cuve de Pulvérisation de Coulée Continue 87

3.3.6 Boues Provenant de la Décantation de l'Eau et des Eaux Résiduelles 93

3.3.7 Contrôle de l'Ecoulement d'Averses 97

3.4 Déchet Solide 100

3.4.1 Scories de Haut Fourneau 100

3.4.2 Scories Provenant de la Fabrication de l'Acier 101

3.4.3 Terrain de Remplissage Hygiénique 101

3.5 Sécurité et Hygiène Industrielle 103

3.5.1 Généralités 103

3.5.2 Recommandations Relatives à la Sécurité 106

3.5.3 Recommandations Relatives à l'Hygiène Industrielle 108

4.0 Génération des Données de Base 110

4.1 Généralités 110

4.2 Plan de Contrôle de l'Air Ambiant 111

4.2.1 Généralités 111

4.2.2 Détermination de l'Emplacement du Chantier 113

4.2.3 Contrôle des Particules 119

4.2.4 Contrôle de l'Acide Sulfureux (SO_2) 124

4.2.5 Equipement nécessaire et coûts estimatifs 128

4.2.6 Coût du Programme de Contrôle de la Qualité de l'Air 129

4.3 Plan de Contrôle de la Qualité de l'Eau Ambiante 130

4.3.1 Effets sur le Lac Bizerte 131

4.3.2 Etudes de la Caractérization et des Possibilités d'Epuration 136

4.3.3 Equipement de Contrôle avec Coût Détaillé 145

4.3.4 Contrôle de l'Estimation des Coûts 149

LISTE DES TABLEAUX

N° Du Tableau	Titre	Page
3.3.1	Liste de l'Equipement pour l'élimination des Solides Suspendus dans l'Eau d'Epuration Recyclée de l'Epurateur Venturi	67 (bis)
3.3.2	Liste de l'Equipement de Traitement de l'Eau d'Epuration provenant de la Purge après Granulation des Scories	73
3.3.3	Evaluation des Rendements de l'Elimination du Polluant dans le Procédé de Traitement de l'Eau d'Epuration Provenant de la Purge de Hauts Fourneaux	75
3.3.4	Caractéristiques Moyennes escomptées des Eaux Résiduelles provenant des Opérations de Décapage Continu à l'acide Sulfurique	78
3.4.5	Caractéristiques Moyennes escomptées des Eaux Résiduelles provenant des Opérations de Décapage Galvanisé Continu à l'Acide Chlorhydrique	79
3.3.6	Caractéristiques Moyennes escomptées des Eaux Résiduelles provenant des Opérations de Décapage Continu à l'Acide Chlorhydrique, à l'Usine de Fabrication de Fils Metalliques	80
3.3.7	Equipement Dimensionné pour l'Epuration des Eaux Résiduelles provenant des Opérations de Décapage	85
3.3.8	Caractéristiques moyennes des Eaux Résiduelles Epurées provenant de l'Opération de Décapage et pouvant être obtenues au moyen du Procédé de Neutralisation de la Chaux réalisé d'une façon convenable	86
3.3.9	Caractéristiques Moyennes des Eaux Résiduelles provenant de la Recirculation de la Cuve de Coulée continue à Pulvérisation.	90

C

3.3.10 Taille de l'Equipement requise pour l'Epuration Efficace des Eaux de Recyclage provenant d'une Coulée Continue à Pulvérisation 94

3.3.11 Caractéristiques Moyennes des Eaux Epurées, de Coulée Continue à Pulvérisation pouvant être obtenue au Moyen d'un Procédé d'Epuration fonctionnant convenablement 95

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
1	Rendement Fractionné des Particules Fines	16
2	Cheminée de Four LD Existante	18
3	Cheminée de Four Electrique Existante	23
4	Plan de Construction de la Clôture d'un Four	24
5	Elévation de la Clôture d'un Four de Gaz	28
6	Comparaisons des Coûts d'Epuration de Gaz	29
7	Coûts Annuels de l'Epuration des Gaz	30
8	Frais d'Exploitation d'Epuration de Gaz	37
CH-1	Aménagement pour tenir un abri propre	40
CH-2	Plan de Nettoyage d'un Abri	41
CH-3	Vue de Côté d'un Abri propre	42
CH-4	Vue du Chargement d'un Abri propre	43
CH-5	Comparaisons des Systèmes d'Epuration	47

SCHEMAS ET DESSINS

24258-15A105	Schéma de Fonctionnement du Procédé de coulée Continue pour Four Electrique	39
24073-79-BB	Schéma de Fonctionnement d'un Four Electrique	46
22084SK1	Capuchon de Coulée pour Halle de Coulée	53
3.3.1	Epuration des Eaux provenant de la Granulation des Scories	69

Sommaire Soumis par la Direction

Koppers Company, Inc. de Pittsburgh, Pennsylvanie, aux Etats Unis est un membre actif du Bureau de l'Environnement et de Développement International du Centre Mondial pour l'Environnement dont les activités visent à aider les pays en voie de développement à résoudre les problèmes causés par la pollution industrielle.

A la demande du Centre et de l'Agence des Etats Unis pour le Développement International, Koppers Company, Inc. a envoyé deux ingénieurs en vue d'améliorer l'environnement de l'aciérie d'ELFOULADH à Menzel Bourguiba en Tunisie. ELFOULADH est une usine sidérurgique intégrée complexe, fabriquant des tiges pleines, des fils metalliques galvanisés et des pylônes structuraux. Le levé topographique de l'usine eut lieu du 26 au 28 octobre 1982.

L'impact de l'aciérie d'ELFOULADH sur l'environnement est identique à celui de toute usine sidérurgique intégrée de même dimension et produisant un mélange de produits finis. A l'heure actuelle, en Tunisie, il existe peu de réglementations et de directives en matière de contrôle de l'évacuation des polluants et des déchets solides dans l'atmosphère, les eaux et les terrains de décharge. Bien que ELFOULADH ne soit sujette qu'à une faible pression réglementaire dans le contrôle des sources d'émission, la Direction de l'usine est généralement consciente

des problèmes relatifs à l'environnememt et s'est efforcée, avec les ressources financières limitées dont elle disposait, de réduire l'impact défavorable de l'environnement sur l'installation.

Dans la plupart des cas, l'usine était équipée de systèmes d'épuration de l'eau et de lutte contre la pollution atmosphérique par les sons; à cet égard, des améliorations relativement mineures suffiraient à valoriser la performance de ces systèmes. Il existe, cependant, dans l'usine, plusieurs sources de pollution considérées comme des objectifs de première priorité pour l'implantation des organes de contrôle de l'environnement. Il s'agit de deux fours LD et d'un four à arc électrique qui étaient installés sans aucun équipement de contrôle des particules. Les émissions de ces fours ont, certainement, un effet défavorable sur la zone avoisinante, le lac Bizerte et la ville de Menzel Bourguiba. Les particules provenant de ces sources ajoutent une quantité considérable de solides aux réseaux d'eaux de recirculation de l'usine sidérurgique.

La technologie existait, dès le début, pour le contrôle de ces fours. Il est intéressant de noter qu'une source de référence acceptée internationallement indique qu'il n'existe dans le monde que trois fours LD construits sans aucun organe de contrôle de la poussière, deux de ceux-ci étant ceux d'ELFOULADH!

Les recommandations concernant l'équipement de contrôle pour les fours LD et le four à arc électrique sont discutées dans la section 3.2 du présent rapport. Lesdites recommandations sont seulement à l'état de projet, étant donné qu'il est évident qu'une décision définitive doit être fondée sur une étude technique complète et un examen du coût. L'analyse détaillée d'une telle question n'entre pas dans le cadre du présent rapport.

Les technologies de contrôle de substitution, pour les fours LD, consistent à employer des dépoussiéreurs électrostatiques ou un épurateur Venturi à haute énergie. En raison de la haute température des gaz du four LD, s'échappant de la zone de combustion, un sac-abri ne constitue pas un choix réalisable. Un dépoussiéreur électrostatique est de préférence sélectionné comme dispositif de contrôle, en se fondant sur les éléments généralisés du coût qui révélent des frais d'installation et d'exploitation moins élevés. Un dépoussiéreur électrostatique pour les fours d'ELFOULADH coûterait entre 500.000 et 750.000 dollars U.S. (pour l'équipement seulement).

1 Adams, R.W. 1982 - BOF Steelmaking: une publication de "Iron and Steel Society of the American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers", Warrendale, PA, USA. 15086, Vol. 2, Chap. 10, P. 648.

Les technologies de contrôle de substitution pour les fours à arc électrique consistent à employer des dépoussiéreurs électrostatiques, un épurateur Venturi ou un sac-abri. Un sac-abri est choisi et recommandé comme dispositif de contrôle, compte tenu des éléments du coût mentionné ci-dessus. Le coût, aux Etats Unis, d'un sac-abri pour ELFOULADH varierait de 100,000 à 200,000 dollars (pour l'équipement seulement).

Plusieurs autres options pour le contrôle de fours sont présentés dans le rapport. Ces options comprennent une suggestion tendant à considérer l'installation d'un grand dépoussiéreur pour contrôler les gaz brûlés provenant de tous les fours. La taille du dépoussiéreur dépendra du mode d'exploitation des fours. Il est suggéré d'évaluer la possibilité d'utiliser des collecteurs mécaniques pendant la première des deux phases du programme de contrôle. Chacune de ces options exigerait une étude détaillée.

Le présent rapport couvre d'autres secteurs intéressant de l'environnement et plusieurs suggestions et recommandations sont présentées. L'avantage que représenterait l'établissement d'un programme de surveillance de l'air et de l'eau, dans le cadre de la présente étude de base est également examiné et un plan préliminaire esquissé. Le contrôle des informations présenterait un intérêt particulier pour ELFOULADH, étant donné qu'il s'agit là d'une source isolée. Les données obtenues

refléteraient l'impact de l'usine. La comparaison de ces informations avec les critères reconnus indiquerait l'ampleur du problème et fournirait des renseignements précieux pour la conception du contrôle envisagé.

1.0 Introduction

Le présent rapport a pour but de présenter les résultats d'une étude sur place de l'environnement, étude effectuée à l'aciérie d'ELFOULADH, située à Menzel Bourguiba, en Tunisie. L'étude couvrait l'impact des opérations de l'usine sur l'air, l'eau, l'évacuation des déchets solides, la sécurité et l'hygiène industrielle.

Des visites ont été effectuées à l'usine les 26, 27 et 28 octobre par M. Emmet Harchelroad et M. Miles Morris, ingénieurs de Koppers Company, Inc. Au cours de la visite initiale de l'usine, les ingénieurs de Koppers étaient accompagnés par les ingénieurs faisant partie du personnel du Dr. Ali Ben Gaied, par le Dr. Whitman Bassow et le Dr. Gene Wallen du Centre Mondial de l'Environnement et de l'Agence des Etats Unis pour le développement International. Sous la conduite de M. Abou Baker Zaak, Président Directeur Général, PDG, il fut procédé à la visite guidée de l'usine.

Koppers Company, Inc. est une société fabriquant des produits diversifiés; elle est spécialisée dans l'engineering et la construction. Ayant son siège social à Pittsburgh, en Pennsylvanie, Etats Unis, elle opère dans plus de 250 localités et fabrique plus de 100 types de produits. Koppers est l'un des plus grands projetteurs et constructeurs d'usines d'acier basique, comprennant les fours à coke et

les usines de sous-produits chimiques associés, les installations de coulée continue, les usines de fabrication de tuf et d'équipement anti-pollution pour le procédé de fabrication de l'acier. Le groupe d'Engineering et de Construction est également à l'heure actuelle engagé dans l'étude et le développement d'une usine de carburants de synthèse, en vue de produire 200.000 gallons par jour de méthanol à teneur en carburant.

La diversité des opérations de Koppers permet à son personnel spécialisé dans les questions relatives aux risques professionnels et à l'environnement, d'associer étroitement leurs activités techniques et scientifiques, d'approfondir leurs connaissances de base et renforcer leur expertise en vue de résoudre les nombreux et difficiles problèmes posés par l'environnement.

M.M. Harchelroad et Morris ont mis à contribution l'expertise de plusieurs personnes appartenant au Groupe d'Engineering et de Construction et à la Division des Ressources Ambiantes, pour l'élaboration du présent rapport. Les personnes dont les noms suivent ont apporté leur importante contribution à cette tâche: Dr. Andrew C. Middleton, V.P. de la Division des Ressources Ambiantes; John R. Smith, Directeur des Etudes Techniques de Contrôle de la Qualité de l'eau; Charles P. Brush, Directeur du Planning Environ-

nement; Charles W. Flickinger, Directeur de l'Hygiène Industrielle; Elizabeth A. Millard, Ingénieur Contrôleur de la Qualité de l'Air; William L. Gleason, Ingénieur des Ventes de l'Equipement Anti-Pollution; et Gregory J. Emish, Ingénieur des Ventes Internationales.

Koppers désire sincèrement que le présent rapport rende service à tous ceux qui s'intéressent à la question, alors que le Gouvernement Tunisien consacre ses efforts à la réduction de l'impact de l'environnement sur le développement industriel.

2.0 Description du Procédé

ELFOULADH est une usine sidérurgique intégrée produisant des tiges renforcées, des tiges métalliques, des fils métalliques, avec une variété de produits finis, tels que les pylônes galvanisés, fabriqués à partir de rondes barres, essentiellements brillants, recuits jusqu'au noircissement, galvanisés et revêtus de cuivre. Les matières premières comprennent le minerai local tunisien, le calcaire et le coke importé; elles sont toutes livrées au dock, sur le lac Bizerte. La ferraille provient des déchets retournés, des sources locales tunisiennes et d'une petite quantité importée. Les unités de production principales sont les suivantes:

Une (1) usine de tuf	160.000 tonnes métriques/an
Un (1) haut fourneau 4M	150.000 tonnes métriques/an
Une (1) machine pour gueuses	
Deux (2) convertisseurs LD de 20 tonnes	140.000 tonnes métriques/an
Un (1) four à arc électrique de 15 tonnes	40.000 tonnes métriques/an
Trois (3) machines à marche continue à couler des câbles à deux torons pour barres de 105 mm	80.000 tonnes métriques/an
Une (1) usine de barres	20.000 tonnes métriques/an
Une (1) usine de fils métalliques	60.000 tonnes métriques/an
Une (1) usine de fils métalliques ne dépassant pas 5 mm	25.000 tonnes métriques/an
Un (1) atelier de fabrication structurale	10.000 tonnes métriques/an

Outre celles produites par l'usine, environ 100.000 tonnes de tiges sont importées pour la machine à fabriquer des fils metalliques de taille inférieure à 5 mm des tiges en barre.

Les installations de support comprennent: la maison énergétique avec une turbosoufflante et une turbogénératrice, une usine d'oxygène, un four à chaux et divers ateliers d'entretien.

3.0 Evaluation de l'Environnement

3.1 Généralités

L'évaluation de l'environnement présentée dans la section suivante du rapport décrit les différents secteurs du problème, discute les technologies de contrôle disponibles et fournit des recommandations concernant ce contrôle.

Les coûts estimatifs sont donnés à l'appui de la méthode recommandée. Cependant, ces estimations doivent être considérées comme très préliminaires. Elles sont incluses dans le rapport pour souligner l'importance relative des coûts de l'équipement anti-pollution, et ne comprennent pas les frais spécifiques encourus sur chantier tels que les modifications des canalisations, les tuyauteries, les fondations et/ou les soutènements, l'équipement électrique ou la main d'oeuvre de montage. Des données additionnelles et une étude technique détaillée sont nécessaires pour développer le coût estimatif complet. Il convient de se rendre compte que les frais d'installation peuvent être de beaucoup supérieurs à ceux indiqués dans le présent rapport.

3.2 Air

3.2.1 Généralités

La fabrication du fer et de l'acier, de par sa nature, contribue, d'une façon particulière, à la génération de particules qui sont dispersées dans l'atmosphère ambiante, à moins qu'un équipement adéquat ne soit installé pour réduire le volume des émissions et capturer celles ainsi engendrées. Les emissions des particules commencent avec la réception des matières premières - minerai de fer, coke, calcaire et tuf. Ces matières, au cours du déchargement et dans chaque zone de transfert, se séparent selon leur taille et les particules plus fines se déplaceront dans l'air. Au cours de l'opération de coulée dans le haut fourneau, le graphite de fourneau de fonderie et les particules sont engendrés pendant que le fer fondu se combine avec l'oxygène de l'air et s'écoule le long des chenaux de coulée et se déverse dans le wagon de coulée. Les scories acheminées dans une fosse de coulée sèche est également une source d'émission de particules. Un glissement du four en provoquant l'ouverture des vannes de purge, propulsera dans l'atmosphère des particules de coke, de minerai, de tuf et de calcaire.

La fabrication de l'acier est un secteur où un grand volume de particules sont engendrées particulièrement pendant la souffflure de l'oxygène dans les fours LD, et la fusion et le raffinage avec injection d'oxygène dans le four à arc électrique. Le trans-

fert de l'acier fondu des fours aux poches de coulée créeront une certaine pollution.

Chaque usine de tuf et chaque four à chaux pourront représenter une importante source de pollution atmosphérique s'ils ne sont pas équipés des dispositifs anti-pollution convenablement actionnés et entretenus. L'usine de tuf dispose, aux fins de contrôle anti-pollution, d'un dépoussiéreur électrostatique qui semblait fonctionner d'une façon satisfaisante. La zone du four fonctionnant à chaud n'a pas été visitée.

Les opérations du haut-fourneau comprennent un système de collecteur de poussière et d'épurateur humide pour l'épuration des gaz de gueulard. L'épuration des gaz de gueulard est essentielle pour le fonctionnement du four car le gaz est une source d'énergie et est allumé dans les trois fourneaux.

Au cours de la visite de trois jours de l'usine , il ne fut pas possible d'évaluer complètement l'efficacité de l'équipement de contrôle de la pollution atmosphérique située à l'intérieur de l'installation. On a remarqué, avec la plus grande certitude, que l'équipement anti-pollution n'existait pas dans les fours LD et le four à arc électrique. Le panache de fumée s'élevant de leur cheminée respective est visible à une distance de plusieurs kilomètres de l'usine. Ces fours doivent recevoir, à titre de première priorité les dépenses affectées à l'équipement anti-pollution.

Le choix de l'équipement de contrôle pour toute source de particules, telle que les fours, est fondé, en dernière analyse, sur un système qui satisfasse les exigences d'un fonctionnement adéquat à des coûts et frais d'exploitation les moins élevés possibles. Les paramètres physiques affectant les critères de la sélection comprennent la taille et les caractéristiques de la particule, les caractéristiques du gaz et les sous-produits de l'opération, tels que l'eau contaminée ou la poussière.

Les caractéristiques de la particule comprennent la répartition de sa grandeur, sa concentration, sa densité apparente, sa teneur en humidité, sa résistivité électrique et son inflammabilité. Les caractéristiques du gaz comprennent son débit moyen et extrême, sa pression, sa température, sa teneur en humidité et sa réactivité. La méthode de l'élimination ou du traitement des sous-produits doit également être prise en considération fréquemment. La disponibilité de l'espace constitue aussi un facteur important.

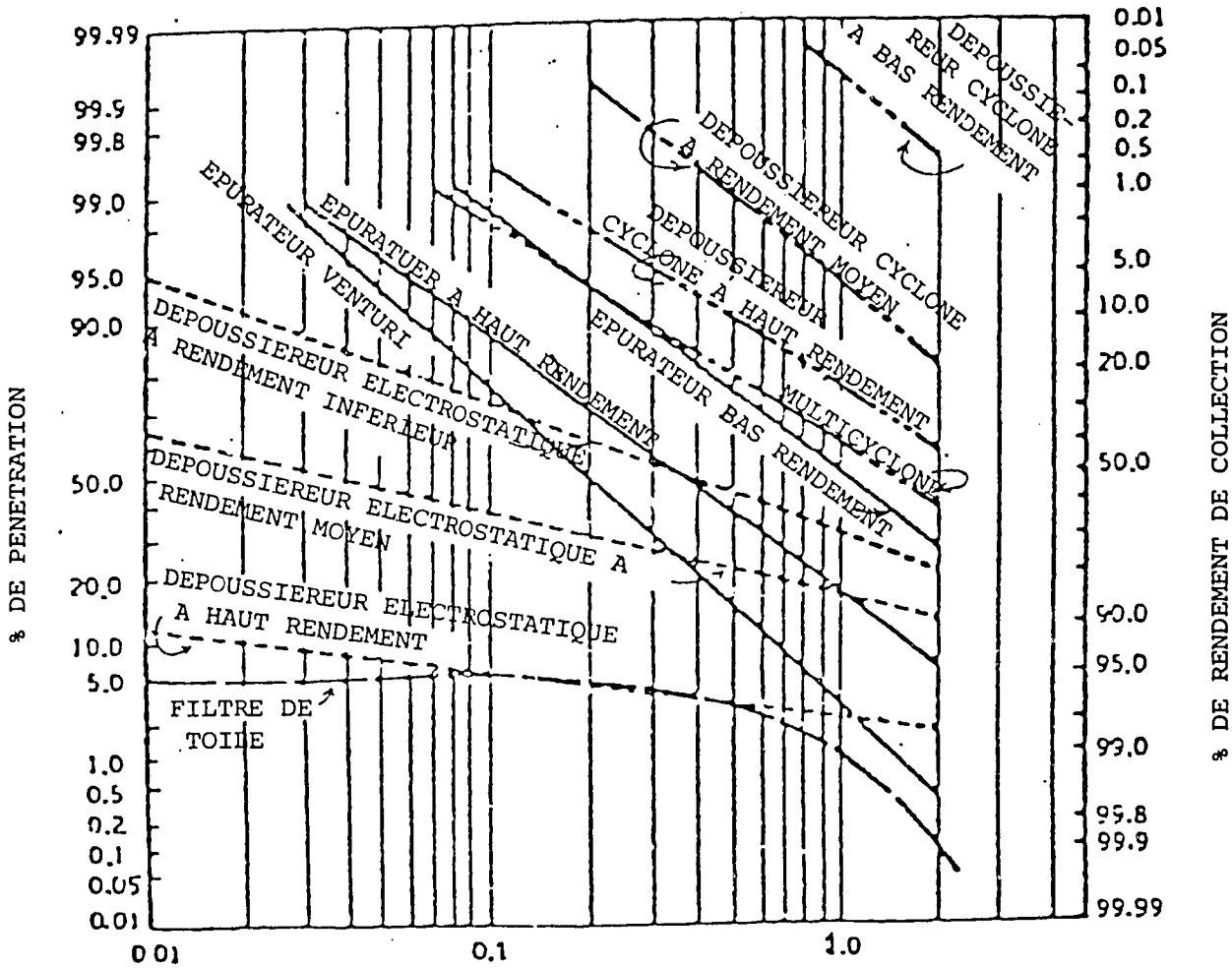
La taille de la particule est le plus important et le plus unique paramètre physique pour sa séléction. Par exemple, on rapporte que la grandeur de la particule dans les gaz d'échappement du four LD est répartie comme suit: 85-90 pourcent, selon le poids, est inférieur à un micron et 10-15 pourcent inférieur à un demi-micron. Comme la Figure 1 l'indique, si l'on se fonde sur la répartition de la taille de cette par-

ticule, les collecteurs mécaniques tels que les multicyclones seront inefficaces. Les seuls dispostifs de contrôle qui soient utilisables sont le dépoussiéreur électrostatique, l'épurateur Venturi ou le filtre de toile. Un filtre de toile ne peut, cependant, être utilisé pour le four LD à cause de la haute température (2760°C) de la zone de combustion autour du capuchon. La technologie disponible pour les fours LD est, par conséquent, un dépoussiéreur électrostatique ou un épurateur Venturi.

L'émission des particules du four à arc électrique est similaire à celle du four Ld, au point de vue importance. La technologie de contrôle disponible est la même que celle du four LD sauf qu'un sac-abri peut être utilisé lorsque la température du gaz est moins élevée.

Le four à chaux n'a pas été visité et il est possible qu'il n'ait pas fonctionné lors de la visite.

Dans les sections suivantes, seront passés en revue les secteurs dans lesquels les systèmes de collection et de suppression sont typiquement installés dans les usines sidérurgiques des nations industrialisées. Dans certains cas, des alternatives sont suggérées. La décision définitive concernant l'installation de l'équipement de collection des poussières et le choix du type d'équipement ne peut être prise qu'après une étude technique détaillée et un examen du coût pour une source d'émission donnée.



Diamètre d'une Particule en Microns

RENDEMENT FRACTIONNE D'UNE PARTICULE FINE

FIGURE 1

KOPPERS

3.2.2 Fours LD - Emission des Particules

L'aciérie d'ELFOULADH a deux fours LD d'une capacité de 20 tonnes métriques, et dont la production annuelle s'élève à 140.000 tonnes métriques d'acier fondu (voir Figure 2.). L'atelier du four ne dispose d'aucun équipement pour capturer les particules des gaz d'échappement, pendant la soufflure du four.

Les gaz d'échappement sont déversés dans un capuchon ouvert, du type membrane, refroidi par l'eau. La fumée et les particules s'élèvent dans la cheminée et se déchargent dans l'atmosphère, à une hauteur de 34,75 mètres au delà d'un yard.

Les fumées dégagées pendant le recoulage de la fonde liquide dans le mélangeur, son chargement dans le récipient LD et le soutirage de l'acier fondu à partir du récipient, s'élèvent à travers la structure du bâtiment et se déchargent dans l'atmosphère, par les ventilateurs.

D'après une estimation approximative, le poids des particules déchargées pendant la soufflure d'oxygène est de 1-1/2 à 2 pourcent de la charge métallique. Pour une production annuelle de 140.000 tonnes métriques, et un rendement de 87 pourcent, la charge métallique totale est de 161.000 tonnes métriques. En conséquence, le poids des particules pouvant être déchargées dans l'atmosphère est de 2400 à 3200 tonnes métriques par jour.

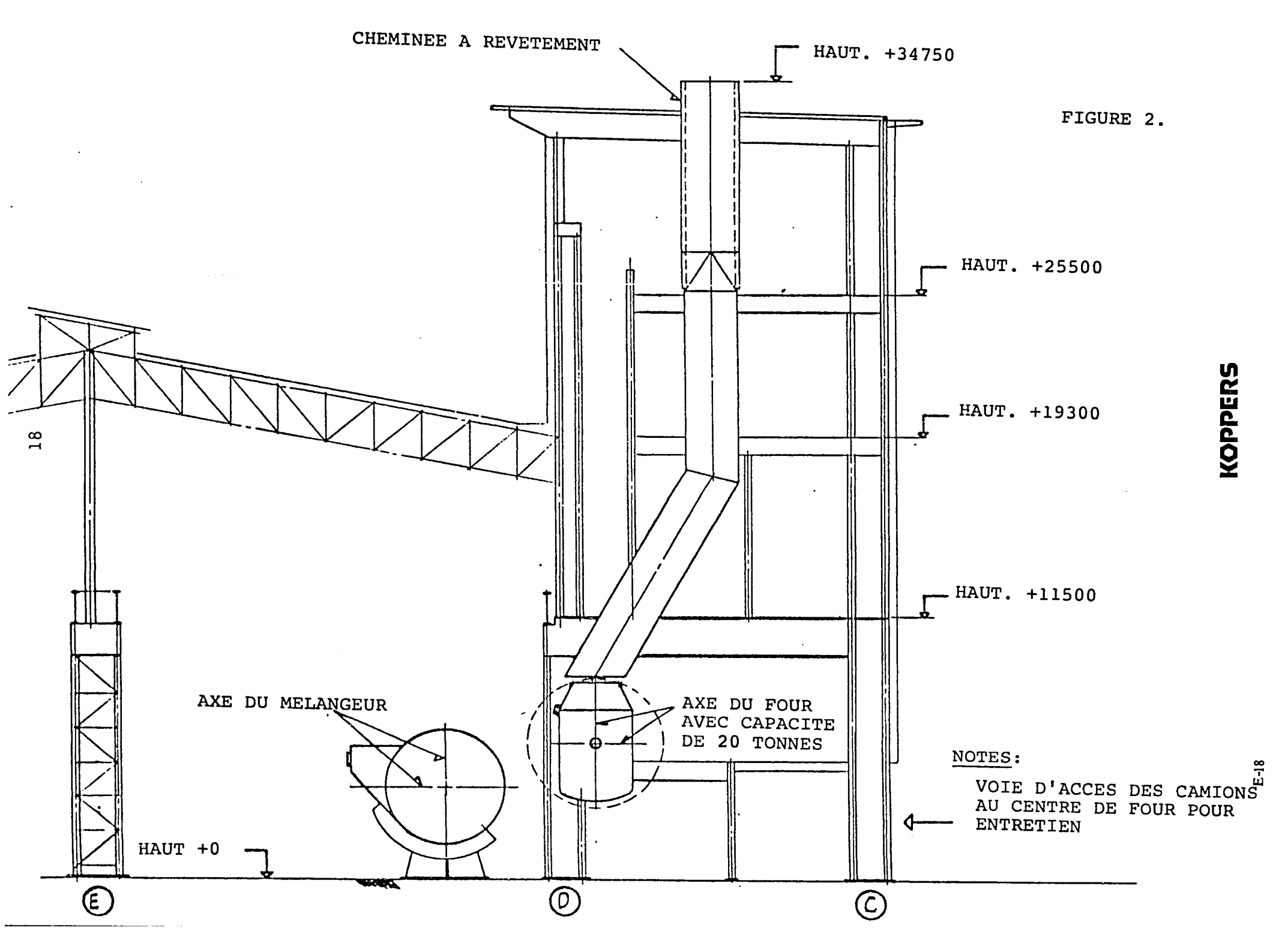

CHEMINEE A REVETEMENT
HAUT. +34750
HAUT. +25500
HAUT. +19300
HAUT. +11500
AXE DU MELANGEUR
AXE DU FOUR
AVEC CAPACITE
DE 20 TONNES
NOTES:
VOIE D'ACCES DES CAMIONS
AU CENTRE DE FOUR POUR
ENTRETIEN
HAUT +0
E
D
C
KOPPERS
E-18

FIGURE 2.

Les particules sont essentiellement composées de Fe_2O_3 avec de faibles quantités de FeO et MnO_3 et des traces de silice, de calcium, d'aluminium et de phosphore. La taille de la particule est typiquement excellente, environ 85 pourcent selon le poids, étant inférieur à un micron et 15 pourcent inférieur à 0.5 micron.

La quantité de poussière accumulée dans les gaz brûlés des fours LD variera considérablement pendant la durée (15 minutes) de la soufflure de l'oxygène et atteindra le maximum dès que l'évolution de CO commencera.

A cause de sa finesse, la poussière peut être dispersée sur une grande superficie. Au point de décharge de la cheminée, à une hauteur de 34,75 mètres, la fumée et les particules sont dispersées, selon les caprices des vents prédominants, à travers la campagne environnante, le Lac Bizerte et, occacionnellement, la ville voisine de Menzel Bourguiba.

3.2.3 Fours LD - Technologie de Contrôle

Les émissions de particules à l'atelier du four LD peuvent être divisées en deux grandes catégories. Avant tout, il convient de mentionner celles qui sont engendrées au cours de la soufflure de l'oxygène, une durée de 15 minutes pour chaque chauffage. Les émissions secondaires sont celles engendrées pendant le recoulage du mélangeur de coulée dans la poche de coulée de chargement, et pendant le chargement, à partir de la

poche de coulée, du four LD, et enfin pendant le soutirage du four pour acheminement à la poche de coulée de l'acier.

Maintenant, les émissions primaires sont dirigées vers le capuchon refroidi par l'eau et l'élèvent à travers la cheminée pour se dégager dans l'atmosphère. La méthode optimale de collection des particules ne peut être déterminée que par une étude technique détaillée. Le présent rapport ne peut suggérer que les lignes directrices, lesquelles seraient examinées dans l'étude.

L'une des déterminations initiales serait l'aptitude du capuchon existant pour collecter les fumées et les particules. L'examen de quelques minutes effectué par l'équipe d'étude semblait indiquer que le capuchon avait une grandeur adéquate. Cependant, ceci nécessite une étude supplémentaire. Les opérateurs peuvent apporter une certaine contribution, notamment s'ils ont observé des fumées montant à travers l'atelier, en plus de celles s'élevant dans la cheminée. Il est possible que le capuchon ait besoin d'être agrandi ou ramené plus près de l'orifice du récipient afin de limiter l'infiltration de l'air à celle nécessaire à la combustion. Il est probable que l'arrangement du capuchon, dans cette usine, soit du type capuchon ouvert. Des dispositifs de pulvérisation de vapeur et d'eau seraient installés dans le capuchon pour éteindre les gaz chauds (1650°).

Une méthode qui a été utilisée pour contrôler les fumées afin de minimiser leur dispersion vers les niveaux supérieurs de l'atelier du four consiste à fournir un enclos autour du feu entre l'étage opératoire et celui des services. L'enclos est aménagé de façon à diriger les fumées vers le capuchon. Les Figures 3 et 4 illustrent un enclos à trois côtés. Le côté laissé ouvert était nécessaire, car une machine de chargement sur l'étage opératoire était utilisée pour charger la ferraille. Une telle clôture à trois côtés conviendrait aux fours d'ELFOULADH qui sont généralement situés dans la grue de chargement et les lignes de colonnes. L'orifice du récipient tourne par rotation vers le couloir de chargement, de sorte que ce côté doit rester ouvert. Ces fours sont chargés et soutirés du même côté tandis que les scories sont drainées du côté opposé.

L'enclos est composé d'un bâti d'acier avec des panneaux d'hématite lâchement ajustés pour résister au gauchissement par la chaleur. Des portes roulantes ou à hommes peuvent être fournies là où le four est entartré. Le toit de l'enclos serait aménagé de façon à diriger les fumées vers le capuchon.

3.2.3.2 Epurateur Venturi

Les épurateurs Venturi de haute énergie peuvent être efficaces dans la collection des poussières, avec des rendements dépassant 99%. L'épurateur lui-même exige un espace minimum et peut

normalement être disposé près des fours, permettant ainsi de réduire les frais de premier établissement. Cependant, les séparateurs par entraînement, le ventilateur aspirant, et le traitement des effluents de l'épurateur exigent des espaces supplémentaires pour le blocculateur-clarificateur, le filtre à vide et les pompes. Ces unités peuvent, le cas échéant, être disposées loin de la zone du four.

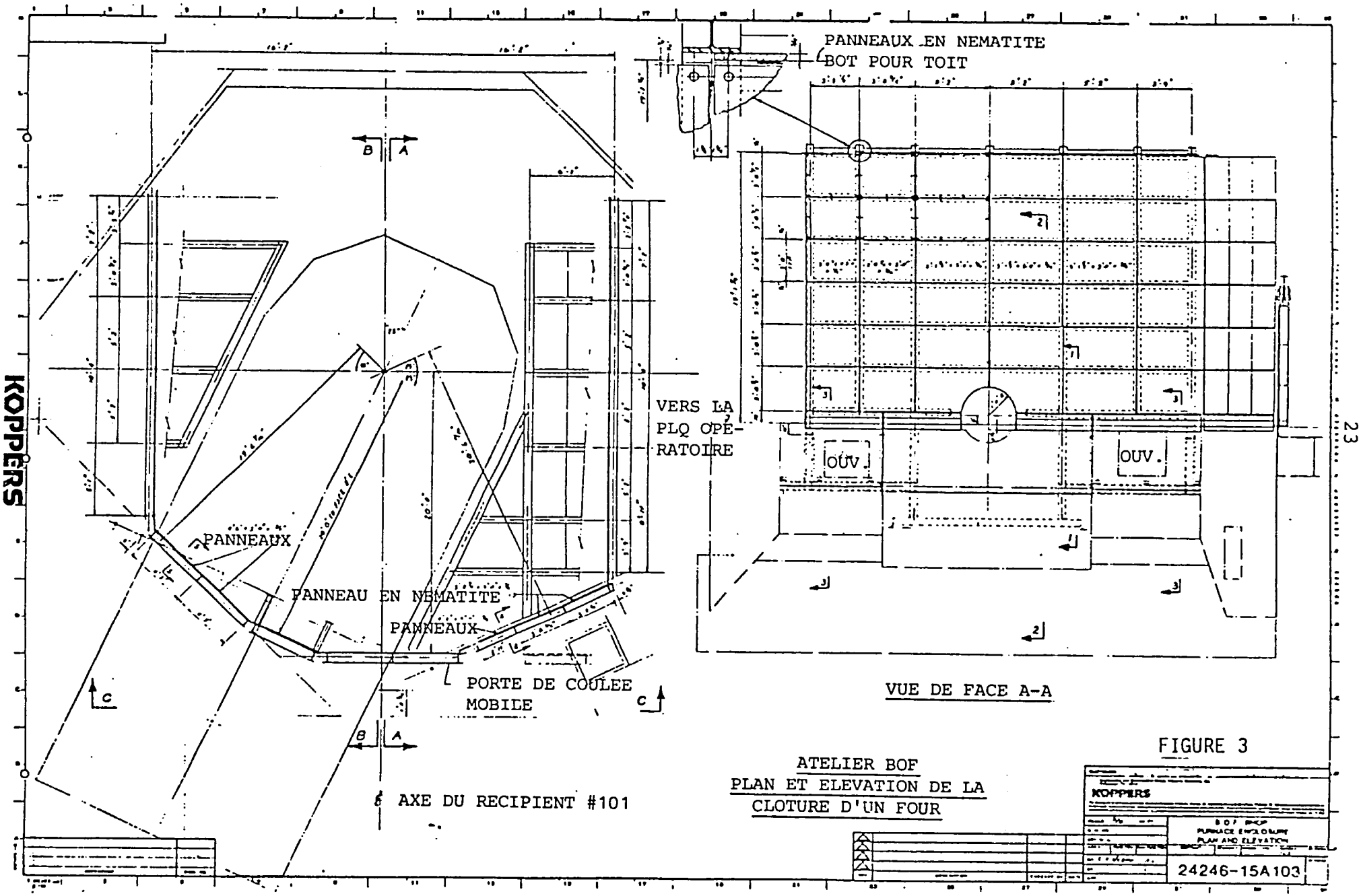


FIGURE 3

ATELIER BOF
PLAN ET ELEVATION DE LA
CLOTURE D'UN FOUR

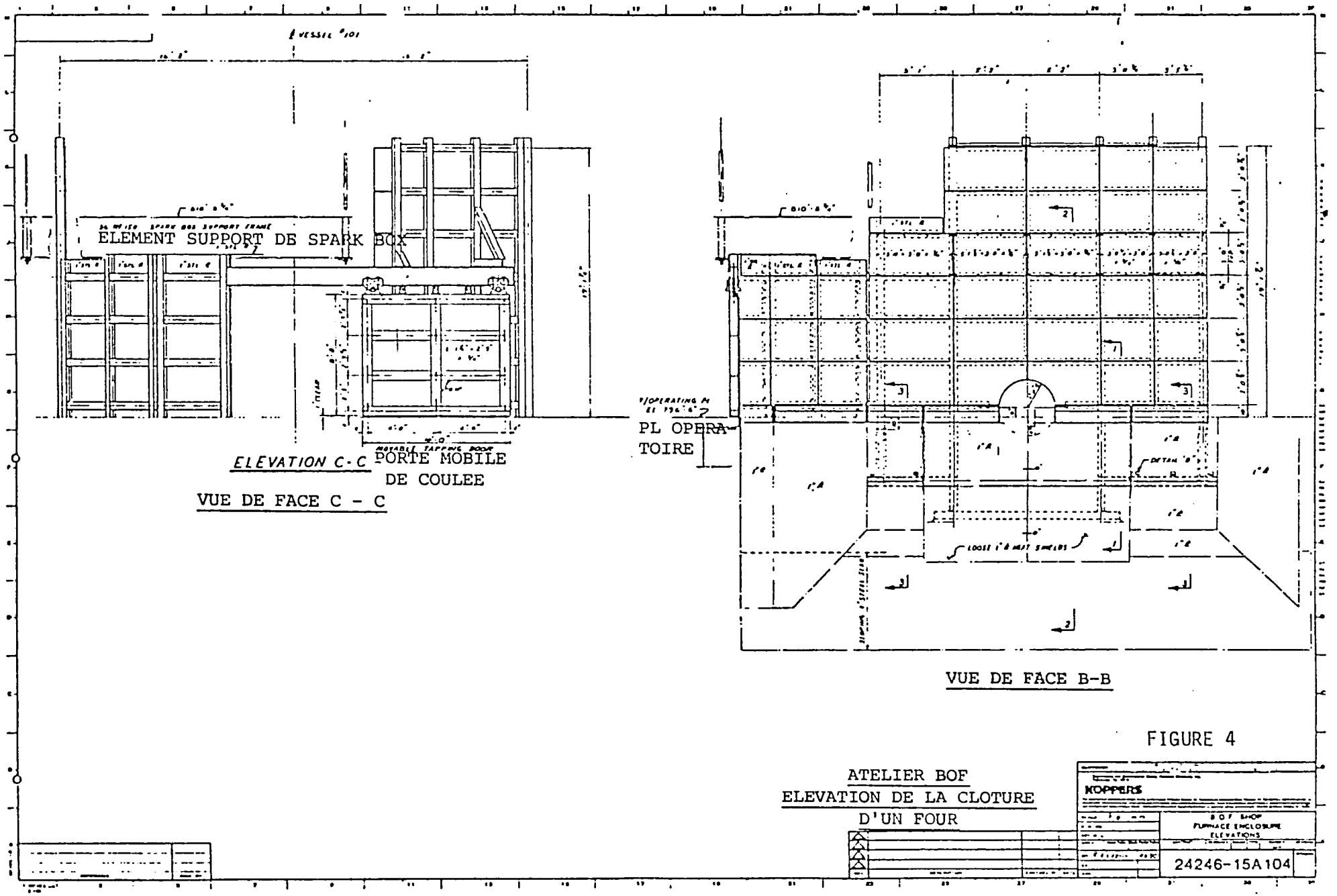

ELEMENT SUPPORT DE SPARK BOX
ELEVATION C-C
PORTE MOBILE
DE COULEE
VUE DE FACE C - C
PL OPERA-
TOIRE
VUE DE FACE B-B
ATELIER BOF
ELEVATION DE LA CLOTURE
D'UN FOUR
KOPPERS
B O F SHOP
FURNACE ENCLOSURE
ELEVATIONS
24246-15A104

FIGURE 4

L'épurateur et l'équipement de traitement des effluents sont généralement des articles dont les frais d'entretien sont peu élevés mais dont la consommation en énergie est élevée. La poussière mouillée du filtre a vide est facilement manipulable pour son transport vers un terrain de remplissage ou aux poches des matières premières de l'usine de tuf. La poussière pourra susciter des objections si elle contient du zinc, ce métal affectant défavorablement le fonctionnement du haut-fourneau. Si la charge de déchets contient une grande quantité de ferraille provenant de l'usine, à la suite des opérations de galvanisation, la poussière devra être déchargée sur un terrain de remplissage convenablement étudié et exploité. Fréquemment, l'épurateur est signalé par un panache de vapeur déchargé par la cheminée et, dans certaines conditions, peut provoquer une réaction défavorable de la part du grand public, lequel peut considérer le panache lui-même comme étant source de pollution.

3.2.3.3 Dépoussiéreurs Electrostatiques

Les dépoussiéreurs électrostatiques sont hautement efficients pour la collection des poussières. Leur consommation en énergie est peu élevée. Ils exigent plus d'espace et d'entretien que les épurateurs. La poussière peut être éliminée, humide ou sèche; cependant, le dépoussiéreur exigera un clarificateur pour séparer la poussière de l'eau. Par contre, la poussière sèche peut

être difficile à manipuler et ceci est particulièrement vrai pour les poussières fines du four LD. Le coût en capital des dépoussiéreurs est d'ordinaire plus élevé que celui des épurateurs, mais pour pouvoir formuler un jugement précis, une étude technique et économique doit être entreprise.

Si les dépoussiéreurs électrostatiques sont choisis, il est important qu'une quantité suffisante d'air excédentaire soit aspirée à travers le capuchon pour brûler le CO jusqu'au CO_2, autrement, une explosion serait potentielle dans le dépoussiéreur. Il est également important de ne pas aspirer une quantité excessive d'air à travers le capuchon du four car ceci exigera une augmentation de la taille du dépoussiéreur.

Un dépoussiéreur est à peu près 100 pourcent disponible. La panne des câbles et plaques de décharge est habituellement susceptible d'être isolée, permettant de maintenir l'équilibre du système. Des amortisseurs peuvent être fournis pour bloquer des sections en vue des réparations, pendant que l'opération d'épuration des gaz continue à un rythme réduit.

3.2.4 Recommandations pour le Contrôle du Four LD

Les technologies disponibles pour le contrôle des fours LD, comme décrit plus haut, sont constitués par un dépoussiéreur électrostatique ou un épurateur Venturi à haute énergie. Aux Etats Unis, plusieurs fours de type LD sont contrôlés par des dépoussiéreurs électrostatiques.

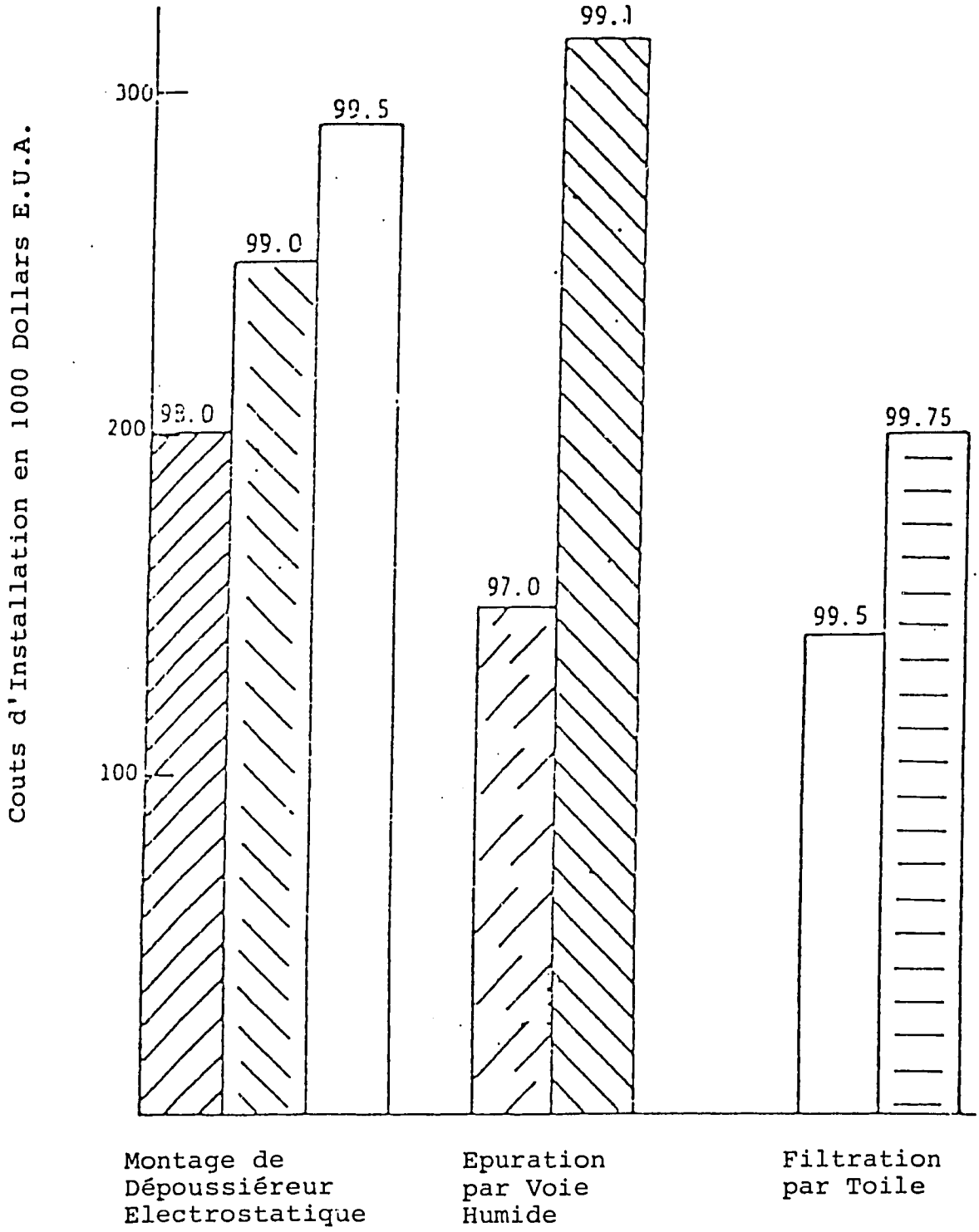
Il est recommandé qu'ELFOULADH considère l'installation sur les fours LD d'un dépoussiéreur au lieu d'un épurateur Venturi. Il est naturel que la recommandation soit faite à titre provisoire, étant donné qu'une étude technique et économique détaillée serait nécessaire avant qu'une décision définitive puisse être prise.

Cette recommandation est fondée sur les données généralisées du coût, le temps et les renseignements disponibles étant insuffisants pour permettre une analyse détaillée.

Les figures 5, 6 et 7 montrent les coûts comparés aux Etats-Unis (en 1976) pour les dépoussiéreurs, les épurateurs Venturi et les sacs-abris, contre les rendements des éliminations. Bien que cette donnée soit généralisée et les coûts quelque peu datés, les différences relatives sont considérées valables.

Il convient de noter que, des deux options pour le contrôle examinées dans le présent rapport, le dépoussiéreur électrostatique représente la meilleure option pour la gamme de rendements couverte. Les frais de montage et d'exploitation de l'épurateur Venturi sont très élevés.

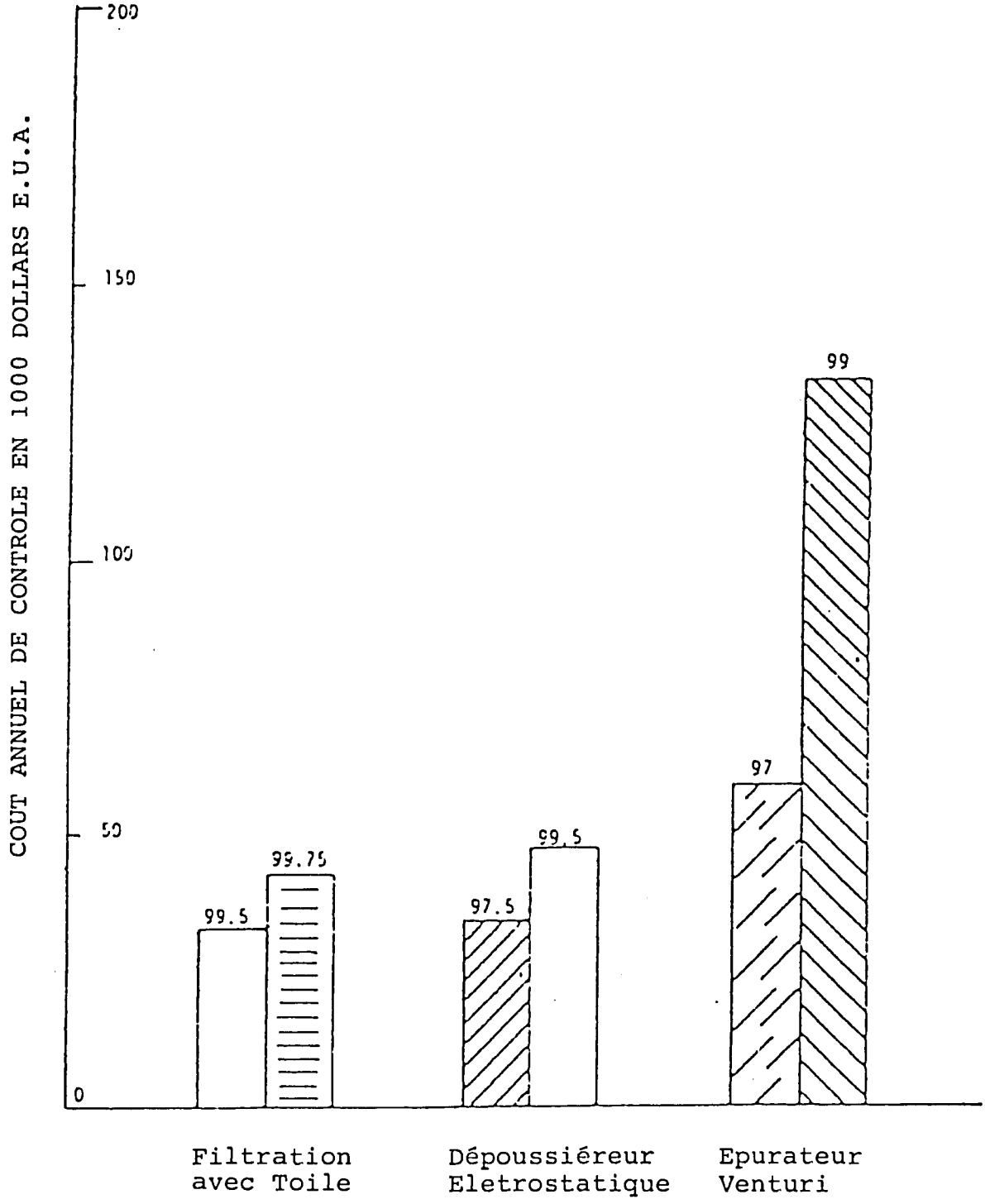
Le coût d'un dépoussiéreur (équipement seulement) pour les fours LD d'ELFOULADH est estimé à une valeur située entre 500,000 et 750,000 dollars des Etats Unis.



COMPARAISONS DES COUTS D'INSTALLATION POUR DIFFERENTS RENDEMENTS

FIGURE 5

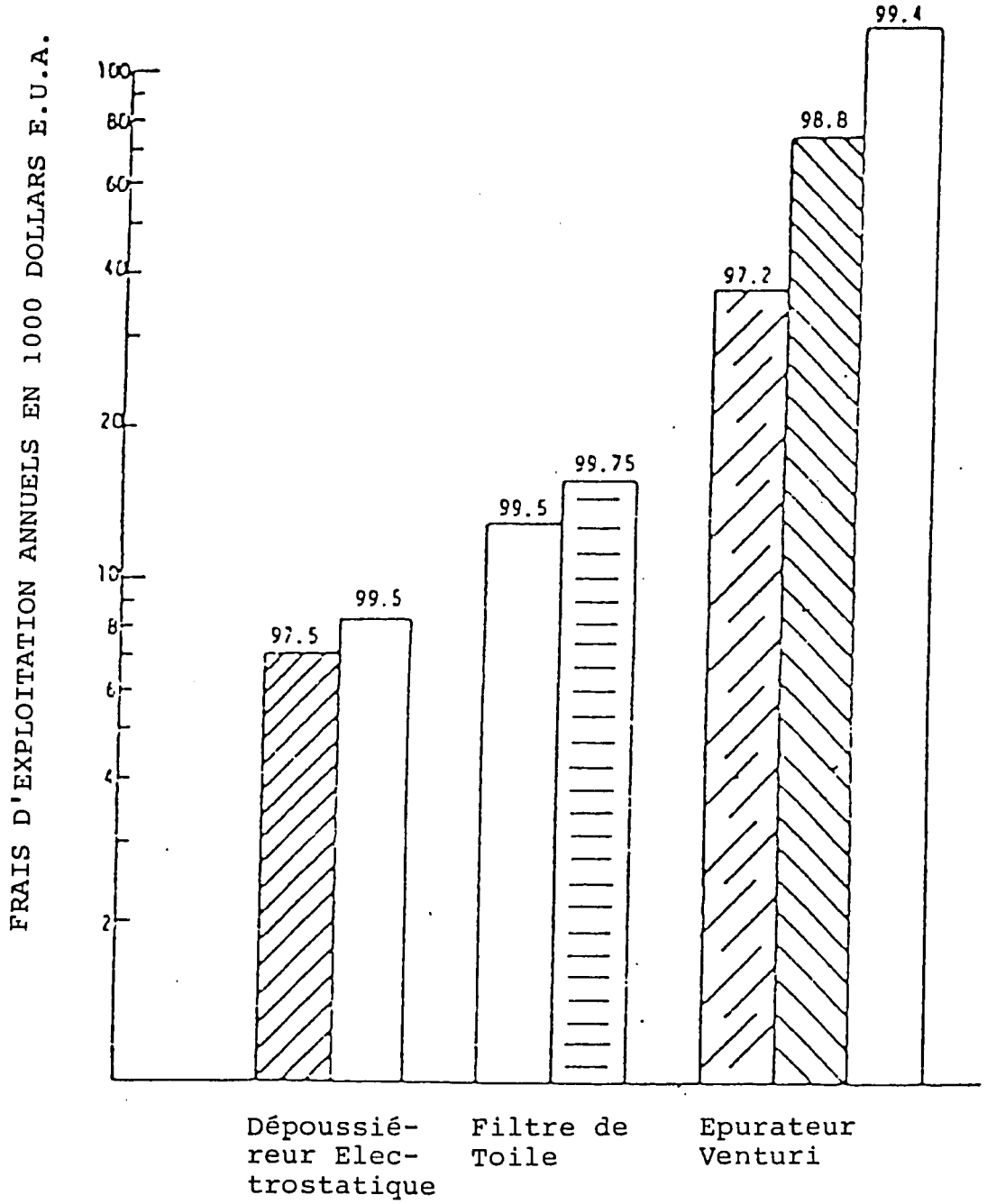
KOPPERS



COUR ANNUEL POUR DIFFERENTS RENDEMENTS

FIGURE 6

KOPPERS



COMPARAISONS DES FRAIS D'EXPLOITATION POUR DIFFERENTS RENDEMENTS

FIGURE 7

KOPPERS

Il existe d'autres alternatives qui pourraient être évaluées dès que l'étude détaillée sera commencée. L'une des options est fondée sur la certitude que l'emploi d'un grand dépoussiéreur est réalisable pour manipuler les gaz brûlés provenant à la fois des fours LD et des fours à arc électrique. Cette approche réduirait le coût global.

Une seconde option qui, certainement, ne serait pas envisagée aux Etats Unis et ne pourrait pas être réalisée techniquement, serait l'emploi d'un collecteur. Du moment que cette option coûterait beaucoup moins cher que l'emploi d'un dépoussiéreur, elle mérite, peut-être, d'être étudiée.

Il y a lieu de considérer le fait qu'aux Etats Unis, la législation prescrit la meilleure technologie disponible pour le dispositif ayant un rendement d'élimination de 99+% et un courant de gaz d'échappement essentiellement invisible. Si ELFOULADH acceptait, entre-temps, un rendement d'élimination de 70 pourcent environ, et un panache de fumée visible provenant de la cheminée, un collecteur mécanique pourrait être adéquat. Il convient de noter que ledit dispositif n'élimine pas les fines particules qui affectent plus la santé que les plus grosses particules. Evidemment, le coût serait environ un dixième de celui d'un dépoussiéreur.

La praticabilité de l'option sus-mentionnée dépend de la répartition de la taille de la particule émise par un four incontrolé. Les données présentées dans ce rapport indiquent

que 85-90 pourcent, selon le poids, de cette particule est inférieur à un micron. Il existe, cependant, dans la documentation d'autres données disponibles de la repartition de la taille d'une particule, lesquelles montrent que 25% de celle-ci est inférieure à un micron. La répartition est telle qu'un multicyclône pourrait éventuellement éliminer 70 pourcent de la particule. Il n'a pas été possible d'établir la validité de l'une ou l'autre série des données sus-mentionnées.

Afin d'évaluer cette option, il serait nécessaire d'établir une répartition fiable de la taille d'une particule provenant d'une opération non contrôlée, peut-être par une véritable vérification de la source.

Il est certain que la meilleure solution au problème des émissions pour les fours LD serait l'emploi d'un dépoussiéreur si les fonds nécessaires étaient disponibles. Même si un collecteur mécanique pouvait produire un rendement de 70 pourcent, un contrôle supplémentaire serait nécessaire, dans l'avenir, avec les progrés réalisés par le gouvernement dans l'exécution de son programme d'amélioration de l'environnement, ce qui ferait que le coût définitif dépasserait de façon appréciable celui de l'installation initiale d'un dépoussiéreur.

3.2.5 Four LD - Emissions Secondaires

Les émissions secondaires sont celles engendrées au cours de

la coulée de fonte liquide à l'intérieur et à l'extérieur du mélangeur de coulée et pendant le chargement et le soutirage des fours LD. L'intensité des émissions durant ces opérations n'est pas approximativement parlant aussi importante que pendant la soufflure d'oxygène; les émissions peuvent toutefois être considérables. Dans un atelier des Etats Unis, il a été estimé que 0,0776 Kg par tonnes métriques de fonte liquide est produite au cours du transfert de la fonte liquide entre les poches de coulée et le four.

Ces émissions sont composées de deux éléments, le graphite de fourneau de fonderie qui est essentiellement formé de plaquettes de graphite et la fumée qui est l'oxyde de fer en poudre fine. Selon le poids, le graphite de fourneau représente 80 pourcent environ et la fumée 20 pourcent de la particule. Typiquement, 99 pourcent de la taille de cette particule est inférieure à 3 microns et 70 pourcent à 1 micron.

Le graphite de fourneau et la fumée sont connus comme étant sources de problèmes pour les grues, causant une usure excessive des paliers, des engrenages, des tambours, des rails et l'encrassement du circuit électrique. Les accumulations de ces particules peuvent rendre la zone concernée difficile et dangereuse pour les piétons.

Ces émissions secondaires sont actuellement dispersées à travers l'atmosphère de l'atelier, se déposent sur l'équipement, l'acier de construction et les planches, ou s'élèvent vers la

toiture et se déchargent dans l'atmosphère à travers les ventilations du toit. Les opérations de l'atelier sont plus affectées par ces émissions que les zones et la population voisines de l'aciérie.

De plus en plus, les usines sidérurgiques des pays industrialisés capturent des particules afin de satisfaire aux prescriptions réglementaires locales sur l'assainissement de l'air. Lorsque la fonte liquide est coulée, des capuchons sont installés sur le réservoir de coulée ou sur le récipient, le plus pratique des deux étant retenu. La fumée et le graphite de fourneau sont alors typiquement dirigés vers un sac-abri. Les basses températures et la taille réduite de la particule conviennent particulièrement à la collection au moyen de sac-filtre. Le courant d'air est produit par un ventilateur. Une cheminée, équipée, à ce sommet, d'une soupape de détente est fournie pour libérer la fumée dans l'atmosphère en cas d'urgence.

Au cours des opérations de chargement et de coulée du four LD, celui-ci se dégage par rotation au dessous du capuchon et les fumées dégagées s'élèvent à travers la structure du bâtiment et s'échappent par les ventilateurs du toit dans l'atmosphère. Un capuchon pourrait éventuellement être monté sur l'orifice du récipient pendant qu'il est en position de décharge. Les fumées pourraient être acheminées vers le nouveau système de collection de poussière du four. Il ne semble pas possible de collecter les fumées pendant la durée du chargement ou de la

coulée, étant donné que l'orifice du récipient tourne par rotation vers la rangée des fours où le chargement à lieu et ceci gênerait la grue de chargement.

Une réduction des émissions secondaires est possible si la fonte liquide et l'acier fondu sont coulés lentement. Cependant, ceci ne constitue pas une solution très satisfaisante du problème des émissions; le capuchon et le sac-abri constituent un moyen efficace de réduction des émissions éphémères.

3.2.6 Four a Arc Electrique - Emission des Particules

L'unique four a arc électrique avec une capacité de 15 tonnes est muni d'un quatrième trou dans le toit (voir figure 8). Les fumées dégagées pendant la fusion et le raffinage sont aspirées par le quatrième trou et s'écoulent le long d'un système de conduites jusqu'à un canal souterrain traversant la rangée des fours. La fumée est alors déchargée à travers une cheminée située à la rangée de colonnes du bâtiment. La particule éphémère est engendrée pendant les opérations de chargement et de coulée. La particule incontrollée est déchargée dans l'atmosphère à une hauteur de 36 mètres. Outre cette "particule de procédé", la particule éphémère est engendrée pendant les opérations de chargement et de coulée.

La fumée dégagée par le four à l'arc est similaire à celle provenant du four LD, en ce sens qu'elle contient les oxydes

de fer et est située dans la gamme sous-micron. L'intensité de la fumée est considérablement affectée par la teneur de la ferraille en huile et par la quantité d'oxygène utilisée pendant la fusion et le raffinage de la ferraille. A l'heure actuelle, l'oxygène n'est utilisé que pendant la durée de la fusion et il existe peu ou pas d'huile dans la ferraille. La taille de l'équipement de collection de la poussière sera augmentée si des plans futurs prévoient l'utilisation de l'oxygène pendant la durée de la fusion.

Le volume des gaz brûlés passant à travers le quatrième trou est de l'ordre de 1200 mètres cubiques par tonne d'acier et la charge de poussière varie entre 2,5 à 8 Kg par tonne d'acier.

3.2.7 Four a Arc Electrique - Technologie de Contrôle

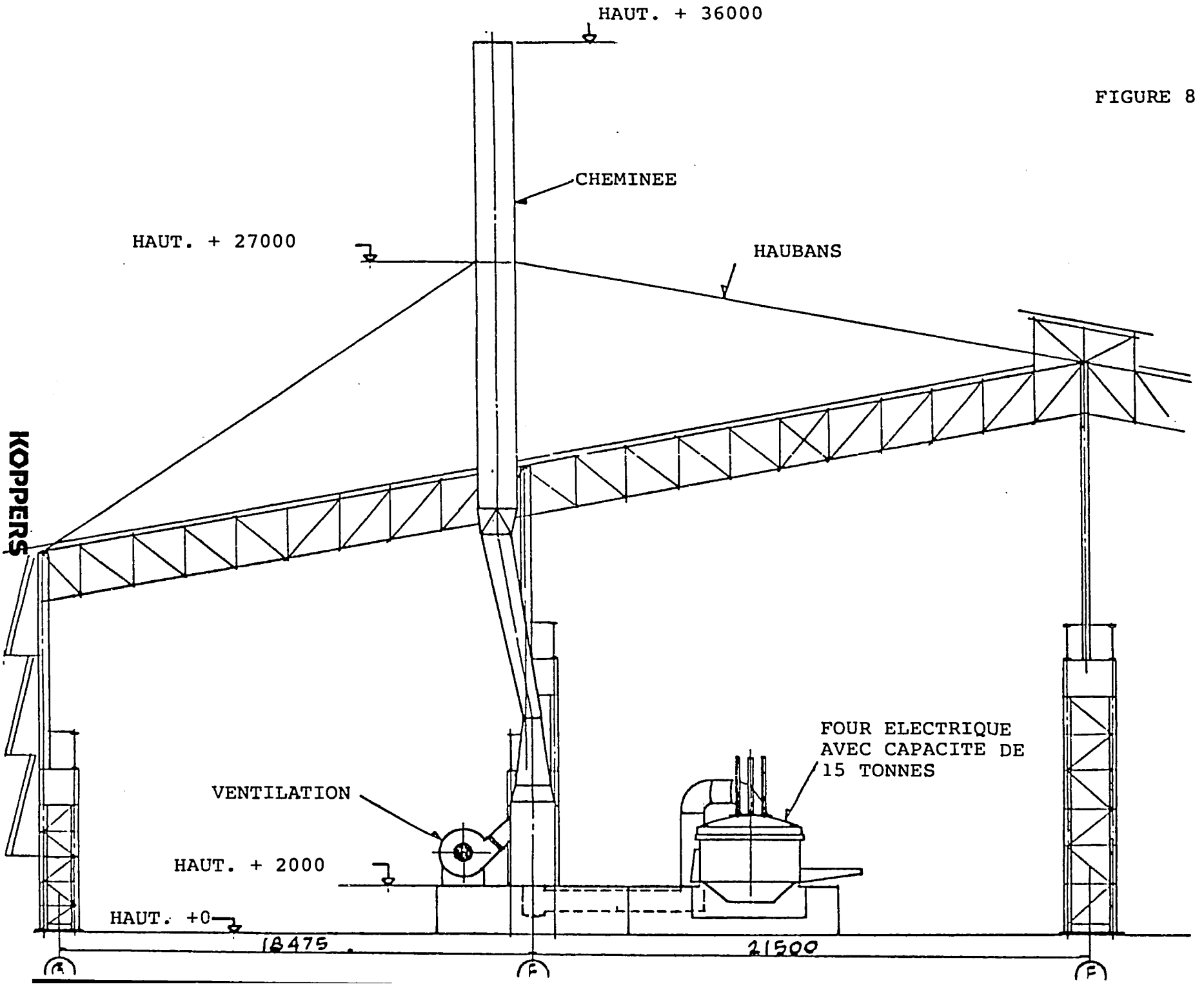
Les fumées chargées de particules se dégagent du four électrique dans les phases du chargement, de la fusion et de l'opération. Les réglements en vigueur aux Etats Unis prescrivent que les particules engendrées pendant la fusion ainsi que les particules éphémères émises durant le chargement et la coulée soient soumises au contrôle.

Diverses méthodes sont actuellement employées pour mettre à éxécution les prescriptions réglementaires en vigueur:

3.2.7.1 Enclos Complet

La méthode la plus efficace pour capturer à la fois la particule de procédé et la particule éphémère consiste à enclore le four et la zone de coulée, comme indiqué sur le Dessin

FIGURE 8



KOPPERS

24258-15A105 et sur les Figures CH-I à 4, inclusivement. Ce système présente l'avantage additionnel d'étouffer le bruit de la fusion. Des portes sont aménagées dans l'enclos, permettant l'admission des bennes de chargement de la ferraille, d'une enfourneuse, et du personnel. Le quatrième trou percé dans le toit du four est rempli par une cheminée courte, droite, au lieu d'un coude d'évacuation directe. Les fumées provenant du quatrième trou, des orifices des électrodes et d'autres ouvertures du four, ainsi que les fumées de coulée sont contenues par l'enclos et évacuées à une vitesse contrôlée, à travers un sac-abri. Des modules de réservoirs amortisseurs à taux d'injection élevé sont utilisés pour collecter la poussière, laquelle est ensuite transférée par un dispositif penumatique à un accumulateur de poussière. La concentration moyenne des particules provenant de l'orifice de dégagement du courant de gaz est de 0,07 gr/Nm^3 (sec).

3.2.7.2 Capuchon-dôme et Evacuation Directe

Une autre solution, cependant moins efficace, de la capture des particules éphémères consiste à installer un capuchon-dôme sur le four. Les émissions de la fusion sont recueillies à la suite d'une directe évacuation par le quatrième trou perforé dans le toit du four. Un aménagement typique est montré par le schéma du dessin 24073-79-BB. De nombreuses particules qui s'échappent de cette capture par évacuation directe sont recueillies par le système du capuchon-dôme. Il s'agit des particules qui s'échappent à travers les trous des électrodes,

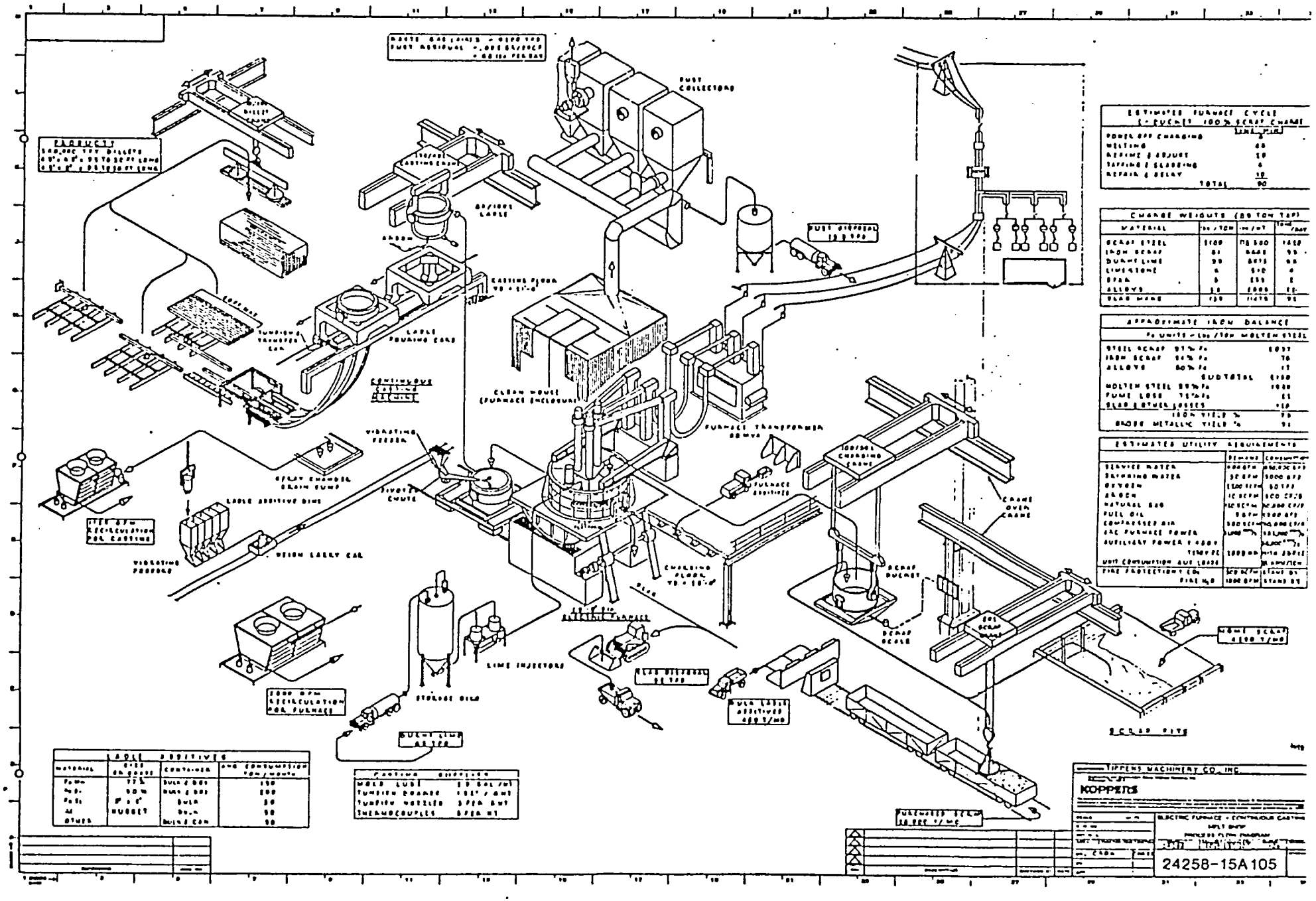
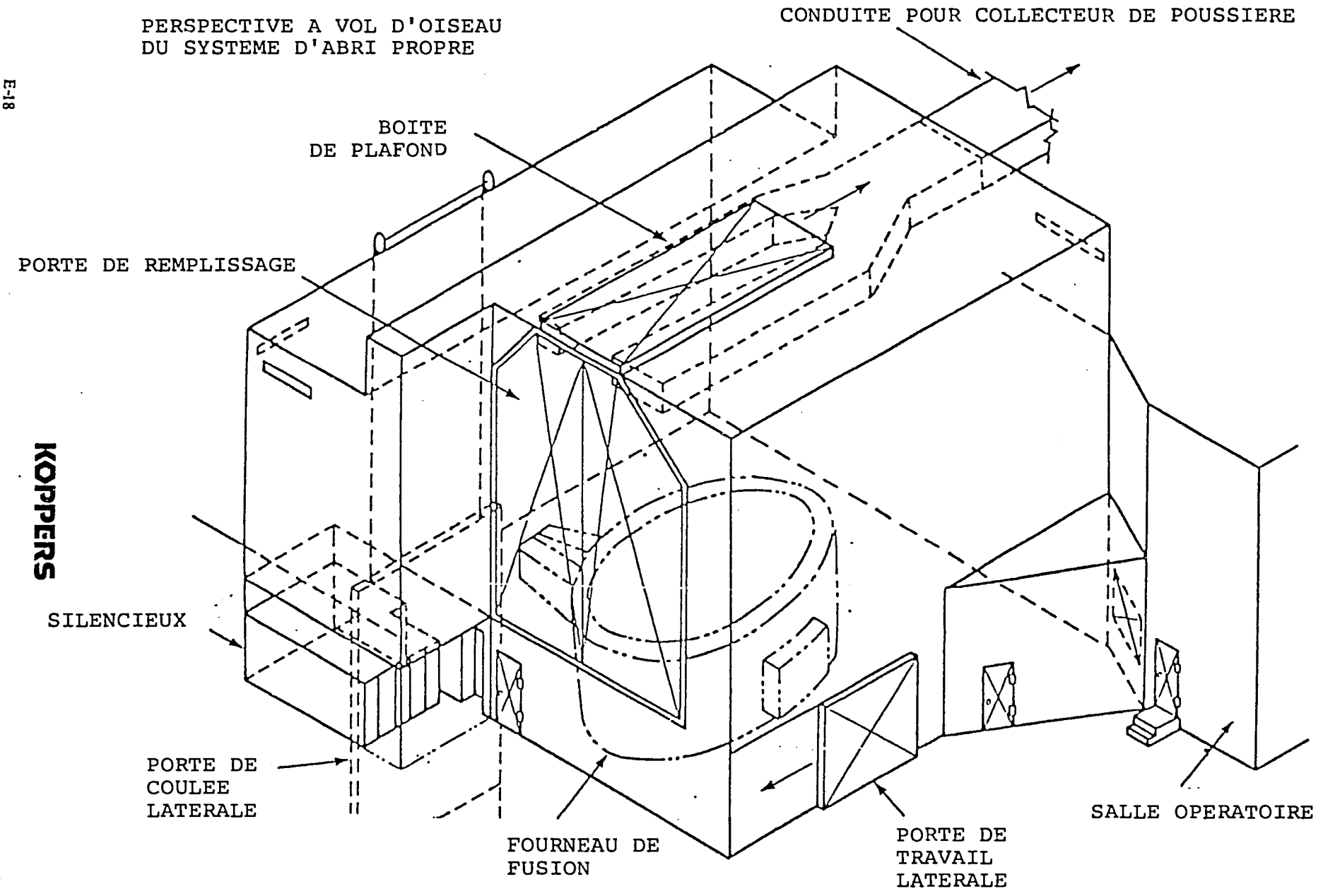
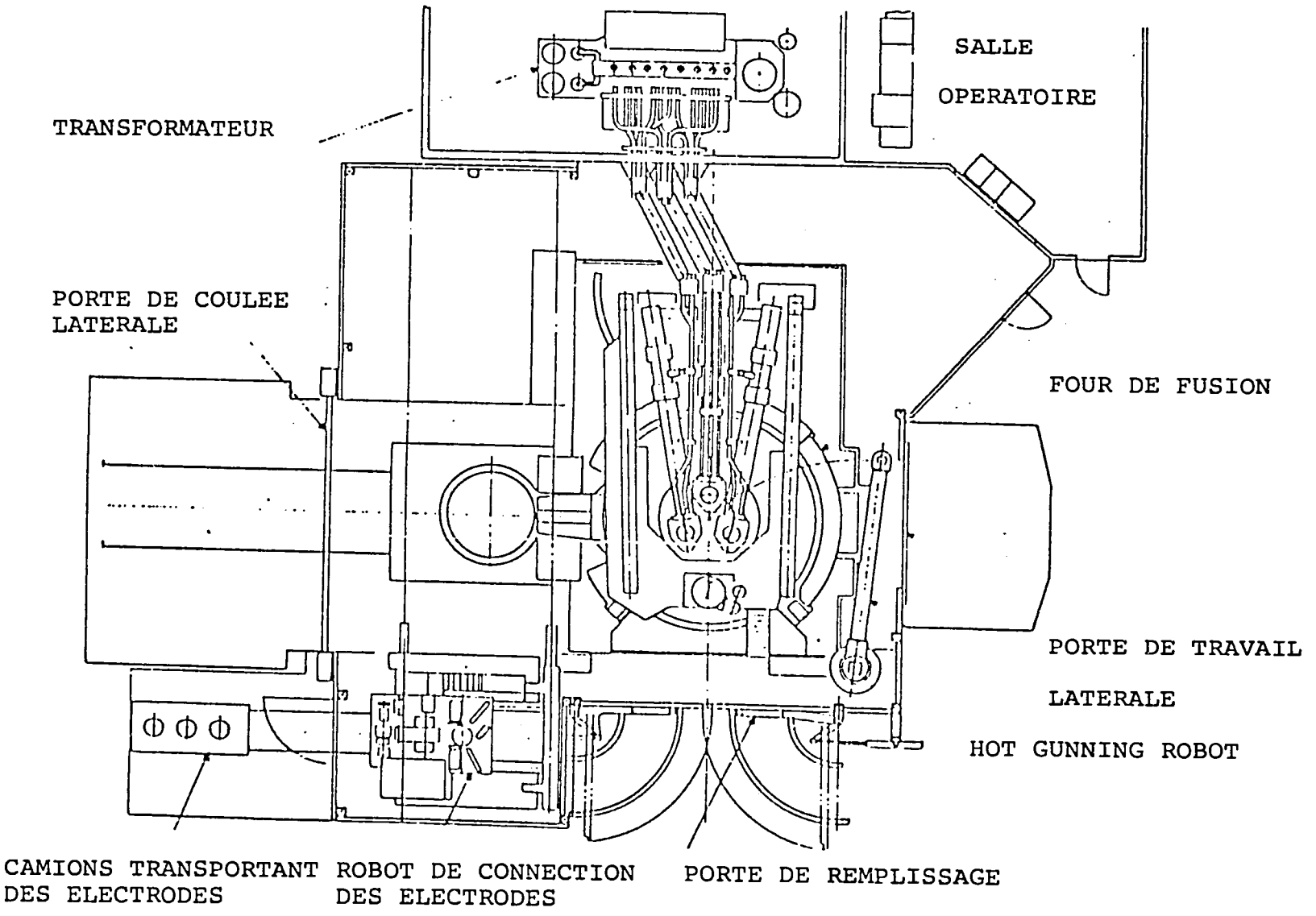

DUST COLLECTORS
DUST DISPOSAL
CASTING FLOOR
LADLE POURING CONE
CONTINUOUS CASTING DEVICE
CLEAN HOUSE (FURNACE ENCLOSURE)
FURNACE TRANSFORMER
VIBRATING FEEDER
TUNDISH CHUTE
LADLE ADDITIVE BINS
VIBRATING FEEDER
FURNACE ADDITIVES
CRANE OVEN CRANE
SCRAP BUCKET
SCRAP SCALE
SCRAP PITS
LIME INJECTORS
STORAGE BINS
BULK LADLE ADDITIVES
ESTIMATED FURNACE CYCLE
1-BUCKET 100% SCRAP CHARGE
CHARGE WEIGHTS (80 TON TAP)
APPROXIMATE IRON BALANCE
ESTIMATED UTILITY REQUIREMENTS
LADLE ADDITIVES
TIPPENS MACHINERY CO. INC.
KOPPERS
ELECTRIC FURNACE - CONTINUOUS CASTING
24258-15A105

FIGURE CH-1


PERSPECTIVE A VOL D'OISEAU
DU SYSTEME D'ABRI PROPRE
CONDUITE POUR COLLECTEUR DE POUSSIERE
BOITE
DE PLAFOND
PORTE DE REMPLISSAGE
SILENCIEUX
PORTE DE
COULEE
LATERALE
FOURNEAU DE
FUSION
PORTE DE
TRAVAIL
LATERALE
SALLE OPERATOIRE

AMENAGEMENT GENERAL (PLAN) DU SYSTEME D'ABRI

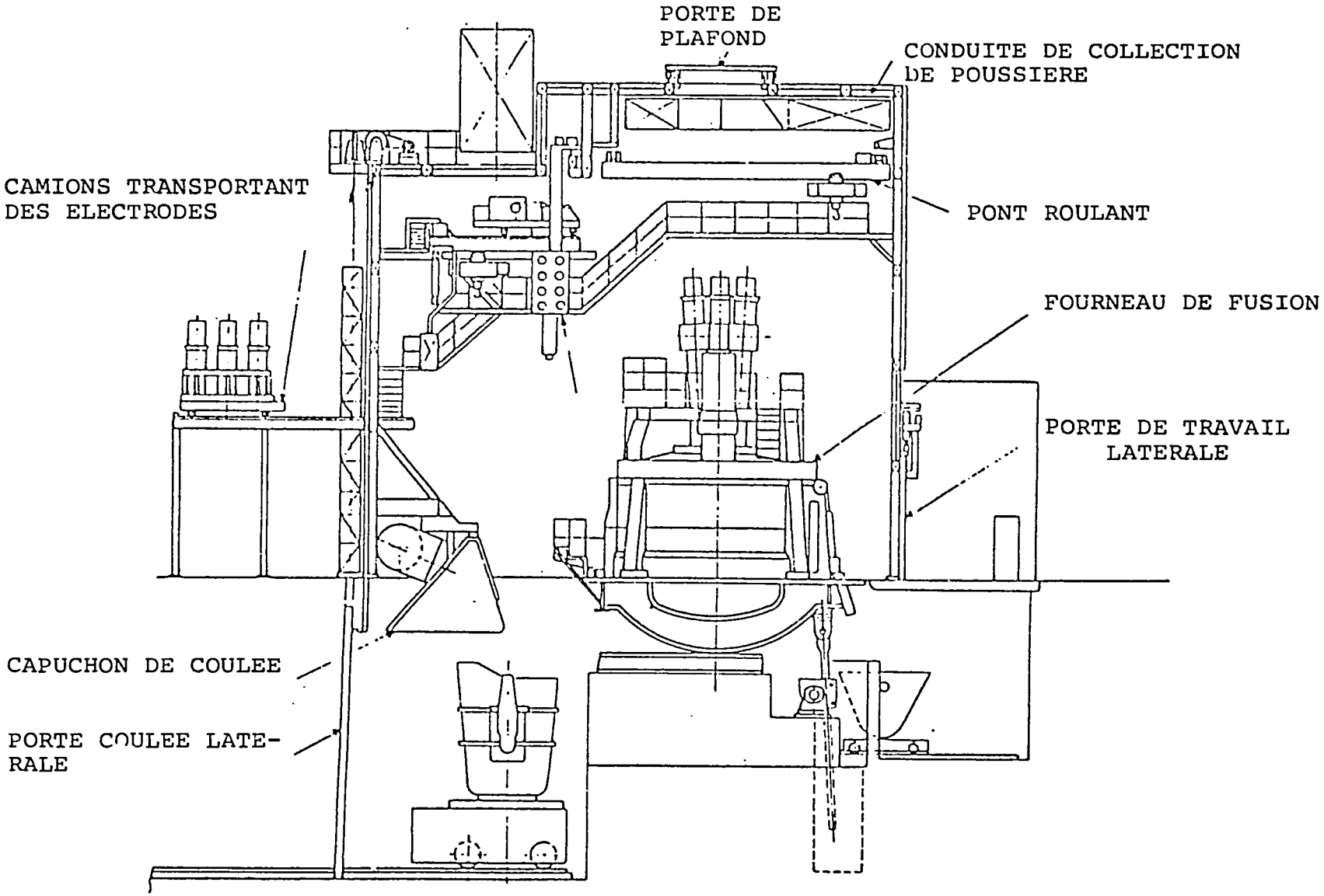
PROPRE



KOPPERS

FIGURE CH-3

AMENAGEMENT GENERAL (VUE DE COTE) DU SYSTEME D'ABRI PROPRE



KOPPERS

COTE PORTE DE REMPLISSAGE DE L'ABRI PROPRE

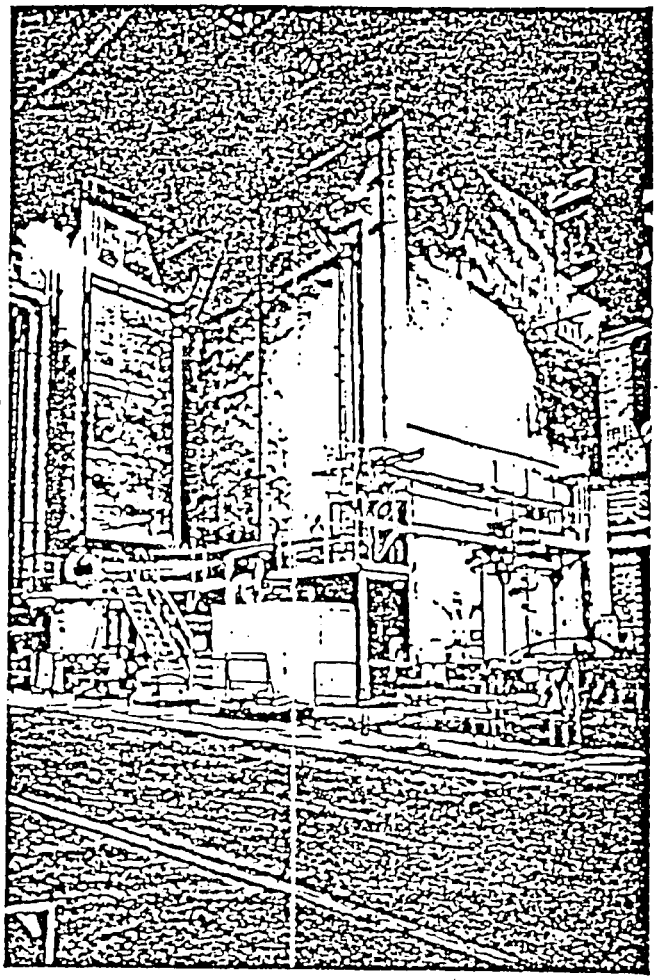


FIGURE CH-4

et de celles qui sont engendrées au cours du chargement et de la coulée du four.

Les courants d'air chaud dégagés par le four opérationnel emportent les particules fugitives vers le capuchon-dôme d'où elles sont acheminées aux fins d'élimination à travers des canalisations jusqu'à un sac-abri. Cet aménagement n'ayant pas pour effet d'étouffer les bruits, exige un sac-abri et des ventilateurs plus grands que l'enclos entier, car une proportion plus grande d'air ambiant est aspirée dans le système. De ces facteurs il résulte l'augmentation du capital et des frais opératoires. La Figure CH-5 illustre les coûts comparatifs de l'enclos de l'abri propre et du capuchon-dôme combiné avec les collecteurs de poussières du système d'évacuarion directe.

Les solutions sus-visées pour la capture à la fois des particules fugitives et de celles du procédé provenant du four à arc électrique sont de préférence mises à exécution au cours de la conception initiale et de la construction de l'installation. L'adjonction d'un nouvel enclos, de capuchons et d'un réseau de canalisations à l'installation existante pourra nécessiter des modifications importantes et le renforcement des structures actuelles.

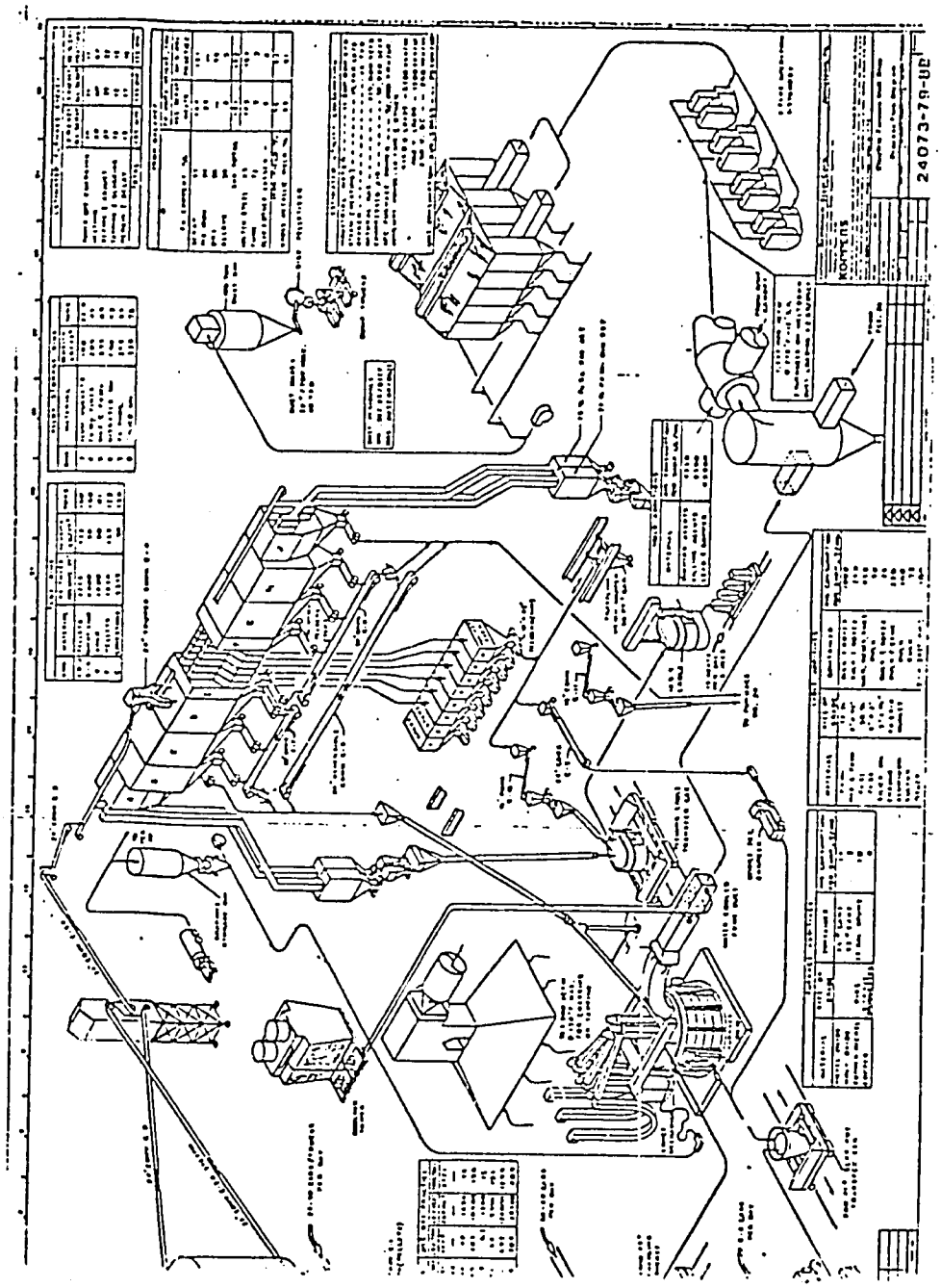
3.2.7.3 Elimination des Particules - Technologie

La technologie disponible pour l'élimination des particules des gaz brûlés du four à arc électrique est fondamentallement la même que celle applicable aux fours LD, la répartition de la taille de la particule étant très similaire, dans les deux cas. Pour le four à arc électrique, la température d'échappement étant moins élevée, un sac-abri ainsi qu'un dépoussiéreur ou un épurateur Venturi pourraient être utilisés. Aux Etats Unis, la majorité des usines utilisent un sac-abri. La discussion sur les dépoussiéreurs et épurateurs du four LD, s'appliquerait également ici.

Le sac-abri dépend d'un filtre pour éliminer les poussières du courant de gaz et est aussi efficace que les dépoussiéreurs électrostatiques et les épurateurs Venturi à haute énergie, lorsqu'il s'agit d'enlever les fines particules. Les sacs-abri sont maniables et disponibles à 100 pourcent.

3.2.8 Four a Arc Electrique - Recommandations concernant le Contrôle

Les technologies disponibles pour le contrôle des particules du four à arc électrique sont celles applicables aux dépoussiéreurs électrostatiques, aux épurateurs Venturi, ou à un sac-abri. L'emploi d'un sac abri pour un four à arc électrique peut être considéré, étant donné que la température des gaz brûlés n'est pas approximativement aussi élevée que pour les



SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU PROCEDE DE L'ATELIER DE FUSION DU FOUR ELECTRIQUE

DESSIN 24073-79-BB

KOPPERS

COMPARAISON ENTRE LE SYSTEME CONVENTIONNEL ET LE SYSTEME DE L'ABRI PROPRE

FIGURE CH-5

	SYSTEME CONVENTIONNEL	SYSTEME DE L'ABRI PROPRE
ILLUSTRATION SCHEMATIQUE	CAPUCHON-DOME DE POUSSIERES CAPUCHON-DOME FOUR A FUSION REFRIGE-RANT A GAZ COLLECTEUR DE POUSSIERES A EVACUATION DI-RECTE	ABRI PROPRE COLLECTEUR DE POUSSIERES DE L'ABRI PROPRE FOUR DE FUSION
CAPACITE DU COLLECTEUR DE POUSSIERES	COLLECTEUR-DOME DE LA POUSSIERE 15,000 m^3/MIN COLLECTEUR DE POUS-SIERE A EVACUATION DIRECTE 3,000 m^3/MIN	COLLECTEUR DE POUSSIERE DE L'ABRI PROPRE 5,000 m^3/MIN
COUT DE CONSTRUCTION	COLLECTEUR-DOME DE POUSSIERES + COLLEC-TEUR DE POUSSIERES A EVACUATION DIRECTE + REFRIGERANT A GAZ + α α: CAPUCHON-DOME + MODIFICATION DU BA-TIMENT 200 + α	ABRI-PROPRE + COLLECTEUR DE POUSSIE-RES 100
FRAIS D'EXPLOITATION	150	100

fours LD. La majorité des fours à arc électrique, aux Etats Unis, sont équipés de sacs-abri pour le contrôle des particules.

Il est recommandé qu'ELFOULADH considère l'installation sur le four a arc électrique, d'un sac-abri, au lieu d'un dépoussiéreur ou d'un épurateur Venturi. Comme pour le cas des fours LD, cette suggestion est provisoire et une étude approfondie est nécessaire avant qu'une ferme décision soit prise.

Cette recommandation provisoire est fondée sur l'emploi des données généralisées fournies par les Figures 5, 6 et 7. De l'examen de ces données, il résulte que le coût d'installation d'un sac-abri est le moins élevé et que ses frais opératoires annuels sont comparables a ceux du dépoussiéreur. L'épurateur Venturi n'est pas compétitif.

Le coût d'un sac-abri (équipement seulement) pour le four à arc électrique d'ELFOULADH varie entre 100.000 et 200.000 dollars des Etats Unis.

Les alternatives discutées dans la Section 3.2.4 pour le four LD s'appliquent également au contrôle du four à arc électrique.

En ce qui concerne le calibrage du système de collection des poussières, il faut prendre en considération l'emploi futur de l'oxygène afin d'augmenter la vitesse de fusion. L'emploi

de l'oxygène accroît le débit du gaz et la taille du sac-abri doit augmenter en conséquence.

Les particules de poussière recueillies dans le sac-abri ne sont pas propres à être recyclées à travers l'usine de tuf et le haut fourneau. Les particules de poussières sont très fines et difficiles à manier, mais le point le plus important à souligner est que la composition de la poussière du zinc, du plomb, du soufre, du phosphore, du sodium et leurs composés, source de problèmes pour le fonctionnement du haut-fourneau. Le zinc existant dans la charge du haut-fourneau rendra les pannes réfractaires plus fréquentes et causera des accrochages.

Il a été connu comme étant la cause des ruptures de réfrigérants des pannes de calandre de fer, de la contamination des gaz d'échappement et du bloquage des cloches du gueulard. La ferraille de chargement du four d'ELFOULADH contiendra le zinc produit par le recyclage de l'acier galvanisé.

Il n'existe pas de méthodes économiques connues pour séparer les éléments non-ferreux des oxydes de fer, et la quantité relativement minime de la poussière recueillie du four d'une capacité de 15 tonnes ne justifierait en aucun cas les dépenses correspondantes. Les poussières devront être éliminées dans un terrain de remplissage convenablement conçu et exploité.

3.2.9 Halle de Coulée du Haut Fourneau - Emissions de Particules

Les émissions de la Halle de Coulée d'ELFOULADH n'ont pas été particulièrement désagréables, leur correction n'est pas, par conséquent, de première priorité. La discussion suivante est présentée à titre d'information et de référence.

Le contrôle des émissions des halles de coulée fait l'objet d'uneattention croissante chez les nations industrialisées. La plupart des hauts-fourneaux japonais disposent de l'équipement de capture. En 1982, 57 pourcent des fours (100 pourcent des fours en service) aux Etats Unis auront mis en place leur équipement; et en Europe, plusieurs fours sont équipés ou en cours d'équipement.

Pendant la coulée du fer fondu, l'exposition du fer et des scories à l'oxygène de l'air et l'ouverture du trou de coulée donnent naissance à des émissions de particules fugitives. L'importance de ces émissions varie avec chaque four et chaque coulée; mais dans un seul grand foyer, la quantité moyenne des particules est de 0,65 Kg par tonne métrique de fonte liquide.

Il existe trois méthodes générales, avec des variantes, employées pour capturer les particules fugitives - évacuation totale, capuchons locaux, et systèmes de non-capture et d'ensevelissement. Dans le système d'évacuation totale, le volume total d'air

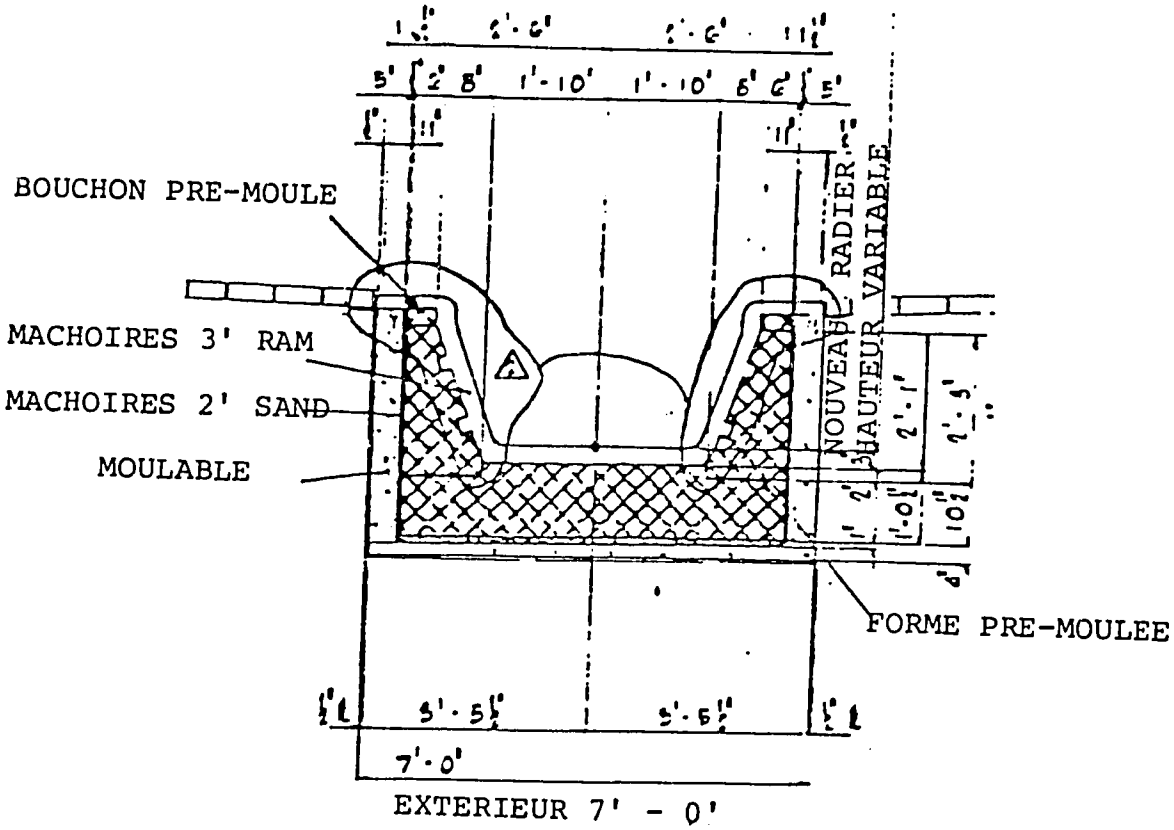
de la halle de coulée est évacué par changements d'air une ou deux fois toutes les minutes. De toutes les alternatives celle-ci est la plus onéreuse, en termes de capital et frais d'exploitation. Les coûts d'énergie sont particulièrement élevés. Cette méthode n'est utilisée que par un petit nombre de fours, pour contrôler les émissions de la halle de coulée, et elle n'est pas recommandée pour ELFOULADH.

La seconde méthode, dite des capuchons locaux, est le système d'exploitation le plus largement utilisé. Les systèmes des capuchons comporte plusieurs variations. L'une de ces variations consiste en un capuchon de deux mètres environ, disposé au-dessus du trou de coulée, en couvercles montés sur la mare de fer et la dame, sur les chenaux de coulée du fer et des scories, et en capuchons d'évacuation placés au-dessus de la mare de fer, des chenaux de coulée du fer et des scories. Le système d'épuration des gaz est généralement constitué par un un sac-abri, mais des épurateurs humides et des dépoussiéreurs électrostatiques ont été utilisés. Dans ce système, le couvercle du bac de fer, adjacent au trou de coulée, est enlevé pour permettre les perforations et les obturations nécessaires.

Un tel système peut être efficace pour capturer environ 100 pourcent des émissions, sauf pendant l'ouverture du trou de coulée, au cours de laquelle, le taux de capture peut descendre à 70 pourcent.

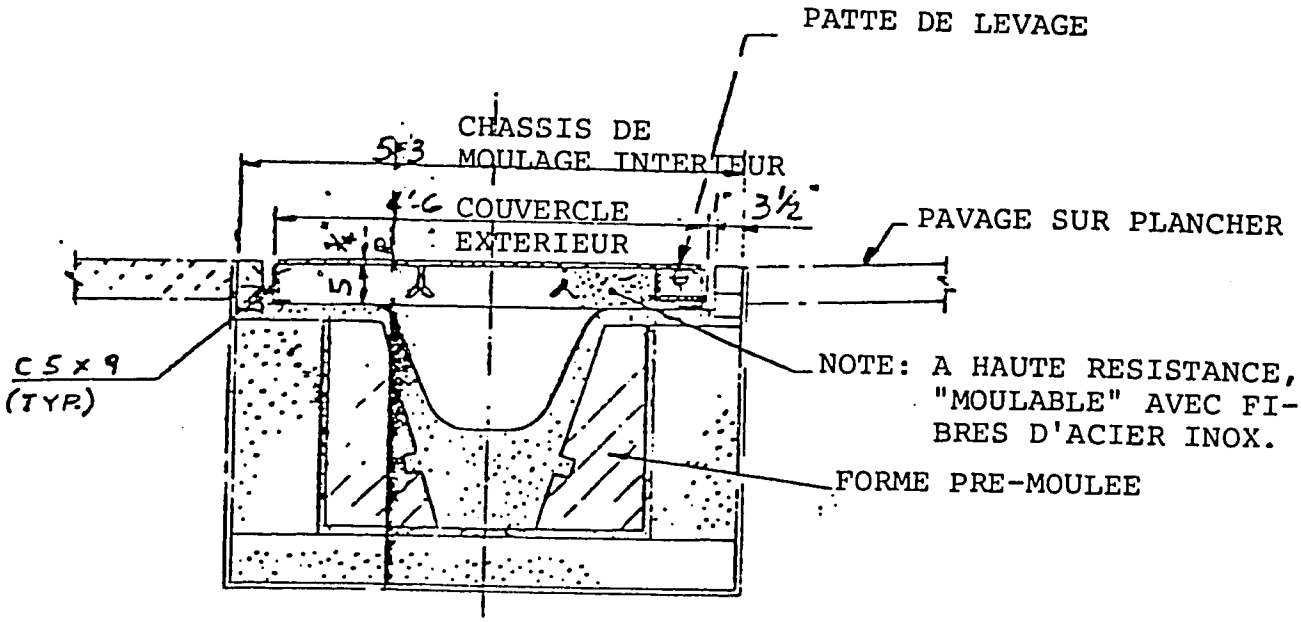
La technologie la plus récente pour éliminer les émissions fugitives est l'emploi des systèmes de non-capture avec ensevelissement. Il existe plusieurs variations de cette technologie, mais l'absence de contact entre l'oxygène d'une part et le fer fondu et les scories, d'autre part, doit constituer la prémisse fondamentale. A l'heure actuelle, cette technologie est du domaine de la propriété privée; elle est, cependant disponible moyennant le paiement des droits de licence.

Dans l'un des ces systèmes, la mare de fer et les chenaux de coulée sont recouverts de couvercles étanches, réfractaires, doublés; pour exclure l'air. Les chenaux de coulée et le bac sont revêtus de matières réfractaires durables, pré-moulées, pour haute température. Les formes pré-moulées peuvent être fournies en une ou deux pièces. Se référer au croquis 22084-SK1. Les matières réfractaires du chenal de coulée restent chaudes entre les coulages et on prétend que ceci assure une meilleure séparation du fer et des scories et permet à la fonte liquide de s'écouler sans laisser de fonds de poche (solidification). Ce système élimine les coûts de l'énergie consommée par le sac-abri et les ventilateurs aspirants, et réduit les frais d'entretien des chenaux de coulée. La détérioration des matières réfractaires serait moins importante car les fluctuations de température pendant l'intervalle de temps séparant les coulées seraient moins fréquentes. La matière réfractaire destinée à un service plus sévère offre une meilleure résis-



COUPE A - A

TYP. A TRAVERS UN BAC DE LEVAGE
H. 46002 (2449-7 AB)



COUPE A - A

COUPE TYPIQUE D'UN CHENAL DE COULEE

SCHEMAS 22084 SK1

tance aux attaques chimiques. Les couvercles du bac sont montés sur monorails, et munis de treuils de levage à entraînement électrique, capables de les enlever ou de les remplacer en cinq secondes. Les bases des couvercles sont obturés avec du sable après chaque remplacement. Les frais opératoires seront sensiblement inférieurs à ceux du système des capuchons décrits plus haut.

L'une des variations du système de non-capture et d'ensevelissement sus-visé consiste à utiliser une flamme de gaz ou une nappe de vapeur pour exclure l'air au niveau du trou de coulée et des chenaux de coulée du fer et des scories. Les chenaux de coulée sont équipés de couvercles simples, revêtus de matière réfractaire, comme l'illustre le croquis 22084-SK1. A l'instar du système décrit plus haut, des formes pré-moulées, pour haute température, en une ou deux pièces, sont utilisées dans les chenaux de coulée.

Certaines indications incitent à penser que les systèmes de non-capture et d'ensevelissement permettront d'augmenter dans une faible mesure la production de la fonte liquide et d'obtenir lors de sa livraison à l'atelier LD une température plus élévée.

3.3 Eau

3.3.1 Généralités

La qualité de l'eau de l'usine affecte son utilisation en tant que fluide de procédé et source de pollution ambiante. Les effluents de l'usine dégradent potentiellement à la fois les eaux souterraines et les eaux superficielles. A titre de base d'étude de la qualité des effluents, un exemplaire du document intitulé "Quality Criteria For Water" (Critères de la Qualité de l'Eau) est joint à ce rapport, publié par l'Agence des Etats Unis pour la Protection de l'Environnement, Washington, D.C. 20460 E.U.A., juillet 1979 (imprimerie du Gouvernement des Etats Unis, Washington, D.C. 20402 E.U.A., Stock N° 055-001-0104-4). Ce document fournit aux Etats Unis une base pour l'appréciation des programmes associés avec l'examen de la qualité de l'eau.

Le système des eaux de l'usine vise à utiliser l'eau d'une manière aussi efficace que possible, la fourniture n'en étant pas excessivement abondante. La ségrégation des divers cours d'eau avec épuration et recirculation subséquentes est pratiquée partout où cela est possible.

La source importante d'eau pour l'usine est le système National de Distribution des Eaux. L'eau y est une combinaison d'eau de puits et d'eau de barrage. Le taux d'usage maximum est de 400 m^3/h. L'eau de la ville de Menzel Bourguiba est

également fournie d'une façon intermittente.

L'eau d'appoint de l'usine est épurée, filtrée, et une portion est adoucie pour être utilisée dans le système de refroidissement du four LD. L'eau destinée à la génération des vapeurs et une portion de l'eau affectée à la coulée continue sont déminéralisées. L'eau potable de l'usine est traitée à l'hypochlorite. Ce système est désigné sous le nom de circuit NO.1. L'eau de procédé de l'usine est divisée en trois circuits (2, 3 et 4), lesquels sont aménagés en un système du type cascade. Chaque circuit est une boucle de recirculation, l'eau de purge de la cuve de décantation s'intégrant dans un circuit d'eau de qualité inférieure.

Le circuit 2 fournit de l'eau de refroidissement aux fours de renfort, à l'usine d'oxygène, à l'installation de tuf et aux divers autres utilisateurs. L'eau d'appoint pour la boucle de refroidessement de la coulée continue et pour la tour du laminoir provient également de ce circuit. Le taux d'appoint au circuit 2 est 150 m^3/h. Le personnel de l'usine faisait remarquer que le système d'épuration de l'eau pour l'usine de coulée continue éprouve des difficultés. L'eau de recirculation est épurée et filtrée. L'huile qui continue de pénétrer dans l'eau n'a pas cessé d'encrasser les filtres, rendant de fréquents retraits nécessaires.

Le circuit 3 fournit l'eau de refroidissement à la cascade du

haut-fourneau et alimente les réfrigérants du trou de coulée des scories et de la tuyère.

Le circuit 4 alimente en eau le système d'épuration des gaz du haut-fourneau. Le dispositif d'élimination des particules est un épurateur Venturi. L'eau contaminée est pompée vers un clarificateur d'où le trop plein est retourné au système pour recyclage. Le sous-courant est envoyé à un filtre statique. L'eau de purge de ce circuit est utilisée pour éteindre et granuler les scories. L'eau excédentaire provenant de l'extinction des scories dont le débit est environ 80 m^3/h est acheminée vers un système d'épuration où le sulfate ferreux est utilisé pour fixer le cyanure présent. Après l'épuration, le courant est déversé dans le lac Bizerte.

L'opération de décapage et de galvanisation engendre un courant de déchets liquides composé d'eau de rinçage contaminée et du décapant usé. Cet effluent est actuellement neutralisé et déchargé dans le lac. Le personnel de l'usine a déclaré qu'il rencontrait quelques difficultés dans l'opération de neutralisation.

La section suivante (3.3.2) du présent rapport soumettra des suggestions et recommandations tendant à améliorer les installations d'épuration des eaux d'ELFOULADH. La discussion portera principalement sur la question de l'épuration des eaux résiduelles provenant de la granulation des scories, celle de la

neutralisation des eaux de décapage et celle des eaux de circulation de coulée continue.

Une quantité minimale de données ayant été disponible, les discussions et recommandations figurant dans cette section sont fondées sur les critères typiques de la qualité de l'eau d'alimentation et de sortie, pour les usines sidérurgiques des Etats Unis. La source de documentation pour ces compositions "typiques" est le document de mise au point préparé par l'Agence des Etats Unis pour la Protection de l'Environnement et pour le Développement concernant les lignes directrices afin de limiter les effluents et les normes pour la catégorie "Source Point" de la fabrication du fer et de l'acier. Etant donné que chaque usine sidérurgique fonctionnera dans des conditions spécifiques, lesquelles affecteront les caractéristiques des eaux résiduelles, la composition spécifique utilisée dans la présente section ne décrira probablement pas exactement les circuits d'eaux résiduelles de l'usine ELFOULADH. Après examen des données fournies par le Programme de Contrôle de la Qualité de l'Eau, exposé dans la section 4.3, l'exactitude des compositions supposées pourra être déterminée.

Comme il l'a été souligné dans la section 3.1, les coûts estimatifs mentionnés dans la présente section devraient être considérés comme très préliminaires. Leur inclusion dans le rapport a pour but de donner une idée de l'ampleur relative du coût de l'instrument anti-pollution, ledit coût ne comprenant pas les

dépenses spécifiques encourues sur chantier, telles les tuyauteries, les fondations, les supports, l'équipement électrique, ou la main d'oeuvre de montage. Des données supplémentaires et une étude technique détaillée sont nécessaires pour établir un coût estimatif complet.

Il convient de noter que, par suite du court intervalle de temps consacré à l'examen sur place du réseau des eaux de l'usine, des discordances peuvent apparaitre entre les informations contenues dans la présente section et les conditions d'exploitation actuelles. S'il en est ainsi, dans certains cas, une apologie est offerte. Toutefois, il n'y a point de doute que la discussion fournie ne présente beaucoup d'intérêt et de valeur.

3.3.2 Recommandations pour l'Etude Conceptuelle de l'Epuration des Eaux Residuelles

Ci-dessous sont présentées les suggestions, les modifications opératoires et les recommandations pour l' étude conceptuelle de l'épuration des:

1) Eaux Résiduelles résultant de l'épuration des gaz du haut-fourneau et de l'extinction des scories,

2) Eaux Résiduelles contenant un produit décapant,

3) Eaux de Circulation de la chambre de coulée continue à pulvérisation.

Au cours de la récente visite de l'usine par le personnel de Koppers, ces quatre circuits étaient désignés comme étant des secteurs qui suscitaient des problèmes.

Une étude conceptuelle et une brève description de chaque plan d'épuration respectif pour ces circuits de déchets sont exposés ci-dessous. Chaque fois que cela est possible, un coût estimatif détaillé pour chaque projet est soumis. Les plans sont établis sur la base des données limitées qui ont donné lieu aux hypothèses présentées. En raison de ce fait, le calibrage de l'équipement peut ne pas être réaliste. Les renseignements nécessaires pour proposer des solutions attrayantes au point de vue technique et économique ne peuvent être obtenues que grâce à la caractérisation des eaux résiduelles et à une étude préalable de leur épuration. Les études de l'usine effectuées sur place servent également à fournir des informations susceptibles d'être utilisées pour déterminer les modifications éventuelles du procédé permettant de réduire les débits des eaux résiduelles et, en même temps, de réemployer, si nécessaire, ces eaux une fois épurées, comme eaux de refroidissement. La réduction du débit des eaux résiduelles permettra d'utiliser l'équipement de dimensions plus réduites et moins de produits chimiques pour l'épuration de l'eau. Il en résulte une diminution du capital et des frais opératoires. Un examen plus détaillé du contrôle de la qualité de l'eau de l'usine fait l'objet de la section 4.3.

3.3.3 Epuration des Eaux Résiduelles provenant du Haut-Fourneau et de la Granulation des Scories

Procédé d'Epuration Existant

Le présent système d'épuration des eaux résiduelles du haut-fourneau comporte l'élimination des contaminants et des corps solides en suspension dans le courant de gaz, au moyen des épurateurs Venturi. Le courant liquide s'écoule de l'épurateur vers un bac de pompage, ensuite vers un clarificateur aux fins d'élimination des matières solides en suspension. Un coagulant chimique est alors ajouté (le NALCO 4047) avant la clarification pour accroître l'élimination des matières solides en suspension. Le trop-plein du clarificateur circule à travers une tour de réfrigération avant d'être renvoyé par recyclage, à l'épurateur Venturi. Les corps solides stabilisés du clarificateur s'épaississent dans le bassin de décantation, le liquide surnageant est alors ajouté au trop-plein du clarificateur et recyclé. Les corps solides sont renvoyés à l'usine de frittage. L'eau de purge de l'épurateur est utilisée pour la granulation des scories, puis épurée et déchargée dans le lac Bizerte. L'opération d'épuration comporte le mélange des eaux résiduelles avec de la chaux $Ca(OH)_2$ et le sulfate ferrique ($FeSO_4$), suivi par la décantation des matières solides, antérieure à la décharge. Les corps solides déposés sont éliminés sur l'emplacement de l'usine.

Les problèmes opérationnels éventuels associés au système d'épuration existant peuvent être les suivants:

1. Fonctionnement du Clarificateur des Eaux d'Epuration Recyclées. L'élimination des corps solides pourrait éventuellement être favarisée par un mélange plus fructueux du produit chimique coagulant (NALCO 4047) avec de l'eau de l'épurateur. Un processus de mélange adéquat comprend: mélange complet du produit chimique avec l'eau de refroidissement pendant une minute, lent malaxage à la vitesse de 30 tpm (floculation) du produit chimique et de l'eau de refroidissement pendant vingt minutes; et, finalement décantation des matières solides coagulées. La floculation des eaux résiduelles et du produit chimique provoque l'augmentation de la taille des particules en suspension en unissant les particules individuelles dans une masse de sédiments plus grosse et plus dense, ce qui fait que les corps solides en suspension se déposent plus facilement.

2. Malaxage dans le Procédé d'Epuration des Eaux Résiduelles provenant de la Granulation des Scories

   L'addition de la chaux $Ca(OH)_2$, ajouté à l'accroissement du pH des eaux résiduelles, ont pour effet cumulatif la précipitation et l'élimination du métal lourd. Cette

élimination du métal lourd à la chaux ne pourra être optimisée que si le processus de malaxage est convenablement observé (processus tel que décrit pour le clarificateur des eaux recyclées de l'épurateur).

3. Fixation du cyanure, comme le cyanure de fer, résultant de l'addition du sulfate ferrique ($Fe\ SO_4$) aux eaux résiduelles de la Granulation des scories.

Le fer et le cyanure contenus dans le courant d'eaux résiduelles forment, ensembles, des cyanures de fer (ferrocyanure et ferricyanure) solubles, complexes. Il est difficile d'éliminer ces espèces particulières et complexes. Le cyanure total comprend à la fois le cyanure libre et les cyanures complexes. Le cyanure libre est extrêmement toxique, aux organismes aquatiques, tandis que les cyanures complexes représentent une forme de toxicité atténuée. Le cyanure libre peut également être très efficacement détruit par la chloruration et par des cyanures non-ferreux complexes. Dans le système d'épuration existant, la formation des cyanures de fer est une question à considérer. Une fois déchargés dans le lac Bizerte, les cyanures de mercure sont décomposés par les rayons ultraviolets du soleil pour former le cyanure libre. La forme de cyanure libre peut alors être très toxique aux organismes aqua-

tiques. La preuve de cette toxicité, par exemple la mort des poissons, peut ne pas être apparente parceque les organismes aquatiques évitent les conditions toxiques et qu'ils ne se déplacent guère vers les régions du Lac de Bizerte ayant un niveau relativement élevé de cyanure libre. Pour cette raison, l'élimination de toutes formes de cyanures avant la décharge dans le lac doit être prise en considération.

4. Réduction de la vitesse de purge de l'eau de refroidissement recyclée.

Avec une élimination plus efficace des corps solides en suspension dans le clarificateur de l'épurateur Venturi, il peut être possible de réduire les cycles de concentration de l'eau de refroidissement, et par suite, la vitesse de purge. Subséquemment, l'eau de purge de la granulation des scories pourrait être répartie d'une manière égale sur les scories chaudes de façon à augmenter la quantité d'eau évaporisée. Ces deux modifications opérationnelles serviront à diminuer la quantité d'eaux résiduelles dont l'épuration est nécessaire avant leur décharge dans le lac. Si le début estimé à 300 m^3/h de l'eau de refroidissement recyclée et la vitesse de purge de 80 m^3/h sont typiques, il importera alors de prendre sérieusement en considération la réduction de la vitesse de purge par l'application

des méthodes décrites ci-dessus. Il sera également très possible d'épurer les eaux résiduelles après la granulation des scories, à un degré tel qu'elles pourront être réemployées dans un système d'eau de refroidissement de l'usine. Le véritable degré d'épuration nécessaire sera fonction du système spécifique d'eaux de refroidissement et du degré d'épuration requis. Les informations nécessaires pour une telle évaluation ne peuvent être déterminées que par des études sur place de l'usine.

Procédés d'Epuration Proposés

Le système d'épuration actuel des eaux de l'épuration du haut-fourneau semble être fondamentalement sain, mais pourra être amélioré grâce à certaines modifications. Les changements suivants du procédé ne représentent que les additions minimales nécessaires pour augmenter l'efficacité de l'épuration. Celles-ci comprennent:

1. Ce procédé exige la combinaison et le mélange complet, au moyen d'un mélangeur statique en ligne, de l'eau de l'épurateur avec le produit chimique coagulant. Le courant est alors floculé dans une cuve séparée par un mélangeur à bas tpm, et finallement les solides et le liquide clarifié sont séparés par un mélangeur dans le clarificateur existant. Le sous-courant de solides est pompé dans un réservoir d'épaississement par gravité.

Le trop-plein du réservoir d'épaississement est renvoyé au bassin d'eaux d'épuration recyclées et les solides épaissis acheminés à l'usine de frittage.

Le Tableau 3.3.1 fournit le calibrage et le coût détaillé de l'équipement additionnel nécessaire pour débarrasser l'eau recyclée de l'épurateur des corps solides en suspension. Figurent également dans le tableau les suppositions faites en vue du calibrage de l'équipement. La possibilité de modifier le clarificateur existant afin de lui permettre de fonctionner comme une chambre de floculation ne peut être envisagée qu'après une étude de l'usine elle-même.

2. Epuration de l'eau de refroidissement purgée après granulation des scories.

Comme illustré par le Schéma 3.3.1, la purge consécutive à la granulation des scories s'opère successivement par la chloruration alcaline, la chloruration de rupture, la déchloruration, la précipitation du métal lourd par ajustement du pH au moyen de la chaux, la neutralisation, la filtration au sable, et finallement, la décharge dans le lac. Les boues produites par ce procédé pourront être soit manipulées comme elles le sont actuellement, soit épaissies et déshydratées dans un système de manipulation des boues séparé si une évaluation économique prouve que cela est réalisable. Se référer à la section 3.3.2.4 en ce qui

concerne la discussion sur la déshydratation des boues. La chloruration alcaline et la chloruration de rupture conportent l'addition du chlore à deux cuves en succession. Le pH de la première cuve de malaxage doit être maintenu à 10 ou à une valeur plus grande. Ici, le chlore oxyde le cyanure libre (HCN,CN-) et le cyanure complexe non-ferreux. Le trop-plein de cette cuve est pompé à une seconde cuve avec le pH maintenu dans une gamme de 8.2 à 8.6. Tout gaz ammoniac présent est oxydé jusqu'à l'azote, avec quelques matières organiques présentes (par exemple le phénol) oxydées jusqu'au gaz carbonique et à l'eau. Aux Etats Unis, l'addition du chlore s'opère typiquement par l'injection du gaz de chlore dans les cuves de malaxage, ou par l'addition d'un liquide tel que l'hypochlorite de sodium (NaOCl) dans les cuves de malaxage. Sur le dessin ci-après, l'addition de NaOCl est supposée mais le gaz Cl_2 s'avérera être plus économique dès qu'un projet plus détaillé aura été mis à exécution. Un souci éventuellement causé par l'addition du chlore est la formation d'hydrocarbures chlorés, soupçonnés être cancérigènes. Cependant, les études pilotes récentes entreprises aux Etats Unis "Montrent une formation négligeable d'hydrocarbures chlorés".[1] Le péroxyde de l'hydrogène (H_2O_2) ou l'ozone (O_3) peuvent être substitués au chlore comme agents d'oxydation appropriés des cyanures mais pas de l'ammoniac.

TABLEAU 3.3.1

ACIERIE D'ELFOULADH, TUNISIE
LISTE DES PIECES D' EQUIPEMENT
POUR L'ELIMINATION DES CORPS SOLIDES
EN SUSPENSION DANS LES EAUX RECYCLEES DE L'EPURATEUR VENTURI

I. SUPPOSITION FAITES POUR LE CALIBRAGE DE L'EQUIPEMENT

a. Débit des eaux recyclées (estimé d'après le schéma de fonctionnement de l'usine d'ELFOULADH)

Q_r = 300 M^3/h

b. Total des corps solides en suspension dans l'eau de l'épurateur [1]

TSS_i = 1340 mg/L

c. Total des corps solides en suspension dans un effluent clarifié

TSS_e = 50 mg/L (basé sur la concentration moyenne des solides du trop-plein du clarificateur)

d. Vitesse de pompage des boues du sous-courant du clarificateur

Q_w = 19.35 M^3/h (basée sur 2% de solides contenus dans le sous-courant du clarificateur)

e. Production de boues au cours de leur acheminement du bassin de décantation à l'usine de frittage

P_S = 9.68 M^3/h (supposant que l'épaississement de la boue atteigne 4% de la concentration des solides)

f. Evaluation de l'usage des polymères

Q_p = 3 kg/h (supposant que le dosage de polymères est égal à 5 mg par litre d'eaux résiduelles)

II. EQUIPEMENT	COUT
a. Mélangeur Statique en Ligne	$600

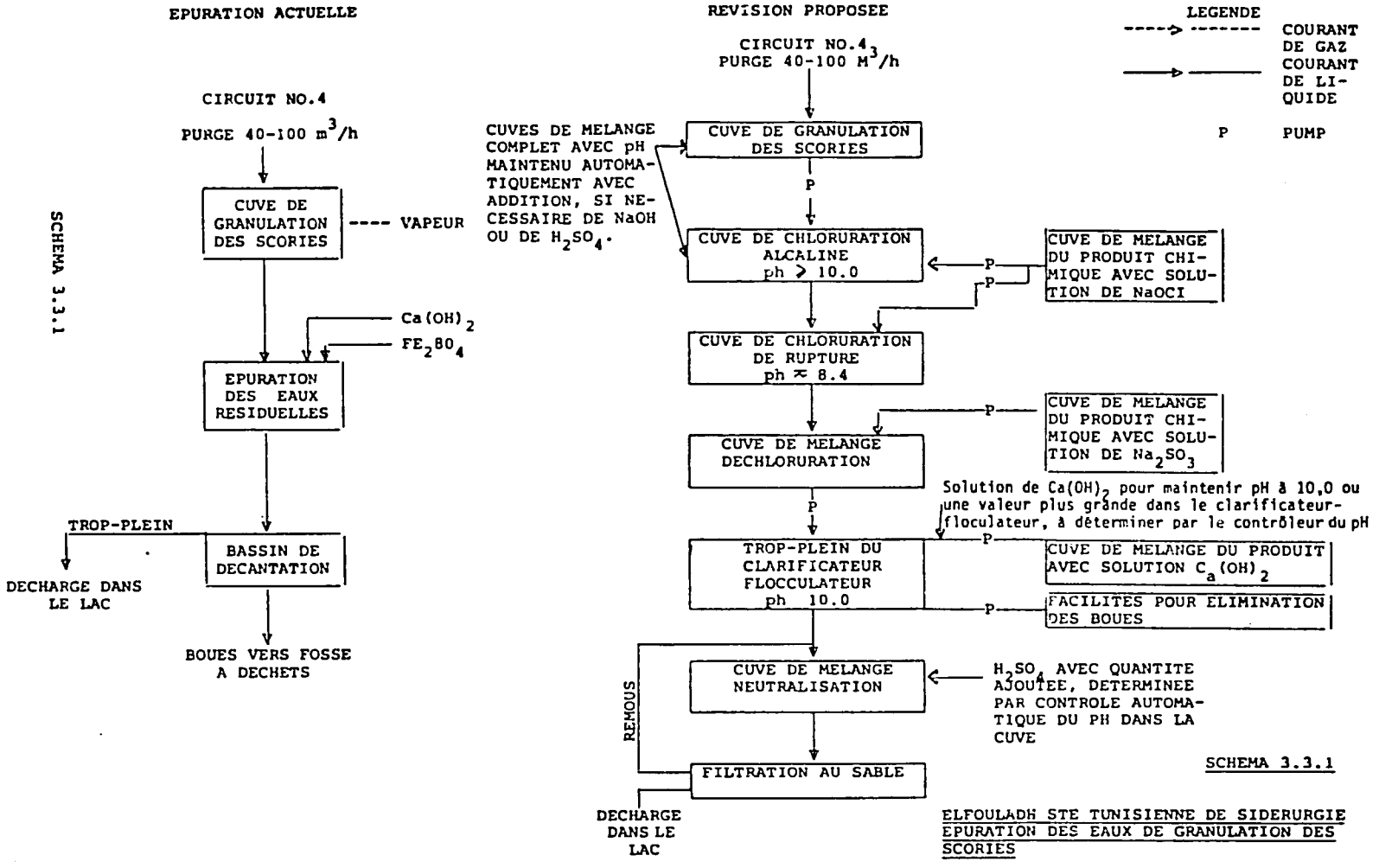
A SUIVRE

TABLEAU 3.3.1
(SUITE)

b. Cuve de Floculation de 100 M^3 avec moteur floculateur	7.000
c. Cuve de $2M^3$ pour mélangeur de produit chimique, avec pompe à débit étalonné pour addition de polymères	2.000
TOTAL	9.600 (2)

(1) Document de mise au point préparé par "U.S. EPA" concernant les lignes directrices pour la limitation des effluents, et les normes concernant la catégorie "Source Point", Vol. II, Tableau VIII-3, p. 356

(2) Coût de l'Equipement seulement.



SCHEMA 3.3.1

SCHEMA 3.3.1

ELFOULADH STE TUNISIENNE DE SIDERURGIE
EPURATION DES EAUX DE GRANULATION DES SCORIES

KOPPERS

Après la chloruration de rupture, tout chlore résiduel présent dans la solution est éliminé (déchloruration), dans une autre cuve avec du sulfite de sodium (Na_2SO_3). Ici le chlore restant devient chlorure ionique et le sulfite (SO_3-2) ionique est converti en sulfate (SO_4-2). La déchloruration est nécessaire pour éliminer les substances chlorées résiduelles, lesquelles sont toxiques aux poissons.

Après la déchloruration, les métaux lourds sont enlevés grâce à un ajustement du pH à l'aide de la chaux. Ceci comporte un mélange complexe de la chaux avec les eaux résiduelles, suivi par la floculation et le dépôt des boues métalliques et d'autres corps solides susceptibles d'être séparés. La floculation et la séparation du métal peuvent être réalisés dans un clari-floculateur. Il s'agit d'une cuve divisée en sections séparées pour le mélange, la floculation et la séparation complets. L'effluent clarifié traité est neutralisé avec de l'acide sulfurique (H_2SO_4), passe à travers le filtre au sable, et finallement surveillé aux fins de contrôle du débit et échantillonné en vue de l'essai de qualité de l'eau, avant sa décharge dans le lac de Bizerte.

(1) Document de mise au point préparé par U.S. EPA, concernant les lignes directrices pour limiter les effluents, et les normes pour la catégorie Source Point de la fabrication du fer et de l'acier; Vol. II, Imprimerie du Gouvernement des Etats Unis, p. 346.

Le Tableau 3.3.2 indique le calibrage de l'équipement et le coût détaillé des divers éléments du procédé d'épuration qui, avec les évaluations et suppositions, sont nécessaires pour déterminer le dimensionnement.

Le Tableau 3.3.3 indique la qualité des eaux résiduelles affluentes et effluentes, traitées, escomptées, dans le cadre du plan d'épuration proposé. Comme mentionné, ce procédé réduit considérablement le polluant à décharger dans le lac. Les éléments individuels du procédé d'épuration, y compris, ce plan de traitement représentent les principes technologiques connus, actuellement appliqués aux Etats Unis.

Coût Estimatif

Le coût total de l'équipement destiné à améliorer le procédé d'épuration de l'eau de l'épurateur du haut-fourneau est estimé à $86.000. Se référer aux Tableaux 3.3.1 et 3.3.2 pour la liste détaillée des pièces d'équipement. Les coûts ne sont qu'une approximation, et ne comprennent pas les frais de montage tels que main-d'oeuvre, pompes, tuyauteries, organes de contrôle, vannes, et fondations. Les résultats de l'étude de l'usine peuvent être mis à profit pour optimiser le procédé d'épuration, en modifiant et utilisant l'équipement existant (p. ex. cuve d'épuration existante) et en réduisant le débit des eaux résiduelles, chaque fois que cela est possible.

3.3.4 Epuration des Eaux Résiduelles par Décapage à l'Acide

Procédé d'Epuration Existant

Il existe trois opérations de décapage séparées à l'usine sidérurgique d'ELFOULADH. Ces opérations sont les suivantes: une opération de décapage à H_2SO_4 pour revêtement continu des fils métalliques avec du cuivre; une opération de décapage à HCI pour galvanisation continue des structures; et une opération de décapage à HCI pour galvanisation continue des fils métalliques. Les circuits d'eaux résiduelles provenant des trois opérations sont constitués par des eaux résiduelles du rinçage continu et du décapant concentré usé. Les eaux résiduelles provenant de l'épurateur des vapeurs sont également engendrées par l'opération continue de décapage à l'acide chlorydrique. Les caractéristiques générales et les chargements massiques des eaux résiduelles, escomptés des trois opérations de décapage séparées sont fournis par les Tableaux 3.3.4, 3.3.5 et 3.3.6.

Les données des eaux résiduelles dans les Tableaux indiquent que la masse des polluants est principalement engendrée par les eaux résiduelles du rinçage, pour les trois opérations de décapage et également par les eaux résiduelles provenant des vapeurs de l'épurateur, pour ce qui concerne l'opération de décapage du fil de fer à HCI. Les concentrations de polluants dans le concentré usé sont généralement plus importantes

TABLEAU 3.3.2

ACIERIE D'ELFOULADH, TUNISIE
LISTE DES PIECES D'EQUIPEMENT
POUR L'EPURATION DE L'EAU DE PURGE
DE L'EPURATION APRES GRANULATION DES SCORIES

I. SUPPOSITIONS FAITES POUR LE CALIBRAGE DE L'EQUIPEMENT

a. Débit
QT = 80 M^3/h (estimé d'après le diagramme de fonctionnement du procédé de l'usine d'Elfouladh)

b. Evaluation des paramètres de la qualité de l'eau, avant et après l'épuration.
Voir Tableau 3.3.3

c. Chlore tel que NaOCl nécessaire à la chloruration alcaline et de rupture
NaOCL = 70 kg/h (pour élimination de l'ammoniac, du cyanure et du phénol)

d. Sulfite de sodium nécessaire à la déchloruration
Na_2SO_3 = 1 kg/h

e. Vitesse de pompage des boues du sous-courant du clari-floculateur
Q_u = 0,4 M^3/h (supposant que l'épaississement des boues atteigne 4% de la concentration des solides)

NOTE: Il n'est pas possible d'évaluer l'usage de H_2SO_4, $Ca(OH)_2$ et NaOH sans étudier la caractérisation et le caractère réalisable de l'épuration des eaux résiduelles.

A SUIVRE

TABLEAU 3.3.2
(SUITE)
ACIERIE D'ELFOULADH, TUNISIE
LISTE DES PIECES D'EQUIPEMENT
POUR L'EPURATION DE L'EAU DE PURGE
DE L'EPURATEUR APRES GRANULATION DES SCORIES

II. EQUIPEMENT	COUT
a. Cuve de 50 M^3 pour Chloruration Alcaline, avec mélangeur	$20.000
b. Cuve de 50 M^3 pour Chloruration de Rupture, avec Mélangeur	20.000
c. Cuve de 5 M^3 de Mélange Chimique, avec Pompe à Débit Etalonné, pour Solution de NaOCL..	3.000
d. Cuve de 50 M^3 de Déchloruration, avec Mélangeur	20.000
e. Cuve de 2 M^3 pour Mélangeur Chimique et Pompe à Débit Etalonné, pour Addition de Na_2SO_3.	2.500
f. Clari-Floculateur avec Surface de Sur-Ecoulement égale à 33 M^2 (basé sur le taux de dépôt des boues de 2,4 M/h)	(90.000*)
g. Cuve de 5 M^3 pour Mélange Chimique et Pompe a Débit Etalonne, pour Addition de $Ca(OH)_2$ ..	3.000
h. Cuve de 2 M^3 pour Neutralisation, avec Mélangeur	2.500
i. Systèmes de Contrôle du pH pour déterminer le dosage de NaOH ou de H_2SO_4 destinés aux cuves de chloruration, de H_2SO_4 pour la cuve de neutralisation, de $Ca(OH)_2$ pour le clari-floculateur. Les électrodes pH seront équipées d'un dispositif de nettoyage ultrasonique pour éviter l'entartrage des électrodes	15.000
j. Filtre Double au Sable de Sous-Ecoulement avec Surface de 12 M^2 (fondé sur l'application du taux 7,2 $\frac{M^3/h \text{ Ecoulement}}{M^2 \text{ Surface}}$	(50.000*)
TOTAL	$86.000 (1)

* Non compris dans le coût total calculé en fonction de la supposition selon laquelle l'équipement du système existant d'épuration par cyanure soit adéquat.

(1) Coût de l'Equipement Seulement

TABLEAU 3.3.3
ACIERIE D'ELFOULADH, TUNISIE
ESTIMATION DES RENDEMENTS DES OPERATIONS
D'ELIMINATION DES POLLUANTS DU PROCEDE D'EPURATION
DE L'EAU DE PURGE DE L'EPURATEUR DU HAUT-FOURNEAU[1]

PARAMETRE DE LA QUALITE DE L'EAU	CONCENTRATION DU COURANT D'EAUX RESIDUELLES APRES GRANULATION DES SCORIES ((mg/L) SAUF pH)	CONCENTRATION DU COURANT D'EAUX RESIDUELLES APRES EPURATION ((mg/L) SAUF pH)	RENDEMENT DES OPERATIONS D'ELIMINATION (pourcent)
POLLUANTS GENERAUX			
Ammoniac comme azote	103	<1	>99
Cyanure Total	15	<1	93,3
Phénols	4	0,1	97,5
Fluorure	20	10	50
Total des solides en suspension	50	15	70
pH	6-9	6-9	-
Hexachrorobenzène	0,01	0,01	0
Dichlorophénol 2,4	0,05	0,05	0
Diméthylphénol 2,4	0,25	0,05	80
Fluoranthène	0,08	0,08	0
Phénol	3,2	0,05	98,5
Benzoapyrène	0,01	0,01	0
Chrysène	0,01	0,01	0
Pyrène	0,05	0,05	0
METAUX			
Antimoine	0,04	0,04	0
Arsenic	0,15	0,05	66,7
Cadmium	0,07	0,05	35,8
Chrome	0,33	0,15	54,5
Cuivre	0,39	0,1	74,4
Plomb	14,24	0,25	98,3
Nickel	0,93	0,1	89,2
Sélénium	0,06	0,06	0
Argent	0,034	0,01	70,6
Zinc	24	0,3	98,8

(1) Document préparé par US EPA concernant les lignes directrices pour limiter les effluents, et les normes pour la catégorie"Source Point" de la fabrication du fer et de l'acier; Vol. V, Imprimerie du Gouvernement des Etats Unis, Tableau VII-6, PP. 396-397

que les eaux résiduelles du rinçage et celles des vapeurs de l'épurateur, mais le poids total en livres engendré par jour par les concentrés utilisés est inférieur aux eaux résiduelles du rinçage en raison des bas débits journaliers moyens des solutions épuisées. Les débits journaliers en litres (L/jour) utilisés pour estimer la masse totale des polluants des concentrés utilisés représentent les courants mensuels totaux distribués d'après le nombre de jours afin de répartir d'une façon plus égale les chargements de polluants entre les divers organes d'épuration.

La méthodologie d'épuration actuelle pour les trois décapages de circuits de déchets comporte une égalisation des débits, une opération de neutralisation à la chaux, la décantation des matières solides, et finallement une décharge dans le lac. Spécifiquement, les eaux résiduelles des opérations de décapage du fil de fer à l'acide chlorydrique et à l'acide sulfurique sont combinées dans un bac d'égalisation, et épurées comme s'il s'agissait d'un seul courant. Les circuits des déchets provenant de l'opération de décapage à l'acide chlorydrique de la structure galvanisée sont épurés suivant un procédé de traitement par neutralisation séparé mais comparable. L'épurateur par neutralisation des eaux résiduelles de l'opération de décapage est la méthode la plus employée aux Etats Unis, et represente l'un des systèmes

les plus économiques. Le système de neutralisation existant de l'usine d'ELFOULADH relève de cette méthodologie, mais des modifications mineures pourront améliorer son efficacité.

Les problèmes opérationnels éventuels associés aux procédés d'épuration par neutralisation existants peuvent être les suivants:

1. Mélange des différentes eaux résiduelles dans une cuve d'égalisation. Un mélange adéquat ne peut être réalisé que par son agitation mécanique, laquelle permettra de malaxer plus rapidement les eaux résiduelles du rinçage, celles des vapeurs de l'épurateur ainsi que les décapants utilisés, pour obtenir un courant uniforme, empêchant, de cette façon, les boues des eaux résiduelles fortement acidifiées d'écraser la chambre de neutralisation de la chaux.
2. Mélange, floculation et décantation dans le procédé d'épuration par neutralisation. Un procédé d'épuration par neutralisation efficace comporte: le mélange rapide des eaux résiduelles avec de la chaux pendant cinq minutes environ, la floculation des corps solides en suspension et de la chaux pour approximativement 20 minutes, et finallement, la décantation des solides qui se prêtent à cette opération. L'électrode pH pour le système de contrôle automatique du pH doit être placé dans la chambre de mélange

TABLEAU 3.3.4
ACIERIE D'ELFOULADH, TUNISIE
CARACTERISTIQUES MOYENNES DES EAUX RESIDUELLES ESCOMPTEES
DES OPERATIONS DE DECAPAGE CONTINU A L'ACIDE SULFURIQUE[1]

PARAMETRE DE L'EAU	EAUX RESIDUELLES DE RINÇAGE		CONCENTRE USE	
	CONCENTRATION (mg/L)	CHARGEMENT MASSIQUE[2] (Kg/j)	CONCENTRATION (mg/L)	CHARGEMENT MASSIQUE[3] (Kg/j)
Fer dissous	280	9,99	43.800	0,117
Huile et graisse	4,1	0,142	16,6	4,4 (10^{-5})
Solides en suspension	63,7	2,2	2706	0,0073
Unités pH	1,6-6,4	-	<1,0	-
Benzène	(4)	(4)	(5)	(5)
Chlorure de méthylène	0,048	0,0017	0,055	1,5 (10^{-7})
Phthalate diéthylé	0,010	0,00035	(5)	(5)
Phthalate diméthylé	(4)	(4)	(5)	(5)
Arsenic	0,33	0,011	0,2	5,34 (10^{-7})
Cadmium	0,06	0,0021	0,41	1,1 (10^{-6})
Chrome	0,98	0,0339	26	6,94 (10^{-5})
Cuivre	3,52	0,122	(5)	(5)
Plomb	0,09	0,0031	1,19	3,2 (10^{-6})
Nickel	1,54	0,053	14,4	3,85 (10^{-5})
Argent	0,28	0,0097	0,28	7,5 (10^{-7})
Zinc	0,08	0,0028	2,5	6,67 (10^{-6})

NOTE: Les débits sont obtenus d'après les dessins de procédé de l'usine.
(1) Document de mise au point préparé par US EPA, concernant les lignes directrices pour la limitation des effluents, et les normes pour la catégorie "Source Point" de la fabrication du fer et de l'acier; Vol. V-3 et V-4, PP.230 et 231, Imprimerie du gouvernement des Etats Unis.
(2) Estimations faites avec les concentrations données et en supposant que le débit égale 34,560 litres par jour.
(3) Estimations faites avec les concentrations données et en supposant que le débit égale 2,67 litres par jour.
(4) Concentration inférieure à 0,01 mg/L
(5) Non analysé.

TABLEAU 3.3.5
ACIERIE D'ELFOULADH, TUNISIE
CARACTERISTIQUES MOYENNES DES EAUX RESIDUELLES ESCOMPTEE
DES OPERATIONS DE DECAPAGE GALVANISE CONTINU A L'ACIDE CHLORYDRIQUE

PARAMETRE DE LA QUALITE DE L'EAU	EAUX RESIDUELLES DE RINÇAGE		CONCENTRE USE	
	CONCENTRATION (mg/L)	CHARGEMENT MASSIQUE (Kg/j)	CONCENTRATION (mg/L)	CHARGEMENT MASSIQUE (Kg/j)
Fer Dissous	2700	12,96	51.050	0,051
Huile et Graisse	20,3	0,097	3,33	3,33 (10^{-5})
Solides en Suspension	37,5	0,18	445	4,45 (10^{-4})
Chloroforme	0,007	3,4 (10^{-5})	0,022	2,2 (10^{-8})
Fluoranthène	0,13	6,24(10^{-5})	(4)	(4)
Unités pH	1,0-5,0	-	0,6-3,0	-
Chlorure de Méthylène	0,2	9,6 (10^{-4})	0,55	5,5 (10^{-7})
Dinitro-O-Crésol 4,6	0,002	9,6 (10^{-6})	(4)	(4)
Phénol	0,005	2,4 (10^{-5})	0,003	3,0 (10^{-4})
Phthalate Bis (Ethyl-Hexyl)	0,79	0,0038	0,344	3,44 (10^{-7})
Phthalate Butyle Benzyle	0,006	2,9 (10^{-5})	0,011	1.1 (10^{-8})
Phthalate Di-N-Butyle	0,025	1,2 (10^{-4})	0,007	7.0 (10^{-9})
Phthalate Diethyl	0,002	9,6 (10^{-6})	(4)	(4)
Phthalate Diméthyl	0,011	5,3 (10^{-5})	(4)	(4)
Tétrachloréthylène	0,012	5,76(10^{-5})	0,006	6,0 (10^{-9})
Trichloréthylène	0,010	4,8 (10^{-5})	0,006	6,0 (10^{-9})
Antimoine	0,124	6,0 (10^{-4})	2,14	2,14 (10^{-6})
Arsenic	0,23	0,0011	0,155	1,55 (10^{-7})
Cadmium	0,005	2,4 (10^{-5})	0,12	1,2 (10^{-7})
Chrome Total	0,28	0,0013	13,0	1,3 (10^{-5})
Cuivre	0,60	0,0029	11,0	1,1 (10^{-5})
Plomb	0,10	4,8 (10^{-4})	3,1	3,11 (10^{-4})
Nickel	0,52	0,0025	10,2	1,02 (10^{-5})
Zinc	27,1	0,13	14,7	1,47 (10^{-5})

NOTE: Débit obtenus d'après les dessins de procédé de l'usine.

(1) Document de mise au point préparé par EPA, US, concernant les lignes directrices pour la limitation des effluents et les normes pour la catégorie "Source Point" de la fabrication du fer et de l'acier; Vol. V, Imprimerie du Gouvernement des Etats Unis, Tableau V-8 et V-9, PP. 235-236.
(2) Estimations faites avec les concentrations données et en supposant que le débit égale 4800 L/j.
(3) Estimations faites avec les concentrations données et en supposant que le débit égale 1,0 L/j.
(4) Non analysé.

TABLEAU 3.3.6
ACIEREI D'ELFOULADH, TUNISIE
CARACTERISTIQUES NECESSAIRES DES EAUX RESIDUELLES ESCOMPTEES
DES OPERATIONS DE DECAPAGE CONTINU DES FILS DE FER A L'ACIDE CHLORHYDRIQUE

PARAMETRE DE LA QUALITE DE L'EAU	EAUX RESIDUELLES DE RINÇAGE	CONCENTRE USE	EAUX RESIDUELLES DES VAPEURS D'EPURATION	
	CHARGEMENT MASSIQUE (2) (Kg/j.)	CHARGEMENT MASSIQUE (2) (Kg/j.)	CONCENTRATION (mg/L)	CHARGEMENT MASSIQUE (2) (Kg/j.)
Fer dissous	358	76.3	440	12.7
Huile et graisse	2.7	0.05	63.0	1.8
Solides en susp.	5.0	0.66	353	10.2
Chlorophorme	9.2 (10^{-4})	3.29 (10^{-5})	0.091	0.0026
Fluoranthène	00017	(5)	(5)	(5)
Unités pH	-	-	<1.0-3.7	-
Tétrachlorure de carbone	(5)	(5)	0.004	1.2 (10^{-4})
Penthachloréphénol	(5)	(5)	0.011	3.2 (10^{-4})
Chlorure de méthylène	0.026	8.2 (10^{-4})	(5)	(5)
Dinitro-O-Crésol 4,6	2.6 (10^{-4})	(5)	(5)	(5)
Phénol	6.6 (10^{-4})	4.5 (10^{-6})	(5)	(5)
Phthalate-Bis 2 (éthyl-héxyl)	0.105	5.14 (10^{-4})	0.083	0.0024
Phthalate butyle benzyle	7.9 (10^{-4})	1.64 (10^{-5})	0.090	0.0026
Phthalate Di-N-butyle	0.0033	1.05 (10^{-5})	(5)	(5)
Phthalate Di-N-octyle	(5)	(5)	0.109	0.0031
Phthalate Diéthyl	2.9 (10^{-4})	(5)	(5)	(5)
Phthalate Diméthyl	0.0015	(5)	(5)	(5)
Tétrachloréthylène	0.0016	8.96 (10^{-6})	(5)	(5)
Trichloréthylène	0.0013	8.96 (10^{-6})	(5)	(5)
Antimoine	0.016	0.0032	0.103	0.003
Arsenic	0.03	2.32 (10^{-4})	0.036	0.001
Cadmium	6.6 (10^{-4})	1.79 (10^{-4})	(5)	(5)
Chrome Total	0.037	0.019	0.12	0.0035
Cuivre	0.079	0.016	0.31	0.0089
Plomb	0.13	0.46	0.009	2.6 (10^{-4})
Nickel	0.069	0.015	0.095	0.0027
Zinc	3.59	0.022	0.46	0.013

NOTE: Débits obtenus d'après les dessins de procédé de l'usine.
(1) Basé sur les mêmes concentrations respectives que celles données au tableau 3.3.4 mais avec débit = 132,488 L/j.
(2) Basé sur les mêmes concentrations respectives que celles données au tableau 3.3.4 mais avec débit = 1,494 L/j.
(3) Document de mise au point préparé par l'EPA des USA, concernant les lignes directives pour la limitation des effluents, et les normes pour la catégorie "Source-Point" de la fabrication du fer et de l'acier, Vol. V, Imprimerie du Gouvernement des Etats Unis, Tableau V-10, P. 237.
(4) Estimations faites avec les concentrations données et en supposant que le débit = 28,799 L/j.
(5) Non analysé.

rapide, le pH étant mesuré pour déterminer l'addition de la chaux. L'électrode doit également être équipée d'un dispositif de nettoyage ultrasonique et doit toujours être immmergée dans la solution afin d'empêcher les matières solides sur l'électrode de se déssécher. L'examen d'un dessin représentant une vue en plan du procédé de neutralisation à la chaux, révèle que les opérations appropriées de mélange, de floculation et de décantation ne sont pas prévues. Les courts-circuits apparaissent évidents dans les différentes chambres d'épuration.

Modifications Proposées du Procédé d'Epuration

Les additions suivantes au systèmes d'épuration par neutralisation ont pour but d'améliorer son rendement. Elles comprennent:

1. L'agitation mécanique de la cuve d'égalisation. Un ou deux agitateurs mécaniques sont nécessaires pour ce bassin.

2. L'agitation mécanique de la cuve de neutralisation assortie d'un meilleur contrôle de l'addition de la chaux, à l'aide d'un système de contrôle amélioré du pH. Un agitateur et une cuve de malaxage de dimensions réduires sont nécessaires. Des additions de polymère doivent également être prises en considération.

3. La floculation mécanique des solides précipités, en suspension, après le mélange, exige un floculateur (lent tpm)

mélangeur.

4. Une chambre de décantation avec une zone suffisante pour cette opération.

Chaque fois que cela est possible, l'équipement d'épuration et les bassins devront être améliorés pour assurer un meilleur mélange et une meilleure décantation. En raison de l'insuffisance de données, il n'est pas possible pour le moment de préconiser des mesures spécifiques d'amélioration. Le Tableau 3.3.7 énumère plutôt l'équipement et les dimensions nécessaires à un procédé de neutralisation efficace pour les trois cas séparés suivants:

1. Neutralisation des eaux résiduelles combinées provenant des opérations de décapage des fils de fer à HCL et H_2SO_4: système actuel.

2. Neutralisation des eaux résiduelles provenant des opérations de décapage à HCL d'une structure galvanisée: système actuel.

3. Neutralisation des eaux résiduelles combinées provenant des trois opérations séparées de décapage. Ce système serait proposé s'il s'avérait économique.

Les premier et deuxième cas correspondent au présent schéma de fonctionnement; le troisième cas suppose que les eaux résiduelles des opérations de décapage soient combinées. Il convient de noter que l'équipement nécessaire du deuxième cas représente un très faible pourcentage du premier cas. Ainsi, si cela est tant soit peu possible, la combinaison de ces trois courants, tel que l'illustre le troisième cas, devrait être sérieusement pris en considération. Le Tableau 3.3.7 ne fournit que les dimensions estimatives de l'équipement nécessaire pour réaliser la neutralisation et l'épuration des circuits de déchets résultant des opérations de décapage. Avec cette information, une évaluation comparative des procédés d'épuration existants et de l'équipement peut être faite, permettant de déterminer si un équipement quelconque est sous-dimensionné. Aucune estimation de coût n'est fournie pour les trois cas sus-visés, étant donné que seulement des modifications mineures du système actuel pourront être nécessaires pour perfectionner l'équipement, lui permettant de satisfaire aux spécifications indiquées dans le Tableau 3.3.7.

Le Tableau 3.3.8 spécifie la qualité des eaux résiduelles épurées pouvant être obtenue par un système approprié d'épuration par neutralisation. Les données fournies sont des valeurs réelles mesurées dans une usine sidérurgique des Etats Unis, employant un procédé d'épuration comportant essentiellement des opérations d'égalisation, de neutralisation

avec $Ca(OH)_2$, de floculation et de décantation des solides. Les concentrations de polluant existant dans les eaux résiduelles avant l'opération d'épuration par neutralisation sont comparables aux valeurs fournies par les Tableaux 3.3.4, 3.3.5 et 3.3.6.

Les recommandations spécifiques pour le perfectionnement du système d'épuration ne pourront être formulées que lorsqu'une complète évaluation du procédé actuel aura été effectuée. L'évaluation comporte la caractérisation sur place des eaux résiduelles et l'étude préalable de leur épuration. Les recommandations définitives pour la conception et l'évaluation économique du plan seront fondées sur les résultats de cette étude.

Estimation du Coût

Faute d'informations suffisantes, il est impossible d'estimer les frais occasionnés par l'amélioration du système d'épuration des eaux résiduelles du décapage. Comme mentionné plus haut, l'installation d'un petit nombre de mélangeurs mécaniques dans les bassins de neutralisation existants ainsi qu'un compartimentage amélioré de ces bassins peuvent suffire pour le moment. Un plan spécifique ne pourra être développé qu'après une étude de l'usine.

TABLEAU 3.3.7
ACIERIE D'ELFOULADH, TUNISIE
CALIBRAGE DE L'EQUIPEMENT POUR L'EPURATION DES EAUX RESIDUELLES PROVENANT DE L'OPERATION DE DECAPAGE

DESCRIPTION DE L'EQUIPEMENT	TAILLE DE L'EQUIPEMENT		
	CAS 1	CAS 2	CAS 3
Cuve d'égalisation (avec mélangeur)	290 M3	34M3	324 M3
Volume de la cuve de mélange pour chaux et eaux résiduelles (avec mélangeur et électrodepH)	1 M3	0.2 M3	1.2 M3
Volume de la cuve de floculation (avec mélangeur de floculation)	3 M3	0.2 M3	3.2 M3
Surface de sur-écoulement du bassin de décantation (profondeur supposée: 2M)	10 M2	1 M2	11 M2
a. Déchets boueux produits (à l'état sec)	575 Kg/jour	16 Kg/jour	591 Kg/jour
b. Volume des déchets boueux (assume 4% de la concentration des solides)	14.375 L/j.	400 L/j.	14.775 L/j.

NOTE: L'équipement est fonction des données respectives des eaux résiduelles fournies par les Tableaux 3.3.4, 3.3.5 et 3.3.6.

CAS 1 : Eaux résiduelles combinées provenant des opérations de décapage des fils de fer à HCL et H2S04. Débit = 197.336 L/j.
CAS 2 : Eaux résiduelles provenant des opérations de décapage à HCL d'une structure galvanisée. Débit = 4800 L/j.
CAS 3 : Les courants des eaux résiduelles relavant des cas 1 et 2 sont combimées. Débit = 202.137 L/j.

TABLEAU 3.3.8
ACIERIE D'ELFOULADH, TUNISIE
CARACTERISTIQUES MOYENNES DES EAUX RESIDUELLES
DE DECAPAGE CONVENABLEMENT EPUREES PAR NEUTRALISATION DE LA CHAUX

PARAMETRE DE LA QUALITE DE L'EAU	CONCENTRATION-EFFLUENTS[1] (mg/L)
Fer Dissous	0.26
Solides en Suspension	8
Huile et Graisse	4.3
Unités pH	7.9
Benzène	0.033
Cuivre	0.074
Chrome	0.9
Nickel	0.37
Zinc	0.07
Fluor	9.5

(1) Document de mise au point préparé par l'EPA des USA concernant les lignes directives et les normes pour limiter les effluents pour la catégorie "Point Source" de la fabrication du fer et de l'acier. Vol. V, Tableau 14, P. 298.

3.3.5 Epuration des eaux de recirculation provenant de la chambre de coulée continue à pulvérisation

Système d'Epuration Existant

Le procédé d'épuration actuellement utilisé à l'aciérie d'ELFOULADH est fondamentallement le même que celui employé aux Etats Unis. Le procédé comprend un bassin de décantation (bac aux impuretés) pour l'élimination des corps solides en suspension avec le trop-plein pompé à travers trois filtres en série. L'eau épurée est ensuite recyclée à travers une tour de refroidissement. L'enlèvement de l'huile du trop-plein du bassin de décantation n'est pas prévu. La pratique actuellement suivie aux Etats Unis consiste à enlever les huiles flottantes accumulées au devant des filtres, pour empêcher l'encrassement.

Le Tableau 3.3.9 indique les caractéristiques moyennes des eaux résiduelles qui semblent se dégager des eaux de recirculation de la chambre de coulée continue à pulvérisation. Comme il l'a été indiqué, ne sont présents en quantités appréciables que les solides totaux en suspension, l'huile et la graisse.

Les problèmes opérationnels éventuels associés au système d'épuration actuel peuvent comprendre:

1. Bassin de décantation insuffisammet conçu. Ceci explique la présence d'un grand pourcentage de solides dans le

sur-écoulement, provoquant l'encrassement des filtres. L'addition d'un polymère coagulant, suivie d'un aménagement adéquat du malaxage peut favoriser la décantation des solides.

2. Elimination insuffisante de l'huile du trop-plein du bassin de décantation. A l'instar des solides, les huiles causeront l'encrassement des filtres. Lorsqu'une eau résiduelle contenant des huiles passe à travers une pompe centrifuge, l'émulsification des huiles peut intervenir. L'addition d'un produit chimique est habituellement requise afin d'éliminer les huiles émulsionnées, lesquelles encrassent également le filtre.

3. Fonctionnement défecteux du filtre. Outre l'encrassement des filtres par les solides et les huiles, il se peut que les problèmes suscités par le fonctionnement du filtre soient imputables au sous-dimensionnement, au caractère inadéquat des cycles de retrait, et même au choix erroné du type ou du matériau du filtre utilisé. Plusieurs types différents de filtres sont utilisés aux Etats Unis. Les filtres à fond plat, avec courroies, pièces que l'on peut facilement se procurer, ou les filtres à fond profond sont souvent utilisés. En ce qui concerne les filtres à fond profond, les réextracteurs sont nécessaires pour nettoyer les différents lits. Les filtres à fond plat comprennent un lit pouvant être éliminé en même temps que

les solides déjà filtrés. Les eaux retirées des filtres à fond profond sont évacuées dans les bacs à boues. Les solides filtrés sont alors détruits dans les terrains de remplissage. Le coût en capital des filtres à fond plat est environ le tiers de celui des filtres à fond profond. En outre, les filtres à fond plat n'exigent pas les réextractions et son équipement est le même que celui nécessaire pour une utilisation efficace des filtres à fond profond. Quatre usines de coulée aux Etats Unis utilisent actuellement les filtres à fond plat, treize usines emploient les filtres à fond profond, mais neuf de ces dernières disposent des systèmes d'épuration centraux[2]. Dans ces cas, les filtres à fond profond purifient d'autres eaux résiduelles, en plus de celles provenant de la coulée continue. La filtration de la décharge de coulée continue éliminera les métaux toxiques entraînés des solides en suspension, ces métaux apparaissent sous forme de particules plutôt que dans un état de dissolution.

Procédé d'Epuration Proposé

On s'attend à ce que les problèmes actuellement rencontrés dans le système d'épuration des eaux de refroidissement, puissent être atténués, simplement par des modifications mineures. Celles-ci comprennent:

TABLEAU 3.3.9
ACIERIE D'ELFOULADH, TUNISIE
CARACTERISTIQUES MOYENNES DES EAUX RESIDUELLES PROVENANT DES EAUX RECYCLEES DE LA CHAMBRE DE COULEE CONTINUE A PULVERISATION

PARAMETRE DE LA QUALITE DE L'EAU	CONCENTRATION[1] (mg/L)	CHARGEMENT MASSIQUE[2] (Kg/j)
Solides totaux en suspension	40	327
Huile et graisse	11,5	94
Unités pH	6,6-9,4	-
Parachlorométracrésol	0,03	0,25
Chloroforme	0,0047	0,038
Diméthylphénol 2,4	0,008	0,065
Fluoranthène	0,0055	0,045
Phthalate Di-N-Butyl	0,011	0,09
Phthalate Di-N-Octyl	0,054	0,44
Toluène	0,005	0,041
Chrome	0,012	0,098
Cuivre	0,027	0,22
Plomb	0,0012	0,01
Sélénium	0,073	0,60
Zinc	0,17	1,39

(1) Document de mise au point préparé par l'Agence des Etats Unis pour la Protection de l'Environnement, concernant les lignes directrices pour limiter les effluents, et les normes pour la catégorie "Source Point" de la fabrication du fer et de l'acier, Vol. III, Tableau V-21, P.422.

(2) Calculé sur la base des concentrations données et un débit de 8,18 (10^6) L/j des eaux de refroidissement recyclées. Le débit est fonction de l'écoulement de 5,68 (10^4) L/h. par circuit. L'écoulement total comporte six circuits.

1. Perfectionnement du bassin de décantation existant afin d'éliminer les huiles du trop-plein des filtres. Il peut être nécessaire d'installer dans le bassin une chicane aménagée pour capturer et enlever les huiles flottantes.

2. Addition au bassin d'un produit chimique et malaxage convenable de l'affluent. Ceci peut contribuer à activer la décantation des solides. Il n'est pas exclu qu'une petite section du bassin existant soit séparée pour devenir une chambre de floculation.

3. Filtrage. Plutôt que d'utiliser les filtres en série, il peut être plus avantageux de les faire fonctionner parallèlement. Ceci permettra d'augmenter la vitesse du chargement superficiel des filtres et d'accroître éventuellement leur efficacité.

Il est difficile d'être plus spécifique dans la formulation des suggestions relatives aux modifications tendant à améliorer l'efficience du procédé d'épuration actuel, par suite du manque de données concernant tant l'équipement que l'opération en question. Pour cette raison, le Tableau 3.3.10 spécifie les dimensions de l'équipement d'épuration nécessaires pour débar-

(2) Document de mise au point préparé par l'EPA, US, concernant les lignes directrices visant à limiter les affluents, et les normes pour la catégorie "Source Point" de la fabricat. de fer et l'acier, Vol III, Tableau VIII-3.

rasser efficacement l'eau recyclée de coulée continue à pulvérisation, des solides en suspension ainsi que de l'huile et de la graisse. Les dimensions données peuvent être comparées à celles du système existant pour faciliter l'identification des problèmes éventuellement soulevés par le calibrage de l'équipement d'épuration. Encore une fois, il importe de souligner que les modifications efficientes et économiques du système d'épuration ne pourront être réalisées que sur la base des données obtenues grâce à une caractérisation sur place de l'eau et des études préalables.

Le Tableau 3.3.11 spécifie la qualité des eaux résiduelles épurées, pouvant être obtenue par un procédé d'épuration convenablement exécuté des eaux de coulée continue à pulvérisation. Les données fournies sont des valeurs réelles mesurées dans une usine sidérurgique des Etats Unis d'Amérique où le procédé d'épuration est à peu près identique à celui utilisé à l'usine d'ELFOULADH. Les concentrations de polluant présentes dans les eaux résiduelles avant l'épuration sont comparables aux valeurs fournies par le Tableau 3.3.9.

Estimation du Coût

En raison du manque de données relatives à l'exploitation et au procédé, aucun coût estimatif ne peut être fourni en ce moment. Des indications montrent que les problèmes rencontrés dans le système d'épuration existant, concernent plus le mode opératoire

que l'équipement, et qu'ils peuvent être résolus par des améliorations mineures.

3.3.6 Assèchement de l'eau et des boues épurées des eaux résiduelles.

On ignore si l'assèchement des boues peut être pratiqué en ce moment d'une façon économique, à l'aciérie d'ELFOULADH. La discussion suivante se propose de familiariser le lecteur quant aux pratiques actuellement suivies aux Etats Unis en matière d'assèchement des boues.

Aux Etats Unis, le coût de l'élimination des boues provenant de l'opération d'épuration de l'eau et des eaux résiduelles représente un pourcentage substanciel des frais opératoires totaux de l'opération entière. A l'heure actuelle, les boues sont soit incinérées, soit éliminées sur les terrains de remplissage qui sont tenus à l'abri des risques sanitaires. L'eau de ces boues ("lessive") contient ordinairement des quantités importantes de polluants toxiques, et des mesures devraient être prises afin d'empêcher la "lessive" de la boue d'affecter défavorablement l'environnement. A cette fin, il est avantageux de soumettre les boues, conformément à la pratique actuelle, à un asséchement mécanique pour réduire leur volume et par suite les frais occasionnés par leur élimination.

TABLEAU 3.3.10
ACIERIE D'ELFOULADH, - TUNISIE
CALIBRAGE DE L'EQUIPEMENT NECESSAIRE A UNE EPURATION EFFICACE DES EAUX DE COULEE CONTINUE A PULVERISATION RECYCLEE

EQUIPEMENT	TAILLE
CLARIFICATEUR DE SOLIDES POUR ZONE DU TROP-PLEIN (AVEC ECUMOIRE)	$280M^2$
a. MASSE DE SOLIDES SECS PRODUITS	327Kg/j
b. VOLUME DE BOUES PRODUITES (SUPPOSANT UNE CONCENTRATION DE 4% DES SOLIDES)	8175L/j
FILTRE DOUBLE POUR ZONE DE SOUS-ECOULEMENT (VITESSE SUPPOSEE DE CHARGEMENT: $\frac{\text{ECOULEMENT } 7,2\ M^3/h}{\text{ZONE } M^2}$)	$56M^2$

NOTE: Le calibrage est basé sur un débit supposé de 8,18 (10^6)L/j et les concentrations sont données dans le Tableau 3.3.8.

TABLEAU 3.3.11

PARAMETRE DE LA QUALITE DE L'EAU	CONCENTRATION D'EFFLUENT[1] (mg/L)
Solides en Suspension	16
Huile et Graisse	6
Unités de pH	7,6-8,1
Chromium	0,026
Cuivre	0,21
Plomb	0,06
Sélenium	0,01
Zinc	0,33

(1) Document préparé par l'Agence pour la Protection de l'Environnement des Etats Unis sur les directives et normes de limitations des effluents pour la fabrication de fer et d'acier de la catégorie "Source Point", Vol. III, Tableau VIII-3, P. 438

Le procédé d'assèchement comporte généralement l'épaississement par la gravité dans une cuve centrale des sédiments solides provenant des divers sous-écoulements du clarificateur d'épuration (par exemple, boues biologiques usées, solides calcaires etc.). Ici les boues usuellement s'épaississent pour devenir une concentration moyenne de 4 pourcent des solides, selon le poids (40 gm/L). Après l'épaississement, les boues sont asséchées par centrifugation ou par filtrage, avec un dispositif d'entraînement à courroie. La centrifugation déplace l'eau hors de la boue par des forces centrifuges, tandis que le filtrage par courroie presse la boue pour en extraire de l'eau. Les deux procédés soumettent la boue à une concentration moyenne de 10 à 14 pour cent des solides, selon la composition de la boue et les conditions opératoires. Une boue contenant de 10 à 14 pour cent des solides n'est pas un liquide. Dans la plupart des cas, l'addition du polymère à la boue épaissie par gravité généralement favorise l'assèchement.

Compte tenu de ces faits, il est possible de réduire le volume des boues produites par l'usine, au tiers (1/3) environ de sa valeur actuelle. En ne considérant que les boues d'épuration résultant des opérations du haut-fourneau, des opérations de décapage, et des eaux de coulée continue à pulvérisation recyclées, on estime que le volume des boues

pourra être réduit d'un débit moyen total de 27.800 L/j, correspondant à 4 pourcent des boues solides à environ 9.260 L/j correspondant à 12 pourcent des boues solides. Seule une évaluation économique peut déterminer si l'assèchement devrait être sérieusement considéré. L'évaluation devrait inclure toutes les quantités appréciables de boues provenant de l'usine.

3.3.7 Contrôle des Eaux de Ruissellement dues aux Tempêtes

Pratique actuellement suivie aux Etats Unis

En ce qui concerne le contrôle des eaux de ruissellement dues aux tempêtes, la pratique suivie aux Etats Unis consiste à séparer les zones de l'usine en zones de ruissellement contaminées et non-contaminées. La séparation vise à contenir et endiguer les eaux de ruissellement.

Eaux de ruissellement contaminées

Les zones contaminées comprennent les zones du procédé de l'usine. Il est probable que les fuites des joints de la pompe, des vannes etc... contaminent le sol avec des polluants et par suite les eaux de ruissellement. Les huiles, les solides en suspension, et les matières organiques sont des polluants le plus probablement présents dans les eaux de ruissellement contaminées. Les eaux de ruissellement (engendrées à la fois par les tempêtes et les condensats

de vapeur) de ces zones devraient être recueillies en cas de tempête dans un réservoir ou bassin tampon, la qualité de l'eau ayant été verifiée et épurées ou déchargées directement dans un lac ou un cours d'eau choisis à cette fin; et cette opération devrait être fonction des résultats de la vérification de la qualité de l'eau. Pour les eaux de ruissellement abondantes dues aux tempêtes, l'effet de la dilution peut suffire à permettre une décharge directe. Si on constate que les eaux de ruissellement sont contaminées, l'épuration sera alors nécessaire. Dans certains cas, il suffit d'éliminer l'huile et les solides en suspension. Après l'épuration, l'eau est éliminée ou utilisée comme eau d'appoint pour la tour de refroidissement si elle est épurée à un degré suffisant. Un réservoir ou bassin tampon est nécessaire pour amortir pendant les tempêtes les écoulements maxima qui surchargeraient hydrauliquement le procédé d'épuration.

Eaux de Ruissellement non-contaminées

Les zones non-contaminées comprennent les chaussées et les zones à réservoirs où le sol est relativement exempt des impuretés pouvant être incorporées dans les eaux de ruissellement de surface. En général, ces eaux s'écoulent directement de la zone de l'usine. Dans quelques cas, le contrôle est nécessaire pour s'assurer que l'eau déchargée est exempte de polluants. Aux Etats Unis, comme mesure préventive destinée

à contenir éventuellement les déversements, les parcs de stockage doivent être endigués, la zone ainsi close devant être suffisamment spacieuse pour pouvoir renfermer le contenu du réservoir de stockage le plus grand plus un pouce d'eau de pluie. Les eaux de ruissellement de ces zones ne pourront être déchargées que lorsque les essais auront montré qu'elles sont suffisamment propres pour être éliminées directement par l'usine. Des mesures sont également prises pour pomper les eaux de ruissellement du parc de stockage ou les déversements des réservoirs, aux fins d'épuration, si nécessaire.

Plan Préliminaire de Ségrégation de l'Usine

Il n'est pas possible actuellement de proposer un plan spécifique de ségrégation des eaux de ruissellement dues aux tempêtes, pour l'aciérie d'ELFOULADH. Les efforts devraient être plutôt consacrés en premiers lieu à l'étude de l'usine, afin de déterminer les zones contaminées et non-contaminées et, simultanément, aux mesures visant à séparer les zones. Les détails spécifiques d'une étude de cette séparation sont fournies dans la section 4.3.

ELFOULADH est en train de mettre en oeuvre un plan de ségrégation des eaux de ruissellement dues aux tempêtes.

3.4 Déchets Solides

Les déchets solides viennent de nombreuses sources situées à l'intérieur de l'aciérie. Les scories proviennent des fabriques de fer et d'acier; les poussières contenant des unités précieuses de fer sont recueillies par divers dispositifs de collecte, les boues s'accumulent dans les épaississeurs et clarificateurs ainsi que dans les bassins de décantation; des accumulations de réfractaires usés résultent des activités de regarnissage, d'entretien et de réparation; les containers expédiés accompagnent les matériaux, matériels, pièces d'équipement et pièces de rechange à livrer.

Quelques uns de ces déchets solides peuvent être recyclés ou font l'objet d'autres applications utiles; la balance des déchets solides exige une méthode d'élimination.

3.4.1 Scories du Haut-Fourneau

Les scories du haut-fourneau reçoivent plusieurs applications utiles. L'aciérie d'ELFOULADH procède actuellement à la granulation des scories fondues, pour les utiliser comme une matière première dans la fabrication du ciment, comme un agrégat pour le béton armé et comme un matériau pour les routes. Les scories qui ne sont pas granulées sont utilisées comme ballast des voies ferrées, ou comme matière de construction des fondations des remblais.

3.4.2 Scories de la Fabrique d'Acier

Les applications utiles des scories provenant des fabriques d'acier des fours LD et des fours à arc électriques sont peu nombreuses. La propriété des scories provenant des fabriques d'acier, laquelle limite leur application utile est leur tendance à se dilater en présence de l'humidité. La chaux libre et MnO présents dans les scories provoquent leur dilatation. Le CaO libre hydrate rapidement et peut augmenter le volume des scories de 10 pourcent en quelques semaines. Le MgO hydrate plus lentement et l'expansion du volume des scories peut continuer, à une vitesse réduite, pendant plusieurs années.

Les scories provenant de la fabrique d'acier sont fréquemment emmagasinées à ciel ouvert comme stocks de réserve, pendant au moins dix mois, pour permettre l'expansion de leur volume. Elles sont ensuite utilisées dans les applications qui ne sont pas limitées. Elles sont employées pour les ballasts des voies ferrées et pour les épaulement des routes, les zones de stationnement et les remblais ouverts.

3.4.3 Terrain de remplissage hygiénique

Le dernier usage des scories comme terrain de remplissage, suggère l'existence d'une zone dans laquelle l'aciérie et la ville de Menzel Bourguiba peuvent coopérer à leur profit mutuel, pour éliminer les déchets solides. Actuellement l'aciérie dé-

charge les scories dans une zone marécageuse voisine, adjacente au Lac Bizerte. En attendant, la ville ou les personnes privées déversent dans une zone voisine les ordures qui sont empilées, à ciel ouvert. Ces tas à ciel ouvert constituent éventuellement un important risque pour la santé de la population car elles sont des terrains d'alimentation et de génération pour les souris, les mouches et les oiseaux, sources potentielles de maladies. Elles constitueraient aussi éventuellement une source de pollution atmosphérique, si elles prenaient feu. Grâce à des efforts conjugués, la zone marécageuse où actuellement pullulent et se multiplient les moustiques, bien qu'impropre jusqu'ici à l'exploitation rentable peut être plus rapidement convertie en un terrain utile, permettant l'expansion future de l'aciérie ou d'une autre industrialisation.

Le remplissage hygiénique des terrains est une méthode technique d'élimination des déchets solides en les étalant en couches minces, en les tassant pour leur donner un volume minimum commode et en les recouvrant de terre pendant les jours de travail de façon à préserver l'environnement. Les déchets solides de l'aciérie peuvent être utilisés comme un matériau de substitution à la terre. Il est peu probable que le volume des scories produites au cours de la fabrique de l'acier sera suffisant pour fournir toute la couverture; par conséquent, d'autres sources de couverture en sol devraient être identifiées.

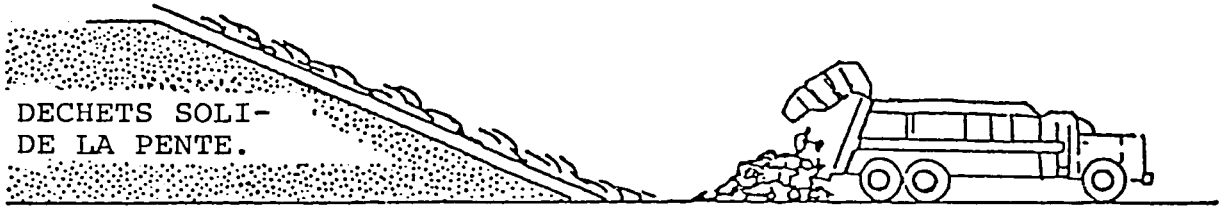
Le schéma suivant illustre les principes fondamentaux à appliquer dans l'exploitation d'un terrain de remplissage. Le front d' attaque devrait être établi sur une pente de 20 à 30 degrés, les ordures étant déposées à la base. Les déchets sont alors étalés en une couche mince de 0,5 mètre environ le long de la face de la pente et tassés par les roues de l'équipement à plusieurs reprises, de deux à cinq fois ou jusqu'à ce que la compacité apparente du matériau excède les retombées.

Un tracteur unique à chenilles ou à pneus en caoutchouc équipé d'une lame de bulldozer ou d'une lame de remplissage, capable de manipuler 40 tonnes par jour, peut accomplir le travail nécessaire pour remplir un terrain. La capacité du tracteur serait de 14,000 Kg environ.

3.5 Sécurité et Hygiène Industrielle

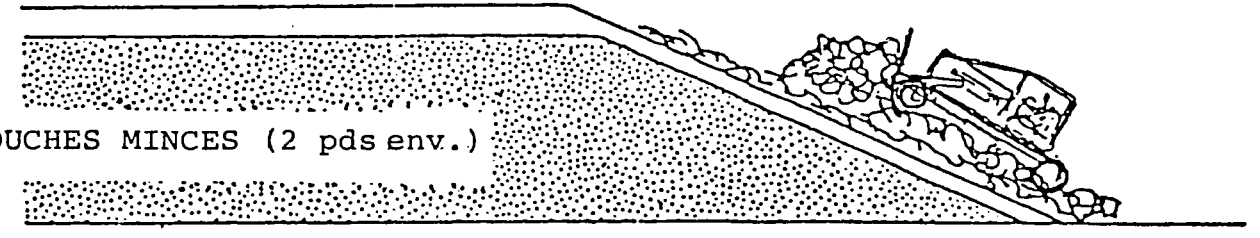
3.5.1 Généralités

Ces champs d'intérêt, au point de vue de l'environnement, ont fait l'objet d'un examen superficiel par suite du manque de temps. Il est évident, cependant, que la sécurité de l'ouvrier et la condition de l'atmosphère du lieu de travail sont absolument importants. Le rendement de l'ouvrier peut être affecté défavorablement par les conditons dangereuses et le caractère désagréable du lieu de travail. Des pertes de temps et des



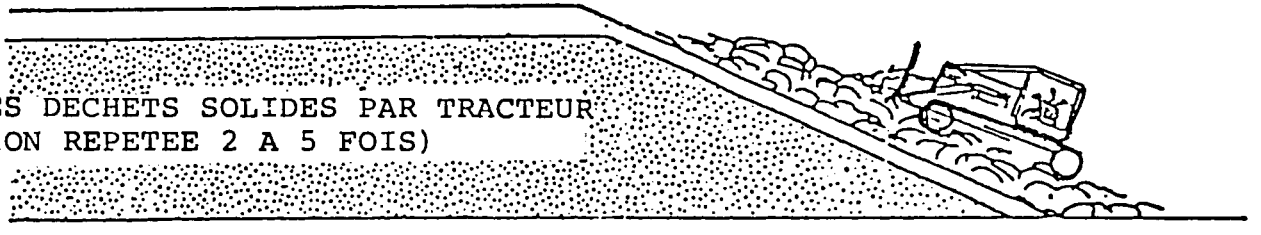
DECHARGEMENT DES DECHETS SOLIDES SUR LE TALUS DE LA PENTE.

ETAPE 1



ETALEMENT EN COUCHES MINCES (2 pds env.)

ETAPE 2



TASSEMENT DES DES DECHETS SOLIDES PAR TRACTEUR
(OPERATION REPETEE 2 A 5 FOIS)

ETAPE 3

accidents peuvent en résulter. Une pareille situation peut entrainer une diminution de la production.

Au cours de la visite de l'usine, certaines imperfections ont été notées. L'emploi des lunettes de sureté et des casques durs ne semblait pas être observé, même dans les zones où des signes indiquaient que le port de ces casques était obligatoire. Il y avait également plusieurs trous ouverts sur les planchers dans lesquels une personne pouvait tomber et être blessée. Ces trous n'étaient pas isolés par des cordes. Dans la zone de fabrication structurale, les mesures de protection de l'ouvrier, telles que l'emploi des gants, n'étaient pas en évidence.

A certains endroits, les conditions travails pourraient être améliorées. La zone qui devrait recevoir, en premier lieu, l'attention est l'usine de galvanisation structurale. Les vapeurs de zinc étaient tout à fait perceptibles dans le bâtiment. Les fumées et les poussières qui s'échappaient au cours de la fabrication du fer et de l'acier étaient en évidence dans la halle de coulée du haut-fourneau, mais elles ne présentent pas un danger potentiel. Le contrôle des émissions de la halle de coulée a été discutée dans la section 3.2.9.

Dans les usines de Koppers comme dans les autres installations des Etats Unis, il incombe à la Direction de l'usine d'établir et d'appliquer les réglements régissant la sécurité des travailleurs et leur exposition aux risques professionnels.

3.5.2 Recommandations concernant la sécurité

La présente section présente plutôt l'organisation des usines Koppers et leur approche concernant la sécurité de ses installations sans formuler des recommandations spécifiques au sujet des divers dangers. Ceci peut susciter certaines nouvelles idées qui seraient susceptibles d'être incorporées dans le programme de sécurité d'ELFOULADH. La zone des gaz dangereux située au sommet du haut-fourneau sera examinée séparément et les pratiques de sécurité suivies aux Etats Unis seront exposées.

La Société Koppers désigne dans chacune de ses usines une personne qui porte le titre de Directeur de la Sécurité. Cette personne soumet des rapports à la direction générale de l'usine. Il incombe au responsable de maintenir l'usine en état de fonctionnement sûr. Chaque mois, il se tient deux

réunions sur la sécurité, l'une en présence du Président du Comité de Sécurité de l'union. Le Directeur susvisé est également responsable de l'hygiène industrielle.

Chaque usine possède un opuscule intitulé "Consignes de Sécurité de l'Usine". Une copie de l'index de ces consignes figure à l'Annexe 3.5. Chaque nouvel employé reçoit une copie des consignes de sécurité et est tenu de les observer. L'Annexe 3.5.1 indique la teneur de cet index, (voir Section K: Vêtements et Equipement de Protection). Les consignes de sécurité sont appliquées et une récidive peut entraîner le licenciement de l'auteur. Alors que cette information n'est pas spécifiquement destinée aux usines sidérurgiques, les prescriptions qu'elle prévoit sont applicables d'une façon générale à toute installation industrielle.

D'autres informations utiles sont disponibles pour le programme de sécurité de l'usine. Citons les Feuilles techniques concernant la sécurité du matériel et les données fournies par le Conseil de Sécurité Nationale (National Safety Council) Des exemples de cette information figurent aux Anexes 3.5.2 et 3.5.3. Il s'agit des feuilles techniques relatives à l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique.

Le danger dû aux gaz existant dans tous les hauts-fourneaux est imputable aux fuites éventuelles des gaz qui contiennent de 24 à 28 pourcent d'oxyde de carbone. L'oxyde de carbone se combine avec les hémoglobules du sang et les empêche d'acheminer l'oxygène aux tissus. Selon la concentration de l'oxyde de carbone, l'effet peut varier des maux de tête et de l'étourdissement à la sufocation.

Selon une expérience pratiquée par Koppers, la zone s'étendant du plancher de la halle de coulée au sommet du four et celle entourant le four proprement dit sont classées comme étant des zones de danger dû à la présence de gaz. Aucun accés n'est permis au sommet du four pendant l'opération. Les ouvriers travaillant dans les zones de danger dû à la présence de gaz sont tenus de porter des appareils de contrôle de l'oxyde de carbone et des dispositifs portatifs de dégagement d'air frais. Les Annexes 3.5.4 et 3.5.5 décrivent l'appareil de contrôle et de dispositif de dégagement.

3.5.3 Recommandations concernant l'hygiène industrielle

La présente section se rapporte à la zone de travail de l'usine qui semble présenter une atmosphère de travail médiocre. La zone en question est l'usine de galvanisation structurale.

3.5.3.1 Usine de Galvanisation

Les vapeurs dégagées par le bain de galvanisation sont absolument corrosives et nuisibles. En outre, la présence du zinc pourrait causer ce qui communément se nomme "La Fièvre des Vapeurs de Zinc". Des rapports documentés montrent que les ouvriers exposés aux vapeurs de zinc, se trouvaient dans une condition similaire à la grippe. Il est recommandé de pallier à cette situation.

Il existe, sans doute, des solutions éventuelles au problème de l'émission des vapeurs et fumées, solutions comprenant l'emploi des dispositifs de protection du personnel (par exemple des respirateurs, des rideaux d'air au-dessus du bain) et un système d'évacuation. Le personnel de l'usine affirmait qu'il était difficile de faire accepter l'emploi des respirateurs par les ouvriers. L'usine envisage d'installer un rideau d'air au-dessus du bain.

L'expérience des rideaux d'air faite par Koppers n'ayant pas été fructueuse, il est suggéré que l'emploi d'un couvercle de ventilation du type à fentes soit considéré. Les fumées et vapeurs étant parfaitement corrosives, on devrait utiliser des conduites en matière plastique, renforcées par des fibres de verre,des ventilateurs et des abris. Si ce matériel n'est pas disponible, l'emploi de conduites galvanisées revêtues

du "bitumastic super service black" (voir Annexe 3.5.6) de Koppers serait satisfaisant.

A cause du front roulant, de l'usine, les conduites d'évacuation seraient aménagées au niveau à travers le toit.

La procédure d'étude du couvercle du type à fentes est montrée dans l'Annexe 3.5.7. L'installation de ce couvercle remédierait à un problème posé par le lieu de travail et réduirait la corrosion du bâtiment dans la zone du bain de galvanisation.

4.0 Génération des Données de Base

L'impact sur l'environnement d'une installation industrielle, en particulier, d'une source isolée telle qu'ELFOULADH, peut être défini, le plus exactement possible, en établissant par une surveillance du milieu les incidences del'usine sur l'air ambiant et la qualité de l'eau. Les données obtenues servent de base pour la détermination de l'ampleur du problème en comparant ces données aux niveaux établis tels que les normes, adoptées aux Etats Unis, de la qualité de l'air et de l'eau. L'information est également d'une valeur inestimable pour l'étude des facilités de contrôle des émissions.

L'institution d'un système de contrôle est recommandé pour ELFOULADH comme étant une méthode d'attaque peu onéreuse, au problème de la surveillance des émissions. Une grande partie du programme de contrôle peut normalement être mise à exécu-

tion par le personnel de l'usine, selon la qualité des facilités de laboratoire de l'équipement, et du personnel. Dans tous les cas, un expert conseil environnement tel que la Division de l'Environnement de Koppers Company, Inc., devrait être retenu pour élaborer le plan de contrôle, fournir le personnel indispensable, assumer sa formation professionnelle et diriger l'opération.

Les section suivantes présentent les plans de contrôle préliminaires, à la fois pour l'air et pour l'eau. Aucune information n'ayant été obtenue sur l'équipement dont dispose ELFOULADH, l'équipement nécessaire a été arbitrairement ajouté aux plans de contrôle.

L'étude de la qualité de l'eau ambiante (Section 4.3) a été divisée en deux sections principales. La première est un plan de contrôle visant à établir l'impact des effluents de l'usine sur le lac Bizerte. La seconde est une étude du système de l'eau et des eaux résiduelles à l'intérieur de l'usine; étude entreprise afin d'obtenir les données susceptibles d'être utilisées pour mettre au point les solutions techniques d'usage et d'épuration de l'eau de l'usine.

4.2 Plan de Contrôle de l'air ambiant

4.2.1 Généralités

Le contrôle de l'air ambiant d'une installation industrielle a pour but la détermination de l'impact des sources d'émis-

sions sur l'environnement. La comparaison des valeurs enregistrées aux normes de l'air ambiant telles que celles établies aux Etats Unis, lesquelles sont fondées sur les effets sur la santé, soulignerait l'amplitude du problème.

Les polluants qui motivent essentiellement le souci majeur de toute installation industrielle sont les particules suspendues et l'acide sulfureux. Le contrôle de ces deux éléments permettrait d'établir une ligne de base pour les décisions de contrôle. Les seules sources d'émission d'acide sulfureux de l'usine sont les installations génératrices de vapeurs, qui brûlent un mélange de gaz de haut-fourneau et de fuel-oil et les fours qui brûlent le fuel-oil. L'impact sur l'environnement des dégagements d'acide sulfureux ne constituerait pas un problème. Cependant, en déterminant la concentration actuelle, on établirait une base de référence pour le futur.

Le rassemblement des données continues concernant la qualité de l'air exige un contrôle régulier et fiable afin de s'assurer de l'exactitude de ces données. Le rassemblement et le traitement des données peuvent être accomplis en suivant les procédures spécifiques de contrôle. La présente section a été élaborée afin de décrire les procédures de contrôle adoptées aux Etats Unis et tente d'expliquer les raisons pour lesquelles ces procédures peuvent convenir à l'usine d'ELFOULADH.

Les questions suivantes seront donc traitées:

4.2.2 Localisation de l'emplacement de contrôle

4.2.3 Contrôle des particules

4.2.4 Contrôle de l'acide sulfurique

4.2.5 Equipement nécessaire et coûts estimatifs

4.2.6 Coût du programme de contrôle de l'air

4.2.2 Localisation de l'emplacement de contrôle

4.2.2.1 Concept de modélisation de la dispersion

L'équipement de contrôle doit être localisé dans une zone où aura lieu une concentration maximale de polluants. La situation de cette zone est déterminée grâce à l'emploi d'un modèle de dispersion d'un ordinateur.

Un modèle de dispersion est une représentation mathématique des processus du transport météorologique et de la diffusion turbulente qui intervient dans l'atmosphère. D'une façon générale, un tel modèle associe les émissions de polluants par une source, telle une cheminée, à la concentration existant sur plusieurs points (appelés récepteurs) situés au niveau du sol, à l'intérieur de la zone d'impact des émissions de la cheminée.

Pour une source définie, les données d'entrée requises d'un modèle de dispersion sont: les vitesses moyennes d'émission, les hauteurs de la cheminée, les diamètres de la cheminée, les

vitesses de sortie et les températures de sortie. Les données d'entrée requises pour les récepteurs sont les emplacements de même rang correspondant à ceux de la source du polluant. Les paramètres employés pour caractériser les processus, météorologiques sont: la direction du vent, la vitesse du vent, la stabilité atmosphérique, la température et la hauteur du mixage. La direction du vent détermine la direction du mouvement du panache. La vitesse du vent affecte la dilution initiale du polluant tel qu'il a été émis par la cheminée. La stabilité atmosphérique détermine la vitesse de la diffusion turbulente du panache alors qu'il se déplace en aval du vent. La stabilité caractérise la structure thermodynamique de l'atmosphère, en ce sens qu'elle subit les perturbations. Elle peut être classée comme stable, neutre, ou instable. La hauteur de la composition détermine la profondeur de l'atmosphère à travers laquelle les polluants peuvent être dispersés suivant la verticale. Des données d'une année d'existence sont requises pour le modèle de dispersion.

4.2.2.2 Description du Modèle CRSTER

Le modèle le plus approprié, applicable à l'usine d'ELFOULADH est le modèle Source Unique (CRSTER). Ce modèle est utilisé principalement pour simuler le comportement des effluents de la cheminée provenant des sources de combustion. Bien que désigné sous le nom de "Modèle de Source Unique" (CRSTER), le programme de l'ordinateur offre la capacité d'examiner simul-

tanément, jusqu'à 19 cheminées situées sur un emplacement commun.

Le modèle CRSTER peut être acheté sur bande magnétique en passant une commande de la bande du modèle de dispersion UNAMAP 4 (PR81-164-600), à l'adresse suivante:

National Technical Information Service
Springfield, Virginia 22161

Le programme CRSTER est écrit en langue Fortran V pour exécution sur un ordinateur UNIVAC 1100.

CRSTER est composé de deux parties, nommément un modèle de la partie ascendante du panache pour estimer la hauteur du dégagement effectif du panache du polluant à partir d'une source point, et un modèle de diffusion pour le calcul de la dispersion du panache en aval du vent par rapport à la source. La hauteur de l'ascension du panache d'une émission au-dessus de sa source explique souvent une réduction notable des concentrations associées, situées au niveau du sol. Un sous-modèle du CRSTER calcule l'ascension des panaches sous des conditions météorologiques changeantes. La représentation du transport et de la diffusion turbulente d'un panache source est réalisée par un modèle du panache Gaussien. Ce modèle donne une représentation du temps moyen de la distribution dans l'espace en aval du vent des concentrations du polluant provenant d'une source-point dont

l'émission est continue. La vitesse de l'expansion du panache est caractérisée par une série de coefficients de dispersion empirique, les quels sont fonction de la stabilité atmosphérique et se trouvent à une distance en aval du vent, par rapport à la source.

4.2.2.3 Données de Sortie

Les données de sortie du CRSTER peuvent être classées en deux catégories suivantes:

Enregistrements des données d'entrée
Enregistrements des tableaux de concentration.

Un exemple des données de sortie du CRSTER figure à l'Annexe 1.

L'enregistrement des données d'entrée fournit l'information relative à l'émission de la source, les données météorologiques pour le calcul des concentrations quotidiennes, les données de l'élévation du récepteur, ainsi que les paramètres et options pour le contrôle du programme. L'enregistrement des tableaux des concentrations comprend les sommaires des concentrations les plus hautes et les concentrations venant immédiatement après; les durées de ces deux séries de concentrations sont successivement: une heure, trois heures et 24 heures, à chaque point du récepteur. Egalement est inclus un tableau des 50 concentrations les plus hautes de l'année entière et correspondant à chaque temps moyen. Les concentrations annuelles moyennes sur une série

de 180 récepteurs sont aussi enregistrées. Les concentrations annuelles moyennes sont utlilisées pour établir la zone d'impact maximal et, par suite, la situation du lieu de contrôle.

4.2.2.4 Détermination de l'Emplacement de Contrôle

Les données de sortie du CRSTER figurant à l'Annexe I seront utilisées pour démontrer comment la localisation de l'emplacement est effectuée. La zone d'impact maximale est schématiquement décrite en dressant un dessin isophèthe utilisant les concentrations annuelles moyennes. Un dessin isophèthe définit les zones de concentrations égales du polluant. La figure 4.2.2.4 est l'isophèthe résultant de l'exemple que CRSTER donne à l'Annexe I.

Pour la construction de l'isophèthe, le quadrillage est dessiné avec 36 lignes radiales (distance l'une de l'autre de 10°). Le cercle des distances en aval du vent complète la construction du quadrillage. Les concentrations annuelles moyennes sur chaque récepteur calculées par le modèle CRSTER sont tracées sur le quadrillage. Tous les points d'une égale concentration sont ensuite reliés. De la Figure 4.2.2.4, il apparait que la zone d'impact hypothétique maximale est 1,2 Km nord-est de la source. Ceci serait une zone dans laquelle une station de contrôle serait installée.

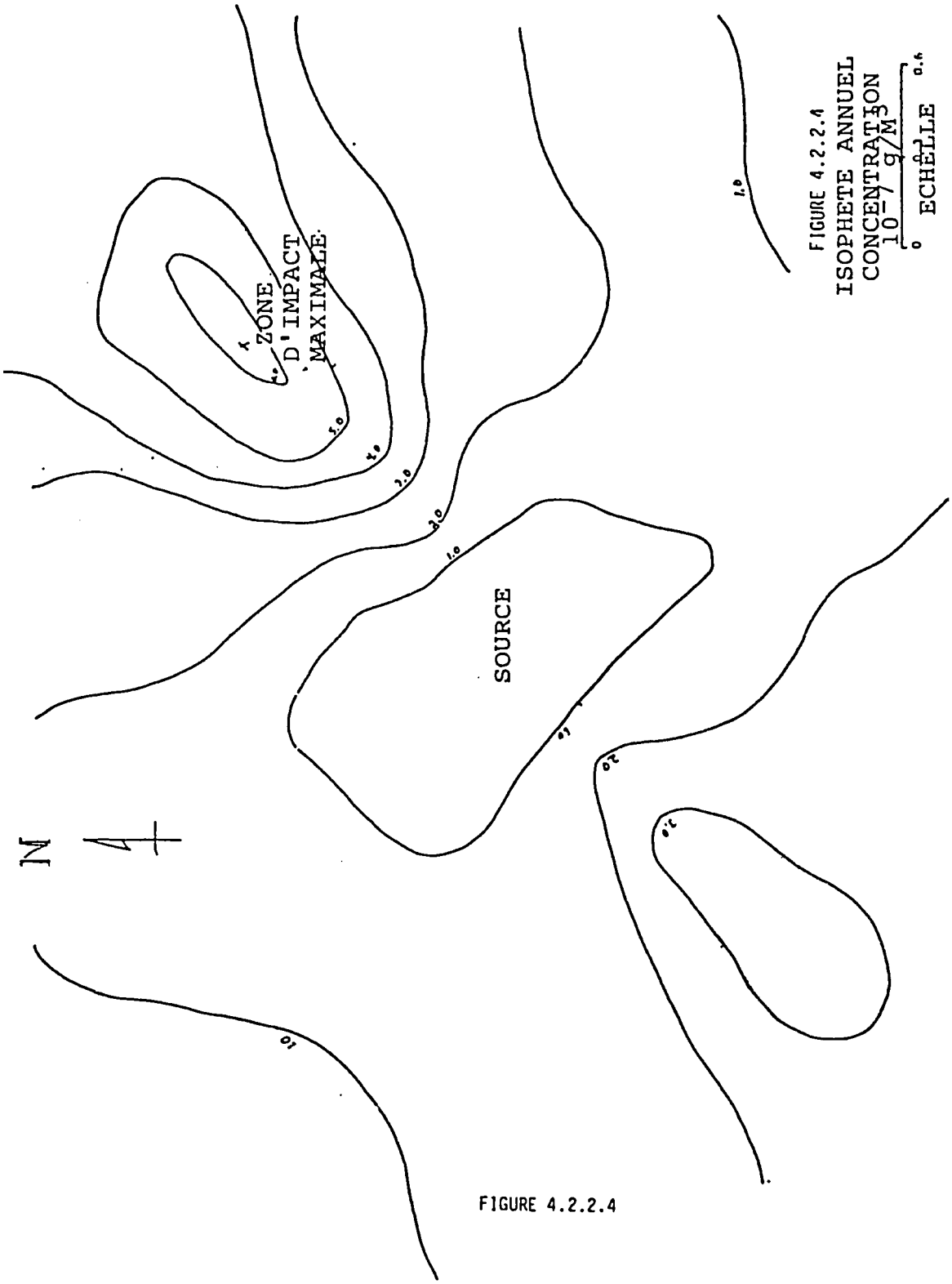

N
ZONE
D'IMPACT
MAXIMALE
SOURCE
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
FIGURE 4.2.2.4
ISOPHETE ANNUEL
CONCENTRATION
10^{-7} g/M^3
0
ECHELLE
0.6

FIGURE 4.2.2.4

4.2.2.5 Normes de la Qualité de l'Air Ambiant, en Vigueur aux Etats Unis

Aux Etats Unis, les concentrations fournies par un programme de contrôle sont comparées aux normes de la qualité de l'air ambiant, indiquées ci-dessous. Les concentrations contrôlées excédant les valeurs spécifiées constituent, naturellement, des infractions. Les normes sont fondées sur les critères de la santé.

NORMES NATIONALES DE LA QUALITE DE L'AIR AMBIANT

Polluant	Temps Moyen	Norme ug/M^3 (microgramme/M^3)
Particules	Annuel	75
	24 h	150
Acide Sulfureux	Annuel	80
	24 h	365
	3 h	1300

4.2.3 Contrôle des Particules (TSP)

4.2.3.1 Procédure d'Echantillonnage

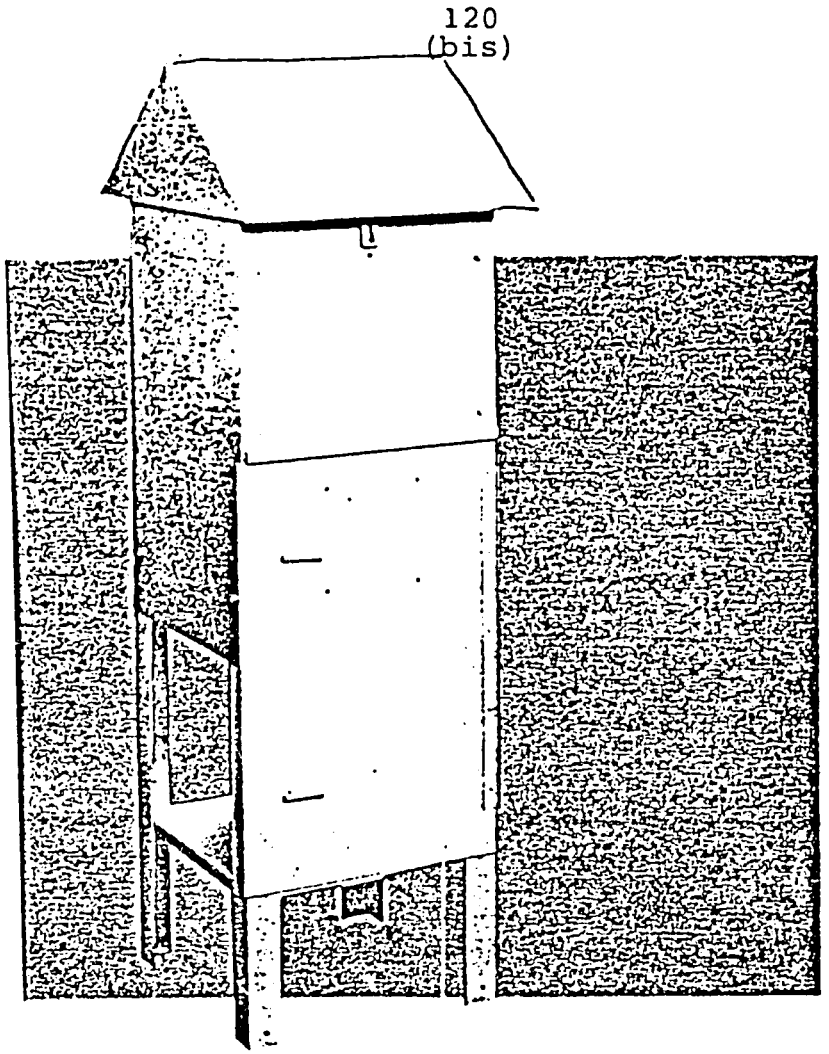
Afin de déterminer l'impact de la source sur la qualité de l'air, sans les interférences de l'arrière-plan, le contrôle du TSP est fréquemment effectué en amont et en aval du

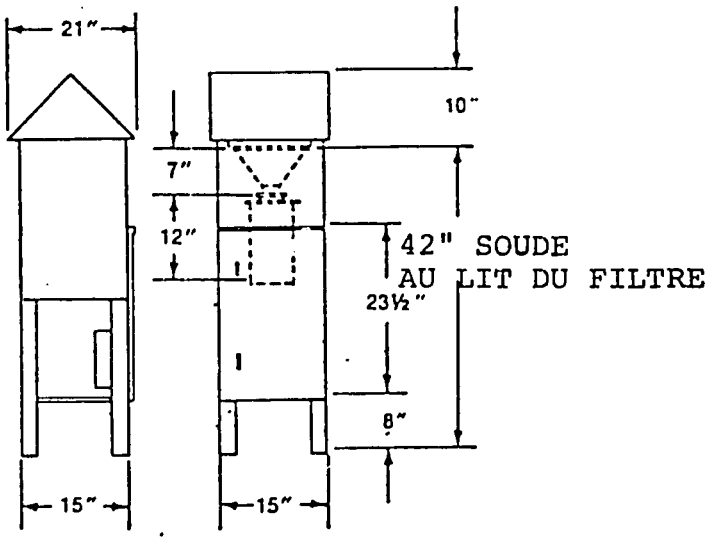
vent, par rapport à la source. L'un des appareils de surveillance du TSP devrait se trouver dans un emplacement approprié afin de déterminer l'impact des émissions dans l'atmosphère sur Menzel Bourguiba. Le contrôle aura lieu pendant des périodes de 24 heures pour toute la durée de l'année. Le contrôle du TSP est effectué avec l'emploi des échantillonnages de grand volume (méthode "Hi-Vol"). Une photographie de l'échantilleur "Hi-Vol" apparait à la Figure 4.2.3.1.

L'air est aspiré dans l'abri couvert et à travers un filtre par une soufflante à débit élevé variant de 1,1 à 1,7 m^3/min. pour 24 heures, un échantillon adéquat peut être obtenu dans une zone de faible concentration TSP.

La concentration massique de TSP (ug/m^3) dans l'air ambiant est calculée en mesurant la masse du TSP recueillie et le volume d'air prélevé comme échantillon. Les cotes des débits initiaux et finals pour chaque échantillon doivent être enregistrées sur un journal fondamental qui doit être conservé avec l'échantillon.

Les méthodes d'échantillonnage et d'analyse pour le contrôle du TSP sont exposées à l'Annexe 2.





ECHANTILLONNEUR "HI-VOL" EN POSITION OPERATIONNELLE

FIGURE 4.2.3.1

4.2.3.2 Sélection du Filtre et Préparation

Le filtre grand volume pour échantillons peut être utilisé pour déterminer les métaux et traces d'hydrocarbures. Dans ce cas, un filtre spectral de qualité est recommandé, au lieu d'un filtre traditionnel de qualité. Ce filtre contient moins d'impuretés organiques et inorganiques et par conséquent, il est suggéré de l'utiliser lorsque des analyses chimiques additionnelles sont anticipées.

Chaque filtre devrait être visuellement inspecté pour défectuosités telles que défauts de soudure, déchirures, plissements ou bosses. Le filtre doit être équilibré dans un milieu de conditionnement pendant 24 heures avant la pesée pour minimiser les erreurs de pesage. Le milieu de conditionnement devrait être, en moyenne, entre 20° et 25° avec une humidité relative inférieure à 50% sans varier plus de ± 5%. La tare du filtre est déterminée immédiatement après l'équilibration.

4.2.3.3 Analyse des Echantillons

Pour déterminer la masse de particules, les filtres exposés sont équilibrés pendant au moins 24 heures dans le même milieu de conditionnement décrit plus haut. Les filtres devraient être pesés à un milligramme près sur une balance de précision.

Les oligo-métaux tels que cuivre, fer, magnésium, nickel et zinc peuvent être mesurés avec précision à une petite fraction

d'un mg/l près par spectrographie à absorption atomique, l'élément à mesurer est aspiré dans une flamme ou injecté dans un four à arc au charbon et pulvérisé. Un rayon de lumière est dirigé à travers la flamme, dans un monochromateur, et sur un détecteur, lequel mesure la quantité de lumière absorbée par l'élément atomisé. Etant donné que chaque élément métallique a ses propres et caractéristiques longueurs d'ondes d'absorption, une lampe source composée de cet élément spécifique est utilisée pour minimiser les interférences spectrales. La quantité d'absorption des longueurs d'onde caractéristiques est proportionnelle à la concentration de l'élément dans l'échantillon.

Les hydrocarbures aromatiques polynucléaires (PNAs) peuvent être déterminés de la manière suivante. Le papier filtre contenant l'échantillon est placé dans une cartouche d'extraction de papier. La cartouche est séchée dans un four pendant 30 minutes et remplie ensuite de laine de verre. L'échantillon est alors extrait dans un appareil Soxhlet utilisant le chlorure de méthylène pendant une période de 24 heures. L'extrait qui en résulte est concentré et la concentration PNA est établie par des méthodes de détection par rayons ultra-violets et fluorescence avec la chromatographie liquide haute performance (HPLC). La chromatographie de la colonne de liquide est une méthode de séparation bien établie. Une colonne de petit diamètre (1,3 mm) est remplie de particules aux diamètres inférieurs à 50 um. L'éffluent est pompé à travers la colonne,

à un débit élevé (1-5 ml/min.); il en résulte une notable chute de pression (7,03 Kg/cm^2) pour une colonne d'un mètre. Les éléments de l'échantillon migrent à des vitesses différentes à travers la colonne, ce qui provoque une séparation. Chaque élément de pointe sort de la colonne au moment caractéristique.

L'analyse pour obtenir les métaux traces et les PNAs serait effectuée tous les mois.

4.2.3.4 Calculs et Conpte-Rendus des Données

A la Température et sous la Pression Normales (TPN), le volume d'air échantillonné peut être déterminé d'après l'équation suivante:

$$V = (Q_i + Q_f)/2\ t$$

V = Volume de l'air échantillonné, m^3

Q_1= Débit initial de l'air, m^3/min, à TPN

Q_f= Débit final de l'air, m^3/min. à TPN

t = Période d'échantillonnage, min.

La concentration de l'échantillon TSP est déterminé par:

$$TSP = (W_f - W_i)\ 10^6/V$$

W_f= Poids du filtre exposé, g

W_i= Tare du filtre, g

Tous les calculs et niveaux de concentrations originaux

(ug/m^3) douvent être enregistrés sur une diagraphie de contrôle opérationnel.

4.2.3.5. Modèle GMWL-2000 pour échantillonnage du TSP

La Figure 4.2.3.5 représente l'information fournie par le fabricant relative à un système spécifique d'échantillonnage "Hi-Vol" du TSP. Le filtre assemblé et le débit mètre sont placés dans un abri d'aluminium, pour service extérieur. La puissance requise est 115 V, 60 Hz, 3,7 amp.

4.2.4 Contrôle de l'Acide Sulfureux (SO_2)

4.2.4.1 Procédure d'Echantillonnage

L'acide sulfureux est absorbé à partir de l'air ambiant dans une solution de tétrachloro-mercurate de potasium (TCM). Un complexe appelé dichloro-sulfito-mercurate (DSM) est formé, qui résiste à l'oxydation par l'oxygène de l'air. Ce complexe ne peut être considéré comme stable à 25° que pendant l'échantillonnage. Après cette opération, l'échantillon devrait être stocké à 50°C en attendant l'analyse, afin d'empêcher toute autre dégradation (l'équipement d'échantillonnage sous contrôle thermique est commercialement disponible). On fait réagir le DSM sur le pararosaniline (PRA) et le formaldéhyde pour obtenir un colorant fortement teinté (acide pararosaniline-méthylsulfonique), et l'absorption du colorant est mesurée par spectrophotométrie. La concentration SO_2 peut alors être associée à l'absorption du colorant.

MODELE GMWL-2000

SYSTEME D'ECHANTILLONNAGE D'AIR "HI-VOL"

ECHANTILLONNAGE D'AIR MODELE GMWL-2000

Cette unité fondamentale est largement utilisée par le gouvernement et l'industrie pour recueillir et mesurer avec précision les particules emportées par l'air grâce au contrôle de grands volumes d'air. En utilisant les "média" de papier, le Modèle GMWL-2000 prend au piège des particules aussi petites que 0,01 micron.

Conçue et construite pour un échantillonnage continu, 24 heures par jour, la soufflante du type turbine, à service sévère, avec moteur à grande vitesse est contenue dans un abri en matière plastique rugueuse mais légère. Quatre boulons, facilement accessibles, permettent l'extraction du moteur pour remplacement périodique de la brosse.

Le débit d'air est mesuré au moyen d'un compteur à orifice variable, lequel doit être calibré périodiquement pour maintenir sur place la précision.

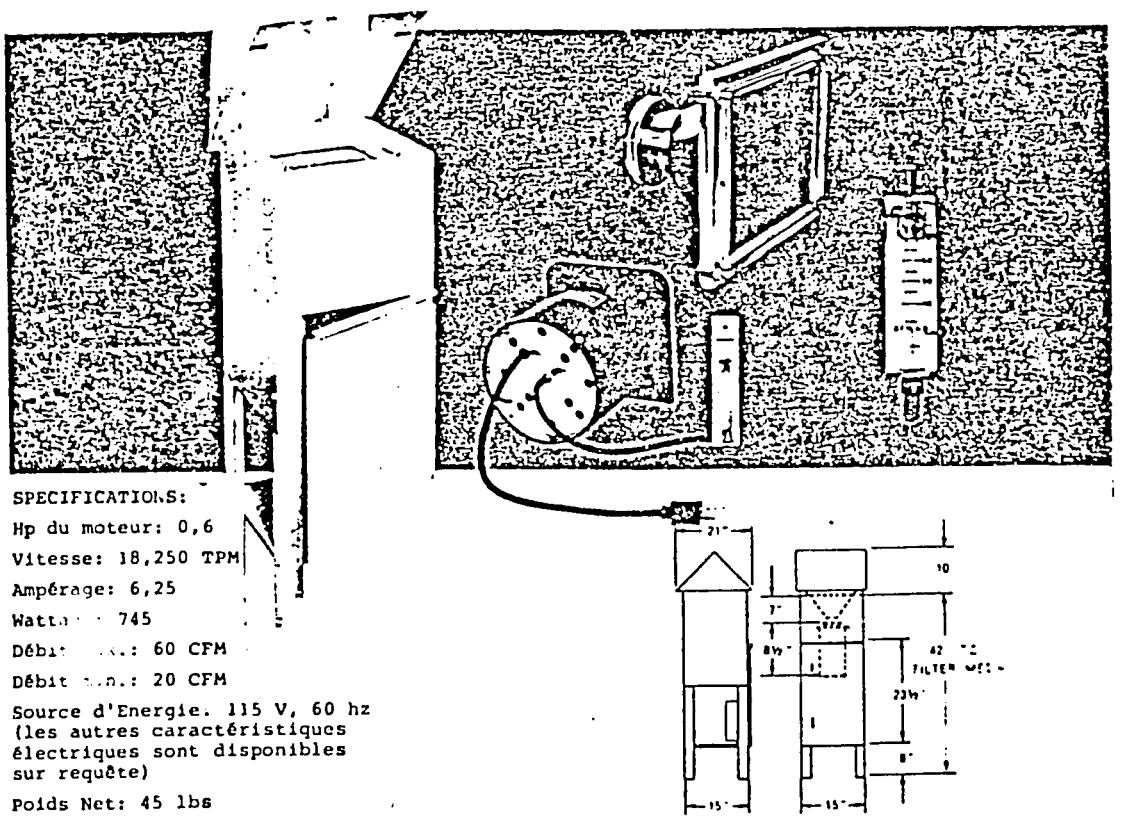
Un débit de précision, percé de trous, Modèle GMW 2009-2, peut, au choix, être une substitution. Logé dans une capsule en acrylique durable, le débitmètre de luxe est destiné à résister à un service prolongé, sur chantier.

SUPPORT DE FILTRE MODELE FH-2100

Conçu pour accommoder le papier filtre de 8" X 10", le support de filtre, modèle FH-2100 est fabriqué avec de l'acier inoxydable type 304, pour plus de solidité et durabilité.
Sa construction exempte de soudure, destinée au service sévère est résistante aux fuites et présente une forme conique, permettant un support maximum. Fourni au complet, avec écran et joint de néoprène pour obturation effective, le support de filtre, modèle FH-2100 accommode également la cartouche de papier filtre du modèle GMW-3000, sans modifications. Le support de filtre est attaché à l'échantillonneur avec un anneau fileté et un joint pour un assemblage facile.

ABRI EN ALUMINIUM MODELE GMW-8500

Fortement renforcé, l'abri est construit avec de l'aluminium anodisé de 0,080' pour service extérieur. Le comble sur pignon et la grande porte sont équipés de charnières en aluminium pour service sévère, permettant l'accès complet aux éléments logés à l'intérieur. Une chicane horizontale protége l'échantillonneur contre les poussières d'échappement et les loquets en aluminium facilitent la fermeture à clé du comble sur pignon, qu'il soit en position ouverte ou fermée.



SPECIFICATIONS:

Hp du moteur: 0,6

Vitesse: 18,250 TPM

Ampérage: 6,25

Watta[illegible] 745

Débi[illegible]: 60 CFM

Débit [illegible]n.: 20 CFM

Source d'Energie. 115 V, 60 hz (les autres caractéristiques électriques sont disponibles sur requête)

Poids Net: 45 lbs

Tonnage embarqué: 55 lbs

Inscrit au Registre Fédéral Vol. 36, N°84, en date du 30 avril 1971.

FIGURE 4.2.3.5

KOPPERS

La méthode de collecte comporte l'emploi d'un train d'échantillonnage composé de fioles en polypropylène et d'orifices critiques pour le contrôle de l'eau. L'absorbeur comprend:

1) Un conteneur en polypropylène ayant une épaisseur de 164 mm et un diamètre de 32 mm.

2) Une fermeture pour tube en polypropylène, à deux orifices.

3) Un tube de contact en verre de 152 mm de long et 6 mm de diamètre, comportant un orifice de sortie dont le diamètre s'adapte à une perceuse de bijoutier N° 79. La grosseur requise de l'orifice est entre 0,368 et 0,406 mm.

La figure 4.2.4.1 est un schéma du train d'échantillonnage à fioles.

Comme pour le TSP, l'échantillonnage aura lieu pendant une période de 24 heures pour une durée d'un an. Un appareil de contrôle devrait produire des données suffisantes.

Les méthodes d'échantillonnage et d'analyse de SO_2 sont décrites à l'Annexe 3.

4.2.4.2 Analyse d'Echantillons

Lorsque la période d'échantillonnage est terminée, le débit final doit être vérifié et corrigé conformément aux conditions normales. Le débit moyen devrait alors être calculé.

On fait agir le pararosaniline et formaldéhyde sur la solution obsorbante et on procède à son analyse à l'aide d'un spectrophomètre. Une courbe de calibrage montre la relation du ug de SO_2 avec l'absorbance. La concentraion SO_2 est calculée comme suit:

$$ug\ SO_2/m^3 = 10^3 (A-A_o) B_s/V_r\ D$$

10^3 = Conversion de 1 à cm^3

A = Absorption de l'échantillon

A_o = Absorption à blanc du réactif

B_s = Facteur de calibrage, ug/unité d'absorption

V_r = Volume de l'échantillon d'air rectifié à 25° C et 760 mm Hg

D = Facteur de dilution (pour échantillons 24 h, D = 10)

4.2.4.3 Echantillonneur des gaz, RAC 3

L'Annexe 4 contient les renseignements fournis par le fabricant relatifs à l'échantillonneur des gaz, RAC 3, pour la collecte de SO_2. Ce système est constitué par un modèle d'abri portatif pour usage extérieur, en tout temps. Il contient un système de refroidissement-chauffage thermoélectrique, lequel

maintient le réactif SO_2 à une température optimale pour la stabilité de l'échantillon.

4.2.5 Equipement Nécessaire et Coûts Estimatifs

La liste des pièces d'équipement suivante est fondée sur la supposition que les facilités soient disponibles en Tunisie pour une analyse des hydrocarbures et métaux respectivement par chromatographie et absorption atomique.

4.2.5.1 Contrôle des Particules

Article	Coût USD
Balance de Précision	4.000
Unité de Calibrage des Orifices	120
Deux Echantillonneurs chq.$420,00	820
Filtres Spectraux de Qualité	400
TOTAL	5.360

4.2.5.2 Contrôle de l'Acide Sulfureux

Article	Coût USD
Echantillonneurs	1.200
Unité de Calibrage des Orifices	300
TOTAL	1.500

4.2.6 Coût du Programme de Contrôle Atmosphérique

Le programme de Contrôle recommandé pour ELFOULADH consisterait provisoirement en deux stations pour le contrôle des particules et une station pour l'acide sulfureux. Les stations seraient exploitées pendant une année pour obtenir une base de référence.

Le travail sur chantier consisterait à visiter, chaque jour, chaque station pour remplacer les filtres et les solutions. Ces dernièrs seraient ensuite amenés au laboratoire analytique pour analyse, comme décrit dans les autres sections du présent rapport.

Il est recommandé qu'un expert-conseil soit retenu pour déterminer les emplacements des stations de contrôle, aider au montage de l'équipement et fournir un programme de démarrage et de formation professionnelle pour le personnel opérateur. Cette approche aiderait à rassembler des données valables.

Le coût du démarrage initial et de la formation professionnelle serait de USD 25.000, en plus des dépenses de déplacement et de subsistance. Cette estimation est approximative et ne comprend pas le coût de l'équipement indiqué dans la section 4.2.5.

4.3 Plan de Contrôle de la Qualité de l'Eau Ambiante

La présente section traite des détails d'une étude sur le contrôle de la qualité de l'eau pour l'aciérie d'ELFOULADH. Sont comprises dans cette étude les questions suivantes:

1) Incidences des décharges de l'usine sur le lac Bizerte
2) Détails et objectifs des études relatives à la caractérisation et à la possibilité de l'épuration des eaux
3) Liste des pièces d'équipement avec coûts détaillés
4) Estimation du coût de l'étude

Le plan de contrôle présenté est aussi détaillé que possible, basé sur des informations limitées relatives à l'usine. Comme tel, le plan présenté n'est que préliminaire. Le programme pourrait être scindé en deux phases séparées. La première phase établirait l'impact de l'usine sur le Lac Bizerte, tel que décrit dans le Section 4.3.1. Selon les résultats, l'étude présentée dans la Section 4.3.2 pourrait être, totalement ou partiellement mise en oeuvre en tant que Phase 2, afin de fournir les données d'étude pour une solution économique du problème d'organisation technique. Une visite préliminaire effectuée par une équipe de trois ingénieurs spécialisés dans l'environnement est tout d'abord justifiée en ce sens qu'elle

vise à définir d'une façon plus précise les points spécifiques de l'étude et les coûts estimatifs. Quoi qu'il en soit, les propositions soumises ici pour examen, définissent les principes fondamentaux d'une étude du contrôle de la qualité de l'eau. Une discussion de chaque section suit.

4.3.1 Incidences des Décharges de l'Usine sur le Lac Bizerte

Voici un plan préliminaire pour déterminer l'impact des décharges de l'usine sur le Lac Bizerte. Les décharges de l'usine comprennent:

1) Courants des eaux résiduelles épurées et non épurées.
2) Ecoulement des eaux de ruissellement dues aux tempêtes. Celles-ci sont des écoulements intermittents dont le débit est déterminé par l'intensité de la tempête.

4.3.1.1 Points Spécifiques de l'Etude portant sur l'Evaluation des Décharges.

Les données étant insuffisantes, seules les généralités de l'étude sont exposées. La discussion suivante s'applique à toutes décharges de l'usine (qu'elles soient continues ou intermittentes).

1. Mesure du débit et échantillonnage simultané pour analyse de toutes les décharges de l'usine, en ce qui concerne la qualité de l'eau.

Les écoulements (à la fois continus et intermittents) devront être mesurés et enregistrés pendant une période de 24 heures. Cette information fournira les variations journalières des débits. Les écoulements intermittents des eaux de ruissellement causées par les tempêtes devront être mis en corrélation avec les régions pluvieuses et les zones d'eaux de ruissellement. Des déversoirs portatifs et des débitmètres devront être utilisés chaque fois que cela est possible. L'échantillonnage combiné ou pris au hasard de toutes les décharges de l'usine devra également être effectué.

2. Etudes sur les colorants de toutes les décharges de l'usine.

En ajoutant des colorants fluorescents aux décharges de l'usine, le type du mélange des eaux de l'usine et celles du lac peut être déterminé visuellement.

3. Prise d'échantillons dans le lac, à proximité de toutes les décharges de l'usine.

Un total de neuf points d'échantillonnage sur le lac, outre la décharge elle-même, sont nécessaires pour chaque décharge. Comme il l' est indiqué à la Figure 4.3.1,

la prise d'échantillons dans le lac, à chaque point de décharge devra être effectuée d'une façon concentrique radiale. Les angles radiaux sont fixés à 45°, mais la distance entre les arcs (D) sera déterminée par la proximité des autres points de décharge. Les distances seront établies pour s'assurer qu'il n'existe pas de chevauchement des décharges. Un échantillon mixte pris au hasard devra être prélevé à chaque point d'échantillonnage sur le lac, les échantillons étant recueillis à la surface, en un point situé au tiers et aux deux tiers de la profondeur totale. Les angles radiaux et les distances devront être déterminées par une lunette topographique installée sur le bord du lac.

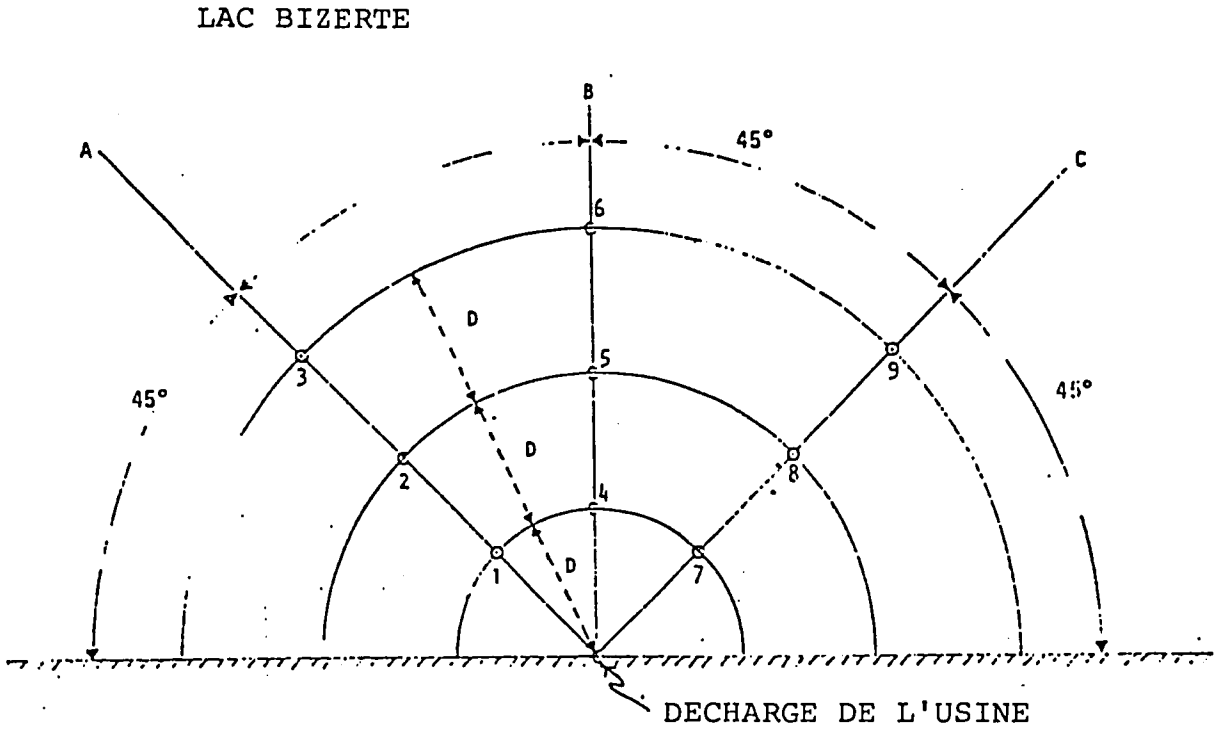
4. Echantillonnage des sédiments du fond du lac, à proximité des décharges de l'usine.

Les échantillons prélevés du fond du lac devront être recueillis à chacun des neuf points d'échantillonnage pour chaque décharge et analysés pour obtenir les paramètres spécifiques de la qualité de l'eau. Cette information sera utlisée pour déterminer le dépôt des particules en suspension et les impuretés proches des décharges de l'usine.

5. Des essais biologiques devront être effectués sur chaque décharge dans le lac.

Ces essais comportent l'addition des poissons natifs aux

FIGURE 4.3.1
ACIERIE D'ELFOULADH, TUNISIE
EMPLACEMENTS TYPIQUES POUR PRISE D'ECHANTILLONS
DU LAC, POUR UNE DECHARGE DE L'USINE



NOTES:
- Neuf emplacements pour prise d'échantillons
- Lignes coupant transversalement A, B, C
- Distance entre les arcs concentriques (D) à varier en fonction de la proximité d'autres décharges de l'usine.

aux diverses dilutions d'eaux résiduelles, le taux de survie de ces poissons étant enregistré. Les eaux résiduelles seront examinées avant et après les diverses phases de l'épuration proposée. On obtiendra, à l'aide des résultats de ces examens, une comparaison quantitative des différents plans d'épuration.

4.3.1.2 Essai Analytique d'Evaluation de la Décharge

Les essais analytiques spécifiques à conduire à la fois sur les échantillons du lac et sur ceux des sédiments devront correspondre aux paramètres de la qualité de l'eau représentant la décharge spécifique de l'usine. Le Tableau 4.3.1 donne une liste des paramètres représentatifs. L'analyse des échantillons des sédiments exigera des opérations préliminaires d'épuration avant qu'une analyse de la qualité standard de l'eau puisse être entreprise. La mesure d'épuration préliminaire variera avec le paramètre déterminé. L'épuration préliminaire comporte ordinairement une agitation dans une solution de pH bas ou une mesure de décomposition chimique. Il est à espérer que tous les essais analytiques pourront être conduits sur place. Ceci permettra de réduire le coût d'analyse, outre le fait que les résultats seront obtenus plus rapidement que si on utilise les services d'un laboratoire privé.

4.3.2 Etudes préalables concernant l'épuration et la caractérisation des Eaux/Eaux Résiduelles.

Avant que des solutions techniques économiquement attrayantes et valables visant à améliorer les systèmes d'épuration des Eaux/Eaux Résiduelles existants puissent être développées, une évaluation complète des écoulements des Eaux/Eaux Résiduelles ainsi que des procédés d'épuration doit être effectué. Ici, "Eau" signifie les eaux de refroidissement de l'usine, et "Eaux Résiduelles" signifie écoulements qui sont trop contaminés pour être utilisés dans les procédés de l'usine et doivent être épurés avant leur décharge dans le lac.

Il est difficile de donner les détails spécifiques des études sur la caractérisation de l'eau et des études préalables de l'épuration des eaux, principalement à cause du fait qu'un échantillonnage préliminaire ainsi que les résultats des essais effectués détermineront les essais subséquents à conduire. Pour cette raison, seule une discussion générale est fournie ici.

4.3.2.1 Points Spécifiques de l'Etude

Les études de la caractérisation de l'eau et les études préalables de l'épuration des eaux résiduelles devront être effectuées concernant:

137
TABLEAU 4.3.1
ACIERIE D'ELFOULADH, TUNISIE
ESSAIS ANALYTIQUES NECESSAIRES POUR CARACTERISATION DES EAUX/EAUX RESIDUELLES
ET POUR LES ETUDES PREALABLES CONCERNANT L'EPURATION DE CES EAUX.

PARAMETRE DE LA QUALITE DE L'EAU		ECOULEMENTS DES EAUX ET EAUX RESIDUELLES				
	EAUX DE L'EPURATION DU HAUT FOURNEAU	EAUX RESIDUELLES DU DECAPANT	EAU DE COULEE CONTINUE A PULVERISATION RECYCLEE	EAUX DE REFROIDISSEMENT	EAUX DE RUISSELLEMENT DUES AUX TEMPETES	BOUES
Alcalinité	X	-	X	X	X	-
Azote Ammoniacal	X	-	-	-	-	-
Nitrate d'Azote	X	-	-	-	X	-
Cyanure Total	X	-	-	-	-	-
Cyanure Libre/Fixe	X	-	-	-	-	-
Cyanure sensible a la chloruration	X	-	-	-	-	-
Phénol	X	-	-	-	-	-
Fluor	X	-	-	-	-	-
pH	X	X	-	X	X	X
Solides Totaux en Suspension	X	X	X	X	X	X
Fer Dissous	-	X	-	-	X	X
Huile et Graisse	-	X	X	X	X	-
Demande Chimique en Oxygène	X	X	-	X	X	-
Chlore	X	-	-	-	-	-
Chlorure	X	-	-	-	-	-
Solides Totaux	-	-	-	X	-	X
Solides Totaux Dissous	X	X	-	X	X	X
Conductivité	X	X	-	X	X	X
Dureté	X	-	X	X	X	-
Phosphate (total)	-	-	-	X	X	-
Phosphate (ortho)	-	-	-	X	X	-
Sulfate	X	X	X	X	X	-
Plomb	X	X	-	-	-	-
Zinc	X	X	X	-	-	-
Cuivre	X	X	-	-	-	-
Nickel	-	X	-	-	-	-
Chrome	-	X	-	-	-	-
Arsenic	-	X	-	-	-	-
Antimoine	-	X	-	-	-	-

NOTE: x = indique que l'essai doit être effectué.

1 = Les paramètres mesurés de la qualité de l'eau seront fonction des zones spécifiques des eaux de ruissellement. Les paramètres indiqués seront mesurés dans tous les échantillons des eaux de ruissellement.

KOPPERS

1. Tous les circuits d'eaux résiduelles du procédé. A y inclure l'eau de l'épurateur des haut-fourneau, les eaux résiduelles de l'opération de décapage, les eaux de pulvérisation de coulée continue, plus toutes autres eaux résiduelles engendrées par l'usine

2. Eaux de ruissellement dues aux tempêtes

3. Eaux de refroidissement

4. Boues provenant des procédés d'épuration de l'eau et des eaux résiduelles

Une étude sur la caractérisation des Eaux/Eaux Résiduelles et une étude préalable de l'épuration de ces eaux sont essentiellement différentes par leurs concepts, mais les résultats de ces deux séries d'études sont également nécessaires pour mettre au point des solutions techniques saines du problème des eaux résiduelles.

Généralités sur l'Etude de la Caractérisation des Eaux/Eaux Résiduelles.

La caractérisation des Eaux/Eaux Résiduelles comporte la détermination des débits et de la qualité de l'eau des courants d'eaux et d'eaux résiduelles à l'intérieur de l'usine. En ce qui concerne ceux des écoulements qui reçoivent le traitement, les échantillons près avant et après l'épuration sont analysés. Les détails conprennent:

1. Mesure des débits et échantillonnage simultané du courant.

Les débits sont mesurés au moyen des méthodes variées. Celles-ci comprennent l'installation des déversoirs portatifs, la mesure de l'écoulement ultra-sonique, les estimations des pressions de décharge des pompes, et en dernier ressort, un seau et un chronomètre. Chaque fois que cela est possible, deux méthodes sont utilisées pour vérifier les résultats.

L'échantillonnage des circuits, aux fins d'analyse de la qualité de l'eau, devra être effectué soit automatiquement avec des échantillons mixtes prélevés pendant 24 heures, soit avec des échantillons pris au hasard. Cette méthode est généralement fonction du courant spécifique. Les paramètres de la qualité de l'eau choisis pour l'analyse varieront selon les écoulements respectifs. Les paramètres à déterminer pour les différents courants sont décrits à la section 4.3.1.3.

2. Equilibration de l'eau de l'usine.

Il s'agit de la mesure des écoulements, dans le cadre d'une tentative entreprise pour équilibrer les eaux d'admission et de décharge de l'usine.

3. Evaluation du système d'égoût existant en prévision des tempêtes.

La séparation de la zone entière de l'usine en zones contaminées et non-contaminées sera examinée. Une zone est classée comme contaminée ou non-contaminée selon son apparence physique et aussi selon les résultats de l'analyse des eaux de ruissellement engendrées par ladite zone. La possibilité de collecter les eaux de ruissellement dues aux tempêtes aux fins d'usage à l'intérieur de l'usine devra également être examinée.

Généralités sur l'étude préalable de l'épuration des Eaux/Eaux Résiduelles.

Les études préalables sur l'épuration des Eaux/Eaux Résiduelles visent à examiner la capacité des plans d'épuration existants et proposés. Les études peuvent comporter les essais à l'échelle-laboratoire ou à l'échelle complète des procédés d'épuration.

Les études préalables à l'échelle-laboratoire consistent à simuler un procédé d'épuration existant ou proposé, à l'échelle laboratoire et subséquemment à évaluer l'efficacité du procédé. Dans les études à l'échelle-laboratoire, seulement un volume d'un ou de deux litres d'eau ou d'eaux résiduelles est soumis à des additions chimiques variables à des intensités de malaxage variables, à des mélanges de durées variables, au pH va-

riable, et aux temps de décantation des solides variables. Le plan d'épuration et les conditions opérationnelles optimaux déterminés par l'essai à l'échelle-laboratoire sont examinés à une échelle complète, si cela est possible, sans nécessiter des modifications importantes du procédé.

Les études préalables, sur une échelle complète, envisagent les modifications opérationnelles mineures du procédé d'épuration existant et subséquemment l'évaluation de leur incidence sur l'efficacité de l'épuration. Les modifications opérationnelles peuvent consister à varier l'addition chimique, améliorer le mélange du produit chimique et des eaux résiduelles, changer le point de l'addition chimique et réduire le débit des eaux résiduelles. Usuellement, toutes les modifications sont basées sur les résultsts des essais à l'échelle-laboratoire.

Avantage des études à l'échelle-laboratoire par rapport aux etudes à l'échelle complète:

1. Les études à l'échelle-laboratoire sont plus faciles à vérifier. L'effet des paramètres opératoires variables sur l'épuration de l'eau peut être examiné avec une relative facilité.

2. Le coût des études entreprises à l'échelle-laboratoire est moins élevé que celui occasionné par les études à l'échelle complète. Elles n'exigent qu'une très petite

quantité de produits chimiques.

3. Une évaluation des boues provenant des procédés d'épuration peut être réalisée facilement.

4. Les procédés d'épuration proposés peuvent être rapidement et facilement simulés, les chances de leur réalisation évaluées. Le seul désavantage des études à l'échelle-laboratoire réside dans le fait que des problèmes non prévus (par example le contrôle automatique de l'addition chimique) n'apparaissent pas évidents.

4.3.2.2 Objectifs de l'étude

Les résultats des études de la caractérisation et des chances de succés de l'épuration des Eaux/Eaux Résiduelles devront être utilisés simultanément afin de développer des solutions techniques économiques qui auront pour effet de:

1. Réduire les débits des eaux résiduelles du procédé qui nécessitent une épuration.

   Ceci pourra être réalisé par les modifications adéquates du procédé, la diminution de la vitesse de purge des réseaux d'eaux de refroidissement recyclées et l'examen du réemploi de l'eau. Le décroissement des débits permettra de réduire les proportions des procédés respectifs

d'épuration, et parallèlement l'emploi des produits chimiques.

2. Optimiser les rendements des procédés d'épuration de l'eau existants.

Grâce aux modifications économiques attrayantes du système, les conditions opératoires les plus optimales du procédé d'épuration de l'eau peuvent être dévéloppées. Ces améliorations se rapportant aux plans de mélange, à l'exploitation du pH, aux additions chimiques et aux contrôles plus effectifs de l'équipement du procédé.

3. Déterminer les courants d'eaux/eaux résiduelles susceptibles d'être combinés et épurés.

Ceci dépend de la nature des eaux, du degré d'épuration nécessaire, et les emplacements de l'usine où les courants prennent naissance.

4. Permettre la manipulation et l'élimination adéquates des boues.

L'évaluation de la production des boues provenant des procédés d'épuration de l'eau et des eaux résiduelles ressortira des résultats de l'étude. Les possibilités économiques de réalisation de l'assèchement des boues pourra être ainsi examiné.

5. Contribuer à séparer l'usine en zones contaminées et non-contaminées par les eaux résiduelles.

La qualité des eaux de ruissellement provenant des diverses parties de l'usine sera évaluée en même temps que les écoulements prévus. Une évaluation simultanée sera effectuée des possibilités de stockage et d'utilisation des eaux de ruissellement dues aux tempêtes, comme eaux de refroidissement d'appoint de l'usine. L'épuration de l'eau à un degré requis sera également examinée.

6. Considérer le réemploi des eaux résiduelles épurées comme eaux d'appoint pour le système de refroidissement.

Le degré d'épuration nécessaire sera fonction du réseau particulier des eaux résiduelles et du système particulier d'eaux de refroidissement.

4.3.2.3 Essais Analytiques

La présente section énumère les différents essais analytiques nécessaires aux études complètes de la caractérisation et des possibilités d'épuration des Eaux/Eaux Résiduelles.

Le Tableau 4.3.1 mentionne les essais spécifiques requis par les études de la caractérisation des différents courants d'Eau/Eaux Résiduelles ainsi que des possibilités de leur épuration. Ne figurent dans le tableau que les paramètres mesu-

rés dans les concentrations supérieures à 0,5 mg/L situées dans les écoulements comparables des diverses aciéries des Etats Unis. Le nombre d'essais nécessaires à chaque écoulement variera en fonction des résultats de l'étude préliminaire du contrôle. Tous les essais de la qualité de l'eau devront être conduits sur l'emplacement de l'usine. La Section 4.3.3 énumère l'équipement nécessaire pour mener à bonne fin les études sur la caractérisation et les possibilités d'épuration de l'eau.

4.3.3 Liste de l'équipement pour l'étude du contrôle de la qualité de l'eau et coûts détaillés

La présente section spécifie l'équipement (avec coût) nécessaire à la conduite d'une étude complète du contrôle de la qualité de l'eau, à l'aciérie d' ELFOULADH. L'équipement spécifié est nécessaire à l'échantillonnage, à la mesure du débit, aux études préalables et aux analyses de la qualité de l'eau. Une fois cette étude terminée, l'équipement pourra encore être utilisé par l'usine aux fins de surveillance et de contrôle internes.

Le Tableau 4.3.2 énumère les pièces d'équipement importantes (avec les coûts) nécessaires à l'échantillonnage, à la mesure des débits et aux études préalables. Pour une étude interne de l'eau, la duplication de certaines pièces d'équipement (par exemple: indicateurs de débit, échantillonneurs etc...)

est généralement nécessaire, mais ce matériel devrait être fourni par la compagnie qui entreprend l'étude en question.

Le Tableau 4.3.3 fournit la liste de l'équipement analytique (avec les coûts) pour tous les essais requis de la qualité de l'eau en ce qui concerne les paramètres indiqués au Tableau 4.3.1, à l'exception des métaux lourds, du plomb, du nickel, de l'arsenic et de l'antimoine. Ces analyses devront être effectuées par un laboratoire privé si l'usine n'a pas les moyens nécessaires pour les mener à bien elle même. Eliminer tout l'équipement spécifié qui est actuellement disponible à l'usine.

La liste de l'équipement fournie pour l'étude du contrôle de la qualité de l'eau pourra être réduite dès qu'une visite préliminaire de l'usine aura été effectuée et la capacité analytique spécifiquement examinée.

TABLEAU 4.3.2
ACIERIE D'ELFOULADH, TUNISIE
ETUDE DU CONTROLE DE LA QUALITE DE L'EAU, LISTE DES PIECES D'EQUIPEMENT POUR LA MESURE DES ECOULEMENTS, ECHANTILLONNAGE ET ETUDES PREALABLES DES POSSIBILITES D'EPURATION DE L'EAU.

NOM DE L'EQUIPEMENT	QT	DESCRIPTION DE L'EQUIPEMENT	COUTS AUX U.S.A.
Echantillonneur Automatique (1)	1	Echantillonneur pour modèle combiné et distinct Isco 1680 avec option "batter".	USD 2.000
Débitmètre Enregistreur (1)	1	Débimètre enregistreur, Modèle Isco 1870	3.000
Débitmètre Ultrasonique (1)	1	Débitmètre ultrason. portatif pour mesurer les écoulements dans les tuyaux étanches.	1.500
Agitateur à six Palettes (1)	1	Agitateur à châssis en alu. Base à emlumineur. Utilisé pour simuler les procédés d'épurat.	760
Indicateur de Décanteur (1)	1	Indicateur de décantation Mallory, à lecture directe pour études sur la décantation des solides en suspension.	80
Hydrolab (1)	1	Système de mesure numérique de la qualité de l'eau pour température, pH, oxygène dissous, et conductivité.	4.500
Déversoirs en V Portatifs (1)	1 jeu	Déversoirs en V portatifs pour être ajustés au diamètre des tuyaux variant de 0,2 mètre à 1,07 mètre.	600
Pluviomètre (1)	1	Pluviomètre enregistreur Universel.	1.000
Echantillonneur d'Eau	1	Echantillonneur d'eau Wildco pour prise d'échantillons dans les lacs, à des prof. diverses.	400
Echantillonneur de Carotte (1)	1	Echantillonneur de carotte Wildco Ballcheck pour eau profonde. Peut prendre des échantillons au fond des lacs jusqu'à une prof. de 60 m.	700
Colorants Fluorescents (1)	2 bouteilles	Colorants fluorescents rouges et jaunes pour études des colorants.	50

TOTAL USD 14.590

NOTE: Le louage de bateau pour une semaine environ n'est pas compris.

(1) Voir Annexe 5 pour obtenir des renseignements détaillés concernant l'équipement.

TABLEAU 4.3.3
ACIERIE D'ELFOULADH, TUNISIE
ETUDE DU CONTROLE DE LA QUALITE DE L'EAU
LISTE DE L'EQUIPEMENT ANALYTIQUE

NOM DE L'EQUIPEMENT	QT	DESCRIPTION DE L'EQUIPEMENT	COUTS USA
Trousse d'Analyde des Eaux/Eaux Résid. pour obtenir:			
Alcalinité	2	150 essais par trousse à $36 chq.	$ 72
Chlorure	2	150 essais par trousse à $63.50 chq.	127
Chrore	2	150 essais par trousse à $43 chq.	86
Chrome (+6)	2	150 essais par trousse à $35.50 chq.	71
Chrome Total	2	150 essais par trousse à $52 chq.	104
Cuivre	2	150 essais par trousse à $47 chq.	94
Dureté	2	150 essais par trousse à $50 chq.	100
Fer Dissous	2	150 essais par trousse à $37.50 chq.	75
Azote Ammoniacal	2	150 essais par trousse à $40 chq.	80
Nitrate d'Azote	2	150 essais par trousse à $50 chq.	100
Phosphate (total)	2	75 essais par trousse à $46 chq.	92
Phosphate (ortho)	2	50 essais par trousse à $39 chq.	78
Sulfate	2	150 essais par trousse à $30.50 chq.	61
Zinc	2	100 essais par trousse à $60 chq.	120
Demande Chimique en oxygène	2	100 essais par trousse à $500 chq. (y compris le râtelier de déconposition).	1.000
Phénol	1	30 essais par trousse à $40 chq.	40
	5 Pqt. de Rech.	30 essais par paquet à$17 chq.	85
Compteur pH	1	Compteur analogique d'ions spécifiques Orion	1.000
Electrode pH	2	Electrode pH combinaison Orion, $90 chq.	180
Electrode d'ions spécifique de fluorure	2	Electrode de fluorure Orion à utiliser avec compteur analogique d'ions spécifiques Orion, $90 chq.	950
Equipement pour analyse dy cyanure	2	Appareil de distillation, $400 chq.	800
Equipement pour analyse des solides totaux en suspension et solides dissous totaux	2	Comprend entonnoir pour fiole filtrante et filtres pour 500 essais $200 chq.	400
Pompe à vide	1	Utilisée pour analyse des solides totaux en suspension	400
Spectrophotomètre	1	B and L Spectronic 20 - utilisé avec trousse pour analyse des Eaux/Eaux Résiduelles	900
Balance	1	Balance électronique de chargement supérieur Mettler PK-300.	3.800
Conductivité	1	Compteur de conductivité portatif Fisher	600
Etuve	1	Etuve Fisher à courant d'air de convection par gravité (intervalle de temp. de 25°à200°C)	300
Equipement pour analyser l'huile et la graisse	2	Comprend équipement pour "méthode fréon extractible". Comprend bain-maire, source d'azote, et entonnoirs de séparation ($500 chq.)	1.000
Articles de laboratoire divers.		Comprend agitateurs magnétiques, verrerie, réactifs chimiques, pipettes et dessicateurs - coût estimatif	2.000
		TOTAL USD	14.715

NOTE: L'usage de l'équipement est prévu pour toutes les analyses requises sauf pour le plomb, le nickel, l'arsenic et l'antimoine. Ces analyses devront être effectuées par l'usine ou un laboratoire.

(1) Le coût comprend les réactifs et la verrerie. Spectrophomètre nécessaire.

4.3.4 Estimation du coût du contrôle de la qualité de l'eau

Le coût du plan de contrôle, tel que décrit dans les sections précédentes est fonction des renseignements qui résultent d'une visite préliminaire de plusieurs ingénieurs, comme recommandé dans la section 4.3. Cette visite permettrait aux ingénieurs de procéder à une étude détaillée du contrôle, étude qui servirait alors à établir une base ferme pour les estimations des coûts.

Le coût de l'étude et de l'élaboration du plan de contrôle serait environ de 18.000 US dollars. Ce chiffre ne comprend pas les dépenses de déplacement et de subsistance.

ANNEXE 3.5

CONSIGNES DE SECURITE POUR L'USINE

INDEX

A. REGLEMENTS RELATIFS AUX DEGAGEMENTS DE FUMEE

B. ACCIDENTS CONDUIT

C. SAUF-CONDUIT

D. LES CONTRE-MAITRES SONT CONSEILLERS EN MATIERE DE SECURITE

E. TRAVAIL D'EQUIPE

F. INSTRUCTIONS

G. PROTECTION CONTRE L'INCENDIE

1. Service d'incendie organisé
2. Usage de l'équipement de protection contre l'incendie
3. Mesures préventives contre l'incendie
4. Emploi des flammes nues
5. Prescriptions concernant la surveillance de l'incendie

H. BONNE GESTION DOMESTIQUE

I. PREVENTION CONTRE LES CHUTES

J. PROTECTION DE LA SANTE

K. VETEMENT ET EQUIPEMENT DE PROTECTION

1. Protection des yeux, de la tête, des pieds et des bras
2. Equipement de protection

a. Ceinture de sécurité

b. Protection respiratoire

c. Lunettes protectrices pour écrans protecteurs de la face

L. AIR ET GAZ COMPRIMES

M. EQUIPEMENT POUR CHEMINS DE FER ET EQUIPEMENT MOTORISE

N. VITESSE EXCESSIVE

O. UTILISATION SURE DES ECHELLES

P. ECHAFFAUDAGES

Q. TRAVAIL ELECTRIQUE

R. MEULAGE

S. ENTRETIEN DE SECURITE

1. Procédures de fermeture (extérieur)
2. Espace d'entrée confiné
3. Entretien des cordages
4. Utilisation, graissage et réparation de l'équipement
5. Excavations

T. SOUDAGE ET COUPAGE

U. MANIPULATION DU MATERIEL

V. RECOMPENSES POUR STRICTE EXECUTION DES CONSIGNES DE SECURITE

W. PROCEDURES

1. Pompes opérationnelles
2. Pompes alternatives entraînées par vapeur
3. Pompes centrifuges
4. Utilisations des conpresseurs d'air