

POSSIBILITES DE CREATION D'INDUSTRIES EXPORTATRICES DANS LES ETATS AFRICAINS ET MALGACHE ASSOCIES

PRODUCTION SIDERURGIQUE

VOLUME 3

- Ferro-Alliages**
- *FERROSILICIUM*
 - *FERROMANGANESE*
 - *FERRONICKEL*

AVANT - PROPOS

Considérant la priorité donnée par la deuxième Convention d'Association (Yaoundé II) à l'objectif d'industrialisation des Etats Africains et Malgache Associés et les perspectives que certaines productions manufacturières destinées à l'exportation pourraient offrir à certains de ces Etats, la Commission des Communautés Européennes a fait réaliser, avec l'accord des Etats Associés, un programme d'études sur les possibilités de créer certaines industries d'exportation dans ces pays.

Ce programme d'études sectorielles concerne les productions ou ensembles homogènes de produits suivants :

- produits de l'élevage

- . viande
- . cuirs et peaux
- . chaussures
- . articles en cuir

- produits électriques et électroniques

- . produits électro-mécaniques
- . produits électroniques

- transformation du bois et fabrication d'articles en bois

- . première transformation (sciages, déroulages, tranchages)
- . deuxième transformation (profilés, moulures, contreplaqués, panneaux)
- . produits finis (pour la construction et l'ameublement)

- production sidérurgique

- . pelletisation du minerai de fer et électro-sidérurgie
- . ferro-alliages (ferro-silicium, manganèse et nickel)

- conserves et préparations de fruits tropicaux

(dattes, bananes, agrumes et huiles essentielles, ananas et conserves au sirop, anacardes et amandes cajou, arachides de bouche, fruits exotiques divers)

- fabrication de cigares et cigarillos.

II.

Toutes ces études ont été conduites suivant une méthodologie commune. Chacune comprend, d'une part, l'analyse des débouchés qui s'offriraient sur les marchés des pays industrialisés (ceux de la Communauté en particulier) à des produits manufacturés dans les EAMA et, de l'autre, l'analyse des conditions spécifiques de production de ce ou ces produits dans les EAMA les mieux placés pour les produire et les exporter.

Chaque étude a été confiée à des experts indépendants. Les services compétents de la Commission ont fixé l'objet de leurs recherches et ont suivi leurs travaux tout au long de leur déroulement. Les experts ont agi, par ailleurs, en toute indépendance, notamment sur le plan méthodologique, et leur rapport n'exprime donc que le seul résultat de leurs recherches et les conclusions qu'ils en tirent.

Les études concernant les productions du secteur sidérurgique (pelletisation du minerai de fer et électro-sidérurgie, ferro-alliages) ont été réalisées par le bureau d'études italien SICAI (Società d'Ingegneria e Consulenza Attività Industriali). Les experts chargés des recherches étaient :

Messieurs Luciano MORI-UBALDINI, ingénieur géologue
Piero SCHEDA, économiste industriel
Enrico BREGONZIO, ingénieur mécanique.

Les études du secteur sidérurgique ont été rédigées en trois volumes. Le premier constitue une enquête sur les ressources en minerais de fer, de silicium, de manganèse et de nickel qui existent dans les EAMA, réalisée sur la base de recherches bibliographiques et, pour certains de ces pays, après une mission sur place.

Dans les 2ème et 3ème volumes sont traités la demande, les procédés de production, le choix des emplacements et l'évaluation économique des deux lignes de production, à savoir respectivement la sidérurgie et les ferro-alliages.

En examinant les chances des EAMA de développer des industries faisant partie du secteur sidérurgique, au-delà des thèmes proposés par la Communauté Economique Européenne, il a été procédé à l'examen d'usines de production de pellets et d'usines de production d'acier selon d'autres procédés que celui des fours électriques.

La fabrication de pellets n'est pas, à proprement parler, une production sidérurgique, puisqu'il s'agit seulement d'un traitement physique du minerai, sans aucune transformation chimique.

III.

Toutefois, au cours du rapport, il a été indiqué pour certains pays l'opportunité d'associer à une industrie sidérurgique proprement dite, une usine pour la production de pellets destinés à l'exportation, dans les cas où ce type d'usine se présenterait sous des conditions particulièrement favorables.

Toutefois, ce thème n'a pas été développé jusqu'à la forme d'études de préfaisabilité, à la fois en raison du peu de valeur ajoutée due à ce traitement du minerai, et parce que ce travail ne rentre pas dans le domaine des études sidérurgiques.

En ce qui concerne au contraire le secteur sidérurgique, l'étude a porté sur des installations de pré-réduction du minerai, de production de fonte et de production d'acier, aussi bien selon le procédé électrique que selon le procédé à oxygène.

Le secteur des ferro-alliages, par contre, a été étudié en considérant comme seul procédé de production l'électro-réduction, afin d'évaluer la possibilité d'utiliser dans cette industrie des quantités élevées d'énergie hydro-électrique, disponible à des conditions favorables.

Les possibilités des EAMA de développer des industries sidérurgiques et de ferro-alliages ont été examinées, en précisant les procédés, la capacité et la gamme de production, l'emplacement et enfin, les coûts d'investissement et d'exploitation des installations elles-mêmes.

IV.

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1 - LE MARCHE DES FERRO-ALLIAGES ET SES PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT

1.1	Ferrosilicium	p.	3
1.1.1	Utilisations actuelles du ferrosilicium		3
1.1.2	Consommation apparente mondiale et communautaire de ferrosilicium		4
1.1.3	La production et la capacité de production mondiale et communautaire de ferrosilicium		5
1.1.4	Import-export mondial et intercommunautaire de ferrosilicium		7
1.1.5	Prévisions de la consommation de ferrosilicium de la Communauté des Six et des Neuf pour 1975-1980-1985		8
1.1.6	Prévisions des consommations communautaires de ferrosilicium (en terme de silicium pur) pour 1975-1980-1985		13
1.1.7	Evolution dans le passé des prix sur le marché du ferrosilicium 75-80%		17
1.1.8	Accessibilité du marché		18
1.1.9	Problèmes techniques de la commercialisation		19
1.2	Ferromanganèse		21
1.2.1	Utilisations actuelles du ferromanganèse		21
1.2.2	Production mondiale de minerai de manganèse		21
1.2.3	La production et l'import-export mondial de ferromanganèse		24
1.2.4	Prévisions pour 1975-1980-1985 de la consommation apparente communautaire de ferromanganèse		28
1.2.5	Evolution des prix du ferromanganèse standard		31
1.2.6	Accessibilité du marché et problèmes de commercialisation		32
1.3	Ferronickel		32
1.3.1	Aspects particuliers du marché du ferronickel		32
1.3.2	Les motifs du choix du ferronickel		34

V.

1.3.3	Production mondiale de minerai de nickel	p.	34
1.3.4	Production et consommation de nickel raffiné de la Communauté		35
1.3.5	Les dimensions du marché pour l'usine de ferronickel dans les EAMA		35
1.3.6	Prix courants du nickel		37
CHAPITRE 2 - POSSIBILITE D'INSTALLATION D'INDUSTRIES DE FERRO-ALLIAGES DANS LES EAMA			
2.1	Procédés et types de ferro-alliages à produire - Facteurs de production		75
2.1.1	Dimension des installations		75
2.1.2	Procédés de fabrication		76
2.1.3	Types de ferro-alliages à fabriquer		77
2.2	Description des ressources existantes et potentielles liées au développement de l'industrie de ferro-alliages		86
2.3	Conclusions		88
CHAPITRE 3 - EMBLEMENS POSSIBLES DES USINES ET SOLUTIONS CONSIDEREES			
3.1	Pays considérés		91
3.1.1	Zaire		91
3.1.2	Gabon		94
3.1.3	République Populaire du Congo		97
3.2	Les solutions considérées		98
CHAPITRE 4 - ETUDE DE PRE-FACTIBILITE			
4.1	Coûts d'investissement		105
4.2	Calcul de rentabilité		106
4.2.1	Frais d'exploitation annuels		106
4.2.2	Recettes d'exploitation		115
4.2.3	Rentabilité privée		115
4.2.4	Commentaire sur le calcul de rentabilité privée		116

VI.

4.3	Effets sur l'économie nationale (intérêt collectif)	119
4.3.1	Investissements publics complémentaires	119
4.3.2	Valeur ajoutée	120
4.3.3	Effets sur l'emploi	120
4.4	Conclusions	121

ANNEXE

1-	Le four pour ferro-alliages	147
2	Structure d'une usine pour ferro-alliages	148

VII.

LISTE DES TABLEAUX

Tab.		p.	
1	- Consommation apparente mondiale de ferrosilicium pour 1967-1971		38
" 2	- Evaluation de la production mondiale de ferrosilicium pour 1967-1971		39
" 3	- Evaluation de la capacité mondiale de production de ferrosilicium en 1971		40
" 4	- Evaluation de la capacité de production des principaux producteurs de la communauté en 1971		41
" 5	- Import-export mondial de ferrosilicium - 1970		42
" 6	- Import-export de ferrosilicium - 1971		43
" 7	- Echange intercommunautaire de ferrosilicium - 1970		44
" 8	- Echange intercommunautaire de ferrosilicium - 1971		44
" 9	- Production communautaire de tôles magnétiques		45
" 10	- Différences de "Trend" dans la production de tôles magnétiques entre l'Italie et le reste de la communauté		46
" 11	- Production communautaire d'acier pour moules bruts		47
" 12	- Communauté des Six - Prévisions des productions sidérurgiques consommatrices de ferrosilicium		48
" 13	- Communauté des Six - Prévisions des consommations de ferrosilicium en termes de silicium à 100%		48
" 14	- Communauté des Neuf - Prévisions des productions sidérurgiques consommatrices de ferrosilicium		49

VIII.

Tab. 15	- Communauté des Neuf - Prévisions des consommations de ferrosilicium en termes de silicium à 100%	p. 49
" 16	- Répartition par type de ferrosilicium de la consommation de ferro-alliage en 1975, 1980, 1985 pour la Communauté des Six et des Neuf	50
" 17	- Capacité de production requise selon les prévisions de consommation de la communauté	51
" 18	Relevé des prix sur le marché britannique de ferrosilicium 75-80% d'origine norvégienne	52
" 19	- Valeurs moyennes des importations (CIF)	53
" 20	- Valeurs moyennes des exportations (FOB)	53
" 21	- Production mondiale du minerai de manganèse, minerai ferrugineux inclus	54
" 22	- Production de minerai de manganèse par tonne d'acier brut, base mondiale	55
" 23	- Importations communautaires du minerai de manganèse - 1969	56
" 24	- Importations communautaires de minerai de manganèse - 1970	56
" 25	- Evaluation de la production mondiale de ferromanganèse pour 1970	57
" 26	- Importation-Exportation mondiale de ferromanganèse, pour les pays les plus importants - 1970	58
" 27	- Production de ferromanganèse (haut-fourneau) communautaire	59
" 28 et suite	- Capacité de production communautaire du ferromanganèse divisée par type	60
" 29	- Consommation de ferromanganèse de chaque type et spiegeleisen dans les aciéries	61

IX.

Tab. 30	- Communauté des Six - Echanges du ferromanganèse carburé intercommunautaires et extracommunautaires des pays membres	p.	62
" 31	- (Importations - Exportations) = Incidences extérieures à la consommation		63
" 32	- Production + (Importations - Exportations) = Consommation apparente		63
" 33	- Volume d'import-export du ferromanganèse des nouveaux partners communautaires		64
" 34	- Echanges intercommunautaires du ferromanganèse - 1970		64
" 35	- Distribution en pourcentage des utilisations du ferromanganèse standard 1969 - 1970 aux USA		65
" 36 et suite	- Ferromanganèse consommé par tonne d'acier produite dans la communauté		66
" 37	- Consommation apparente communautaire après révision des valeurs allemandes et françaises		68
" 38	- Projections des consommations communautaires du ferromanganèse standard		68
" 39	- Evolution du "coefficient d'auto-production" du ferromanganèse pour la Communauté des Six et la Communauté des Neuf		69
" 40 et suite	- Valeurs moyennes des importations (CIF)		69
" 41	- Relevé des prix du ferromanganèse standard 78% sur le marché britannique		70
" 42	- Production mondiale de minerai de nickel en termes de teneur en nickel pur		71
" 43	- Production de nickel raffiné de la Communauté des Six et des Neuf		71
" 44	- Consommation de nickel raffiné de la Communauté des Six et des Neuf		72

X.

	- Tableau synoptique des solutions considérées	100
Tab. 45	- Coûts des facteurs de production	101
" 46	- Comparaison des investissements d'usines de ferro-alliages	125
" 47	- Coûts d'investissement	126
" 48	- Consommations spécifiques	127
" 49	- Production de ferrosilicium au Zaïre - Coûts annuels d'exploitation	128
" 50	- Production de ferrosilicium au Gabon - Coûts annuels d'exploitation	129
" 51	- Production de ferromanganèse au Gabon - Coûts annuels d'exploitation	130
" 52	- Production de ferromanganèse au Gabon - Coûts annuels d'exploitation	131
" 53	- Production de ferromanganèse dans la République Populaire du Congo - Coûts annuels d'exploitation	132
" 54	- Production de ferronickel au Zaïre - Coûts annuels d'exploitation	133
" 55	- Production de ferrosilicium au Zaïre - Calcul de la rentabilité	134
" 56	- Production de ferrosilicium au Gabon - Calcul de la rentabilité	134
" 57	- Production de ferromanganèse au Gabon - Calcul de la rentabilité	135
" 58	- Production de ferromanganèse au Gabon - Calcul de la rentabilité	135
" 59	- Production de ferromanganèse dans la République Populaire du Congo - Calcul de la rentabilité	136
" 60	- Production de ferrosilicium au Zaïre - Calcul de la valeur ajoutée	137
" 61	- Production de ferrosilicium au Gabon - Calcul de la valeur ajoutée	138
" 62	- Production de ferromanganèse au Gabon - Calcul de la valeur ajoutée	139

XI.

Tab. 63	- Production de ferromanganèse au Gabon - Calcul de la valeur ajoutée	140
" 64	- Production de ferromanganèse de la République Populaire du Congo - Calcul de la valeur ajoutée	141
Graph. 1	- Champ de variabilité du coût unitaire du minerai et de la consommation d'énergie électrique, pour des niveaux de rentabilité pré-établis	143
" 2	- Champ de variabilité du coût unitaire du minerai et de la consommation d'énergie électrique, pour des niveaux de rentabilité pré-établis	145

CHAPITRE 1

**Le MARCHÉ des FERRO-ALLIAGES et
ses PERSPECTIVES de DEVELOPPEMENT**

1.1 FERROSILICIUM

1.1.1 Utilisations actuelles du ferrosilicium et leur évolution

Le ferrosilicium est après le ferromanganèse, le produit le plus employé comme additif spécial dans l'industrie sidérurgique.

Ces deux ferro-alliages remplissent en sidérurgie différentes fonctions, précises et distinctes, mais dans les cas où ils peuvent être utilisés indifféremment, le ferrosilicium s'impose précisément par son coût moins élevé.

Un autre élément concurrent potentiel du silicium est l'aluminium, qui, comme additif, présente les mêmes avantages mais à un prix plus élevé.

Les principales utilisations du ferrosilicium dans la sidérurgie sont les suivantes :

- désoxydant et dégazant dans la fabrication de l'acier : le silicium peut être ajouté sous forme de ferrosilicium ou de ferrosilicium-manganèse dans les opérations d'affinage de l'acier;
- élément constituant pour les alliages de fonte et d'aciers spéciaux, soit principalement pour les aciers destinés à la production des tôles magnétiques, des aciers inoxydables et des aciers à haute résistance thermique.

Dans ces différents cas, le ferrosilicium peut être remplacé par le silicium pur, même si du point de vue économique les résultats sont moins bons.

Il convient cependant de noter que la consommation de silicium pur à usage non sidérurgique est en augmentation continue; il est par conséquent possible que les producteurs veuillent en promouvoir l'utilisation dans le secteur sidérurgique afin d'étendre leur marché, sans toutefois abandonner pour cela, du moins pour un certain temps encore, la production de ferro-alliages.

L'utilisation de silicium pur ne représente actuellement aux USA que 5% du total consommé en sidérurgie, et en Europe ce pourcentage est moindre encore.

1.1.2 Consommation apparente mondiale et communautaire de ferrosilicium

La consommation de ferrosilicium est étroitement liée à son utilisation dans l'industrie sidérurgique.

Par conséquent, la consommation mondiale d'alliage suit régulièrement celle de la production d'acier. L'évolution de la consommation apparente* de ferrosilicium dans les divers pays pour la période 1967-1971 est indiquée au Tab. 1.

Suivant la méthode précédemment adoptée pour l'acier dans l'étude sur la sidérurgie, le monde a été divisé en 12 "zones" de manière à éviter un détail excessif compte tenu des nombreux pays petits producteurs.

Le taux moyen d'accroissement annuel du total de la consommation mondiale de ferrosilicium, pour la période considérée est de 3% environ, valeur identique à celle de l'acier.

Les chiffres indiqués dans le tableau se réfèrent au ferrosilicium en général sans tenir compte de la classification qui répartit généralement en grandes classes l'alliage de fer selon sa teneur en silicium (teneur en Si, allant respectivement jusqu'à 50%, 65%, 75-80%, 90%).

La consommation dans la Communauté a subi en 1971 un ralentissement marqué, qui apparaît plus clairement encore dans le cadre de la Communauté des Neuf principalement à cause de l'évolution de la sidérurgie britannique, qui s'est sérieusement ressentie de la récession générale.

Au niveau mondial, la consommation spécifique moyenne de ferrosilicium est de 4 kg environ par tonne d'acier brut pour toutes les années considérées.

* Cette consommation est donnée par la relation : production + importation - exportation = consommation apparente.

Si l'on suppose, en première approximation, une concentration moyenne de 50% en silicium de l'alliage de fer, la consommation annuelle moyenne en termes de silicium pur dans l'industrie sidérurgique mondiale est de 2 kg environ par tonne d'acier.

Les pays en voie de développement consomment, dans leur ensemble, 4% environ du total mondial, alors que, par exemple, la Communauté des Neuf en absorbe plus de 20%.

La consommation moyenne de ferrosilicium par tonne d'acier dans la Communauté des Six est de l'ordre de 4 kg, quantité constatée précédemment à l'échelle mondiale, et qui reste par ailleurs la même au niveau de la Communauté des Neuf.

A l'intérieur de la Communauté, les consommations spécifiques les plus élevées, se constatent en France et en Italie. Les Pays-Bas, la Belgique et le Luxembourg présentent par contre des quantités très peu élevées (moins de 2 kg/t d'acier). La Grande-Bretagne est dans la moyenne des 4 kg/t d'acier.

1.1.3 La production et la capacité de production mondiale et communautaire de ferrosilicium

Contrairement à la situation qui se présente dans le cas de l'acier, où les pays industriels grands consommateurs sont également grands producteurs et souvent exportateurs, dans le cas du ferrosilicium il n'est pas rare de trouver des pays dont la sidérurgie est importante et la production en ferrosilicium nulle (il s'agit de la Belgique, du Luxembourg et de la Grande-Bretagne).

Du reste, la Communauté dans son ensemble produit, comme le Japon, (voir Tab. 2) moins que ce qu'elle ne consomme. Par contre, la Norvège dont la consommation en ferrosilicium est très réduite, est à l'échelle mondiale un grand producteur et exportateur puisqu'elle produit environ 10% de la production mondiale, autrement dit presque autant que la Communauté des Neuf dans son ensemble.

D'autres grands producteurs, et consommateurs, sont l'Union Soviétique et les Etats-Unis d'Amérique qui ensemble produisent 50% du total mondial. Les pays en voie de développement (leur incidence est de 3% sur le total de la production mondiale), réussissent à satisfaire les 3/4 de leur demande d'ailleurs très réduite, avec un résultat du reste excellent si on le compare aux données analogues relatives à l'auto-production dans l'industrie sidérurgique.

Les statistiques sur les capacités mondiales de production de ferrosilicium ne sont disponibles que pour 1971 (voir Tab. 3). Au cours de cette année, en effet, a été réalisée une estimation de la répartition, entre les différents types de ferro-alliages, de la capacité mondiale de production (Metal Bulletin, special issue on ferro-alloys, 1971).

La plus grande capacité de production installée concerne le ferrosilicium 75-80%.

On ne dispose malheureusement pas de statistiques sur l'évolution des capacités installées pendant la période considérée (1967-1971) ce qui aurait permis de tenter une comparaison entre les taux d'utilisation des installations dans les différentes zones mondiales.

En ne considérant que 1971, le taux moyen mondial d'utilisation des installations était de 75%; le taux enregistré dans la Communauté des Six (la Grande-Bretagne, le Danemark et l'Irlande ne sont pas producteurs) était de 85%; les Etats-Unis et le Canada sont les seuls pays qui présentaient des valeurs supérieures (de l'ordre de 90%).

La Communauté produit en majeure partie les types de ferrosilicium à concentration élevée (75-80%), même si dans le cadre de la distribution mondiale la concentration de 65% est également appréciée.

La Communauté compte trois pays producteurs : la France, l'Allemagne et l'Italie. Ces trois pays produisent 60% environ de la demande de la Communauté des Six mais 50% seulement de celle de la Communauté des Neuf.

La Grande-Bretagne dépend, pour la quasi totalité de son approvisionnement, de la Norvège, grande productrice de ferrosilicium, avec une capacité de production installée égale à celle de la Communauté dans son ensemble.

La Norvège, cas assez rare, a une consommation intérieure négligeable alors que son exportation de ferrosilicium est très élevée. Ce développement de l'industrie des ferro-alliages s'explique par le coût peu élevé de l'énergie hydroélectrique dans ce pays. En substance, la Norvège est en mesure d'exporter indirectement 3.000 GWh environ par an, sous forme de ferrosilicium, à condition que les précipitations atmosphériques saisonnières garantissent une quantité d'eau suffisante pour le bon fonctionnement des aménagements hydroélectriques. Ce n'est pas toujours le cas, comme en 1971 par exemple, et les conséquences se traduisent par une pénurie de ferrosilicium à l'échelle mondiale, une montée des prix, et la Grande-Bretagne se ressentit des défauts d'un système d'approvisionnement dépendant d'un partenaire unique.

Les entreprises communautaires productrices de ferrosilicium sont indiquées au Tab. 4 repris également dans le "Metal Bulletin" précédemment cité, avec quelques remises à jour.

Les entreprises les plus importantes sont "l'Usine Kulmann" et la "Péchiney St. Gobain" pour la France, la "Vereingte Aluminium Werke" pour l'Allemagne et la "Falck" pour l'Italie.

1.1.4 Import-export mondial et intercommunautaire de ferrosilicium

La situation de l'import-export mondial est illustrée pour les années 1970 et 1971 dans les Tab. 5 et 7.

Il existe traditionnellement deux aires économiques d'acheteurs de ferrosilicium : la Communauté et les pays socialistes d'Europe appartenant au Comecon. Ces derniers ont un seul "Grand fournisseur", l'Union Soviétique alors que la Communauté, s'approvisionne aux divers fournisseurs mondiaux.

Parmi les grands exportateurs la Norvège, qui fait partie de l'aire dénommée "reste de l'Europe" joue un rôle de premier plan bien supérieur à celui des autres exportateurs de cette aire, à savoir l'Espagne et le Portugal.

Le bilan des pays en voie de développement dans leur ensemble est manifestement déficitaire, comme le laissait supposer le déséquilibre déjà constaté entre la production et la consommation apparente. L'Afrique doit sa bonne position au fait que son bilan est en réalité celui de l'Afrique du Sud, qui ne peut naturellement être englobée dans la catégorie des pays en voie de développement et à laquelle ne se réfèrent jamais dans la présente étude, les considérations relatives à ces pays.

Par ailleurs, il convient de noter que les bilans mondiaux représentés sont inférieurs d'environ 10% aux quantités réelles totales, les statistiques disponibles étant incomplètes.

L'importance des échanges mondiaux (volume total des importations ou des exportations) est de l'ordre de 20% de la production.

A l'échelle communautaire, la protagoniste des échanges est la France qui exporte vers les autres partenaires, l'Allemagne principalement, 20-25% environ de sa production.

Les échanges intercommunautaires totaux (imports ou exports) atteignent 15% environ du solde net (négatif) des échanges de la Communauté avec le reste du monde. Il s'agit par conséquent, d'un mouvement de modeste importance, même au niveau des pays envisagés séparément, qui ne dépendent jamais fortement des autres partenaires (les cas de la Belgique, les Pays-Bas et du Luxembourg sont, en ce sens, particulièrement significatifs, si l'on considère que la demande de ces pays est couverte dans sa totalité par l'importation).

Ce fait, ainsi que le déficit chronique du bilan de la Communauté semble indiquer, que les prix du produit communautaire sont notablement plus élevés que les prix du produit extérieur bien que ce dernier ne circule pas avec la même facilité à l'intérieur de la CEE. Cette indication trouvera d'ailleurs confirmation dans le paragraphe sur les prix.

1.1.5 Prévisions de la consommation de ferrosilicium de la Communauté des Six et des Neuf pour 1975-1980-1985

Ainsi que précédemment mentionné au § 1.1.2 l'industrie du ferrosilicium dépend entièrement de celle de l'acier, puisque cet alliage n'est utilisé qu'en sidérurgie, et pour des opérations bien définies.

Par conséquent, parler de prévisions de la consommation de ferrosilicium est synonyme de parler exclusivement de prévisions de la production d'acier puisque le ferro-alliage en soi n'est jamais considéré comme facteur influençant, même indirectement, la production d'acier.

En d'autres termes, on suppose que la disponibilité de ferrosilicium ne constitue en aucun cas un obstacle ou une aide au développement de la sidérurgie. A titre d'exemple, l'hypothèse d'une guerre qui pourrait interrompre ou limiter l'approvisionnement en ferro-alliage ne conduit qu'à déterminer un "plafond" minimum dont la sidérurgie nationale ne peut se passer. Sur un maximum de disponibilité de ferro-alliage, par contre, aucune hypothèse restrictive n'est faite, du moins dans des plans de développement à long terme.

Dans l'étude sur la production dans les EAMA de produits sidérurgiques semi-finis, a été adoptée la prévision faite par l'IISI (International Iron and Steel Institute) afin de déterminer l'ordre de grandeur de la future demande d'acier de la Communauté. Ces prévisions peuvent être utilisées ici pour déterminer l'ordre de grandeur analogue de la future demande de ferrosilicium, même s'il ne s'agit là que d'une "base" de prévision, certaines consommations de ferrosilicium dépendant en effet des transformations successives de l'acier brut.

Les utilisations sidérurgiques les plus importantes du ferrosilicium ont été indiquées au § 1.1.1. Il s'agit plus particulièrement de :

- la désoxydation et le dégazage de l'acier;
- la production de l'acier "pour tôles magnétiques";
- la production de moulages bruts;
- la production d'alliages d'acier.

Pour faire une prévision sur les consommations de ferrosilicium il est par conséquent nécessaire de prévoir la quantité d'acier requise dans le futur pour les opérations susmentionnées, en d'autres termes, d'évaluer quelle sera la future demande d'acier au carbone comme tel, celle de tôles magnétiques, de moulages bruts et d'alliages d'acier.

Dans une étude de ce genre, il suffit en première approximation d'établir quelques hypothèses simples et raisonnables du "trend" des produits mentionnés.

L'objectif des prévisions est en effet de donner un ordre de grandeur de la demande communautaire (Communauté des Six et des Neuf) dans son ensemble.

C'est la raison pour laquelle l'utilisation d'un modèle de prévision très précis ne se justifie pas et d'ailleurs on n'utilisera pas dans la suite, dans le domaine industriel par exemple, de critères d'évaluation très précis.

Au cours de la présente étude sera analysée l'évolution de la production de chacun des produits mentionnés au niveau communautaire; chaque fois qu'il sera possible, cette évolution sera étudiée également au niveau de chaque pays producteur de façon à déterminer, dans le "trend" général, les différentes composantes ou du moins les composantes les plus importantes.

L'hypothèse fondamentale sur laquelle a été basée la présente étude est qu'il ne se produira jusqu'en 1985 aucun changement technologique dans la sidérurgie, tel qu'il puisse influencer l'actuel système d'utilisation du ferrosilicium.

1.1.5.1 La production de tôles magnétiques

La production communautaire de tôles magnétiques de 1960 à 1971 est indiquée au Tab. 9.

Les producteurs les plus importants sont la France, l'Allemagne et la Grande-Bretagne.

L'Italie est manifestement en plein essor; sa production a triplé de 1961 à 1971 alors que la production de la France, de l'Allemagne et de la Grande-Bretagne est restée pratiquement au niveau des années 1960-1961.

C'est par conséquent l'Italie qui est cause de l'accroissement du total communautaire, alors que les autres pays ont manifestement atteint plus ou moins la demande stationnaire du produit.

Mais la production d'acier ayant, par contre, augmenté dans toute la Communauté, l'incidence sur le total des produits finis sidérurgiques des tôles magnétiques est en nette diminution pour tous les pays excepté l'Italie (voir Tab. 10).

Les valeurs des colonnes (c) et (e) du Tab. 10 donnent à penser que l'Italie a désormais atteint les niveaux de production maximum (pourcentage par rapport au total acier) de tôles magnétiques. La demande des autres partenaires, tend par contre, ainsi que cela s'était produit il y a 10 ans, à rester en moyenne stationnaire.

Pour la Communauté dans son ensemble, l'effet prédominant est celui de la stagnation du niveau de production (voir Tab. 10), et par conséquent, les tôles magnétiques qui représentaient en 1960, 9,46% du total acier n'en représentent plus que 8,20% en 1971. Si l'on fait la moyenne des quotes-parts (en%) sur le total acier pendant la période 1960-1961-1962, en attribuant la valeur obtenue en 1961, et si l'on calcule de même la moyenne pour la période 1969-1970-1971 en attribuant la valeur obtenue en 1970, les résultats, à savoir l'incidence des tôles magnétiques sur le total acier, sont respectivement de 9,26% et 8,13%.

Sur la base d'une simple hypothèse de la diminution de l'incidence sur le total d'acier d'un point pour mille tous les 10 ans, on obtient alors :

Année	1970	1975	1980	1985
- ‰ tôles magnétiques sur total acier	8,130	7,630	7,130	6,630
- production acier Communauté des Neuf (106 t/an)	138,000	165,000	194,000	230,000
- production tôles magnétiques Communauté des Six (106 t/an)	0,873	0,973	1,101	1,235
- production tôles magnétiques Communauté des Neuf (106 t/an)	1,121	1,225	1,383	1,525

* Sur base de 8,13‰ valeur moyenne.

1.1.5.2 La production de moulages bruts

Les moulages bruts représentent une utilisation de ferrosilicium importante vu les quantités annuelles en jeu.

La production communautaire de moulages bruts (Communauté des Six et Neuf) est résumée pour la période 1960-1971 au Tab. 11.

Certaines considérations sur le "trend" sont immédiates : la production absolue de l'Italie, la France et les Pays-Bas est manifestement en hausse alors que celle de la Belgique, du Luxembourg, de l'Allemagne et de la Grande-Bretagne est stationnaire pendant la période considérée. Parmi les pays dont la production est stationnaire, la production moyenne, calculée sur une période de 12 ans est :

- Belgique	(000 t/an)	98,30
- Luxembourg	"	5,33
- Allemagne	"	647,66
- Grande-Bretagne	"	541,25
- Danemark	"	25,25
Total V.M.	"	1.317,82

Pour les pays dont la production est en hausse, la production moyenne pour les périodes 1960-1961-1962 et 1969-1970-1971 est la suivante :

Pays	<u>1960/61/62</u> (a)	<u>1969/70/71</u> (b)	(a)/(b)
Italie	192,30	266,30	1,38
France	344,70	461,00	1,34
Pays-Bas	18,70	26,60	1,42
Total	557,70	753,90	1,36

Le taux annuel d'accroissement de la production pour la décennie 1961-1970, les productions moyennes étant calculées comme extrême de l'intervalle, est 3,5%, taux approximativement identique pour le total et pour chacun des trois pays.

Avançant l'hypothèse que ces trois pays continuent au moins jusqu'en 1985 à augmenter, au taux calculé, leur production de moulages bruts, de façon à égaler la production des autres partenaires (principalement les niveaux de production de l'Allemagne et de la Grande-Bretagne), la production totale pour la communauté serait alors en 1975, 1980, 1985 :

	(000 t)			
Année	1970	1975	1980	1985
Production pays en hausse	754	895	1.063	1.263
" " stationnaires	1.318	1.318	1.318	1.318
Total Communauté des Six	1.506	1.646	1.814	2.014
" " " Neuf	2.072	2.213	2.381	2.581

1.1.5.3 Aciers inoxydables et autres alliages d'acier

Dans une étude de la CEE réalisée en 1971 sur les objectifs de la sidérurgie communautaire pour les années 1971-1980, était émise l'hypothèse, à propos du développement de la production d'aciers spéciaux, d'un taux de développement de la production d'alliages d'acier de 8,5%, en conjoncture moyennement favorable. Un taux de ce genre, pouvant être estimé assez prudent, a été adopté pour la présente étude, tant pour les alliages d'acier en général que pour les aciers inoxydables. La production communautaire prévue pour 1975-1980-1985 est par conséquent :

(000 t)				
Année	1970	1975	1980	1985
Communauté des Six :				
- aciers alliés	6.750	10.150	15.260	22.950
- aciers inox	1.250	1.880	2.830	4.250
Communauté des Neuf :				
- aciers alliés	8.150	12.270	18.400	27.730
- aciers inox	1.550	2.330	3.500	5.270

1.1.6 Prévisions des consommations communautaires de ferrosilicium (en terme de ferrosilicium pur) pour 1975-1980-1985

La demande d'alliage de fer a été estimée en termes de silicium pur puisqu'il est impossible d'établir a priori la répartition des consommations suivant les différents types de ferrosilicium.

Le résumé de la consommation de silicium et des productions sidérurgiques en jeu prévues pour 1975-1980-1985 est indiqué, pour la Communauté des Six et des Neuf, dans les Tab. 12 et 13.

Ces tableaux tiennent compte de la mise à mille sur les produits finis ainsi que des différents coefficients de consommation de silicium de chaque produit.

Le total de silicium pur consommé en 1970, année pour laquelle les données disponibles permettent de vérifier la validité des mises à mille moyennes utilisées est de 298.000 t pour la Communauté des Six.

Le Tab. 1 indique que la consommation de ferrosilicium, toujours pour la Communauté des Six, était de 432.000 t; la proportion moyenne de silicium dans l'alliage peut donc être évaluée à $298.000/432.000 \approx 70\%$.

On ne connaît pas avec suffisamment de précision la répartition suivant la quantité de ferrosilicium consommée par la Communauté, pour vérifier cette proportion moyenne. On dispose cependant de la répartition par qualité de la capacité de production installée dans la Communauté (Tab. 4) et il ne semble pas irréaliste de supposer que le "modèle" de consommation par qualité de la Communauté soit semblable à celui de sa capacité de production.

Le contenu moyen de silicium établi sur la base du Tab. 4 est de 68% environ, valeur assez proche de celle qui a été calculée.

1.1.6.1 Répartition par type d'alliage de fer des prévisions, sur la consommation communautaire

L'hypothèse faite dans le paragraphe précédent sur la similitude existant entre le "modèle" de consommation et celui de la capacité de production peut également être utilisé pour tenter de répartir par type de ferro-alliage les prévisions sur la consommation. Il y a toutefois lieu de rappeler que :

- l'utilisation de ferrosilicium semble porter de préférence sur les types à plus haute concentration. La répartition de la capacité communautaire était en 1971 la suivante :

. type	jusqu'à 50%	65%	75-80%	90%
% sur le total	17	36	42	5

Supposer pour les types 75-80 et 90% une répartition analogue en 1975-1980-1985 est sans aucun doute une hypothèse prudente.

Actuellement, seules l'Allemagne, la France et l'Italie produisent du ferrosilicium, et appliquer leur "modèle" de production à toute la consommation de la Communauté peut sembler excessif. Toutefois des statistiques sommaires sur les qualités importées en Grande-Bretagne indiquent que l'ensemble des types d'une teneur en silicium de plus de 55% représente 80% du total importé et ce chiffre, même s'il n'est que partiel, est proche de la répartition des trois pays producteurs.

La répartition obtenue suivant cette méthode figure au Tab. 14.

1.1.6.2 Capacités à installer pour satisfaire les prévisions sur la consommation

Il a déjà été souligné que la Communauté des Six produit 60% environ de sa demande de ferrosilicium, les 40% restants étant fournis par des usines extérieures. Cette situation peut rester dans le futur pratiquement inchangée. Il n'est en effet, pas raisonnable de prévoir qu'il y ait à l'intérieur de la Communauté une disponibilité d'énergie électrique dont le coût pourrait soutenir la concurrence extérieure, et qui permettrait la production de grandes quantités de ferro-alliages. Le raisonnement reste inchangé si l'on envisage la Communauté des Neuf; la Grande-Bretagne a renoncé depuis longtemps à produire du ferrosilicium et cette décision reste valable actuellement si l'on tient compte du coût de l'énergie dans ce pays. Il semble donc légitime d'avancer l'hypothèse que dans le futur, 60% de la consommation de la Communauté des Six resteront satisfaits par l'auto-production et les 40% restants seront couverts par des fournitures extérieures à la Communauté. Les moyens de production prévus pour 1975-1980-1985 sont indiqués au Tab. 15 et calculés sur la base de l'hypothèse énoncée et d'un taux d'utilisation de ces moyens de 85%, tant pour les moyens intérieurs qu'extérieurs.

Pour 1975, les initiatives qui permettront aux moyens de production intérieurs et extérieurs d'atteindre les niveaux appropriés sont déjà en cours de réalisation.

L'objectif visé par les prévisions de la présente étude est en réalité 1985. Par conséquent entre 1975 et 1985, la Communauté devra installer (ou faire installer) les moyens de production suivants :

	(t/an)			
Type de ferrosilicium	Max 50%	65%	75-80%	90%
Moyens de production à l'intérieur de la Communauté	43.800	92.400	108.600	12.600
Moyens de production à l'extérieur de la Communauté des Six	29.200	61.600	72.400	8.400
Moyens de production à l'extérieur de la Communauté des Neuf	41.400	88.600	102.400	12.400

Les consommations spécifiques d'énergie électrique pour la production des différents types de ferrosilicium sont :

Type de ferrosilicium	kWh/t	kWh/kg de Si
Max 50%	5.000	10
65%	7.000	11
75-80%	9.000	12
90%	12.000	13

La puissance requise et l'énergie à fournir pour la production marginale 1975-1985 sont les suivantes.

Type de ferrosilicium	Max 50%	65%	75-80%	90%
A l'intérieur de la Communauté :				
- puissance requise, MW	27,4	80,9	122,2	18,9
- énergie requise, GWh	18,6	55,0	831,0	129,0
A l'extérieur de la Communauté des Six :				
- puissance requise, MW	18,3	53,9	81,5	12,6
- énergie requise, GWh	124,0	367,0	554,0	86,0

Type de ferrosilicium	Max 50%	65%	75-80%	90%
A l'extérieur de la Communauté des Neuf :				
- puissance requise, MW	25,9	77,5	115,2	18,6
- énergie requise, GWh	176,0	527,0	783,0	126,0

Le type nécessitant la quantité d'énergie la plus élevée est le 75-80%. Dans le domaine industriel, ainsi qu'il sera confirmé au cours de cette étude, le rôle du coût de l'énergie électrique est décisif pour le choix de l'emplacement d'une usine de ferrosilicium. Le cas de la Norvège est à ce propos particulièrement significatif.

En outre, il y a lieu de rappeler (§ 1.1.6.1) que la prévision de la demande de ferrosilicium de 75-80% est probablement sous-estimée. Par conséquent, le problème énergétique qui en découle est peut être plus important que ce que laisseraient supposer les données du tableau précédent.

1.1.6.3 Choix du type de ferrosilicium et du niveau de production de l'usine tribu- taire du marché de la CEE et localisée dans les EAMA

Le type de ferrosilicium à considérer est évidemment le 75-80% et ce pour trois raisons : il s'agit là du produit ayant le plus d'avenir, la production des quantités requises implique la plus grande quantité de l'énergie, et enfin, quantitativement il s'agit du type le plus demandé en termes de silicium pur.

En ce qui concerne le niveau de production, on renvoie à la partie industrielle puisque au niveau préliminaire de l'étude quelques critères d'installation simples peuvent suffire pour fixer la taille optimale de l'usine.

L'important est de considérer comme dimension maximale les limites indiquées dans le premier tableau du paragraphe précédent (à savoir 70.000 t/an environ pour la demande de la Communauté des Six et 100.000 t/an pour celle de la Communauté des Neuf).

1.1.7 Evolution dans le passé des prix sur le marché du ferrosilicium 75-80%

L'évolution des prix "moyens" à l'importation pendant la période 1967-1971, qui figure dans la première partie du Tab. 7 indique une tendance très marquée à l'augmentation. De la série historique présentée au Tab. 16 qui fournit, pour la décennie 1963-1973, les prix sur le marché anglais du ferrosilicium 75-80%, il y a lieu de noter que l'augmentation sensible des prix a commencé à se manifester entre 1968 et 1970.

Il ressort du Tab. 17 que les augmentations enregistrées entre 1967 et 1971 ont été presque partout très élevées. Les données relatives à l'importation, les plus intéressantes, indiquent pendant la période quinquennale considérée des augmentations de 30% à 60% (respectivement en Belgique, au Luxembourg, et en Grande-Bretagne) avec des rythmes d'augmentation annuel compris entre 5% et 8%. Par contre, pendant la période quinquennale précédente, l'augmentation est modeste, de l'ordre de 18%, le taux d'augmentation annuel étant de 3%.

Entre 1971 et 1973 (tableau suivant) l'accroissement a diminué considérablement et il semble que la tendance qui se précise soit celle d'une stabilisation des prix.

Année	(a)*	(b)**	(c)*	(d)**
1972	1.295	850	150-160	91- 95
1973	1.298	700	150-160	102-110

(a) France (F/t)

(b) Allemagne (DM/t)

(c) Italie (Lit/kg)

(d) Grande-Bretagne (£/t)

* Départ usine, hors taxe

** Tonne rendue

Source : Metal Bulletin - Journal du four électrique - Informations directes

1.1.7.1 Structure des prix

Le prix à l'étude est naturellement un prix "européen-communautaire" tel que pourrait être par exemple celui que pratiquerait un producteur italien.

Sur un prix actuel de 260 \$/t, 70% environ représentent le prix de revient départ usine, à son tour subdivisé comme suit :

- 25% : matières premières;
- 50% : énergie;
- 5% : main-d'oeuvre;
- 8% : frais généraux;
- 12% : amortissements et frais financiers.

Le reste du prix, soit 80 \$/t environ, couvre les frais de commercialisation et de vente, le transport, les taxes, la rémunération du producteur, etc...

1.1.8 Accessibilité du marché

Le commerce international de ferrosilicium n'intéresse que 20 à 25% de la production totale mondiale, pays de l'Est inclus. Les échanges ne sont donc pas très importants mais ils suffisent pour établir la configuration d'un marché avec ses règles et ses habitudes. Les droits de douane varient suivant les grandes aires d'échange. Ils sont nuls à l'intérieur de la Communauté et la France, seule grande exportatrice de la Communauté, en est la principale bénéficiaire. La taxe sur le produit importé dans la Communauté est de 10% (CIF) sur toutes les qualités de ferrosilicium. Cette mesure vaut également pour les fournitures norvégiennes qui, d'ailleurs devraient être exemptées du droit de douane à partir de 1980.

Au moment de la transaction est naturellement appliquée la taxe sur la valeur ajoutée, récemment instaurée aussi en Italie, qui varie selon les pays (France 23%, Allemagne 11% par exemple). Normalement pour la vente les sociétés productrices constituent des consortiums : les norvégiens, à quelques exceptions près, sont réunis en un seul consortium (Norwegian Ferro-Silicon producers Association) et il en est de même pour les Français, Allemands, et Italiens.

Il existe aussi, et le cas n'est pas rare, des associations entre producteurs et fournisseurs. D'ailleurs, les grandes entreprises sidérurgiques sont souvent également auto-producteurs, du moins, en général, pour une petite partie de leur demande propre. Le reste de l'approvisionnement est assuré soit par des fournisseurs liés par des contrats de transformation à long terme soit en ayant recours au marché libre.

Dans le premier cas, l'usine sidérurgique fournit au producteur les matières premières qu'elle peut acquérir à meilleur compte que la petite usine productrice de ferro-alliages et achète une grande partie de la production sur la base du coût de transformation, rectifié le cas échéant, et augmenté de la marge revenant au producteur.

Le reste de la production est vendue librement par le fabricant sur le marché courant.

Les raisons d'une politique de ce genre s'expliquent facilement: pour l'usine sidérurgique, produire des ferro-alliages conduit à introduire des problèmes de gestion puisque ces deux activités, l'activité sidérurgique proprement dite et la production d'alliages, présentent des caractéristiques différentes à la fois au niveau des dimensions des installations et autres que celle de la spécialisation du personnel. Un minimum d'auto-production est cependant souvent considéré stratégiquement essentiel dans la mesure où l'on désire qu'une certaine quote-part de la production ne soit pas conditionnée par des fournitures extérieures. Le reste de la production est assuré soit par un producteur lié par contrat de transformation soit par le marché libre afin d'assurer la plus grande diversification possible des sources d'approvisionnement.

1.1.9 Problèmes techniques de la commercialisation

Le ferrosilicium n'est pas un alliage de grande valeur, il s'agit plutôt d'un produit couramment et largement utilisé dans l'industrie sidérurgique.

Malgré cela il subit lui aussi les conséquences des modifications technologiques apportées dans le secteur. C'est la raison pour laquelle des problèmes techniques de commercialisation se créent inévitablement au cours des années.

Il y a une dizaine d'années, par exemple, les matériaux servant à la fabrication du ferrosilicium étaient encore chargés manuellement dans le four alors qu'à l'heure actuelle on préfère les systèmes automatiques de prélèvement sur le stockage, de pesage et de chargement réglable sur le cycle de production désiré. L'opérateur ne peut plus par conséquent, effectuer un dernier contrôle visuel sur la charge, mais doit s'assurer que celle-ci correspond bien aux spécifications. Le contrôle des matériaux doit donc être effectué avant stockage.

Les modalités de transport également se modifient continuellement dans le sens du transport en "vrac" alors qu'il n'y a pas longtemps on procédait encore à un emballage par petites quantités. Les systèmes de stockage se sont en effet simplifiés et le consommateur entend ainsi réaliser une économie de main-d'oeuvre sur les opérations qui en découlent.

Il a été calculé qu'en Europe, les livraisons de matériel en vrac représentent 70% du total. Excepté pour quelques alliages spéciaux, qui continueront à être expédiés emballés, le transport en vrac sera sans aucun doute toujours plus demandé car les nouvelles usines sidérurgiques s'équipent toutes en fonction de cette nouvelle forme de stockage.

Un autre facteur important est la gamme toujours plus vaste de combinaisons d'analyse et de poids requise au producteur par les clients.

Désormais, une nouvelle usine de ferrosilicium doit être équipée de façon adéquate pour la réduction et le calibrage, la technique de pesage "indifférent" n'étant pratiquement plus utilisée. Le ferrosilicium n'est pas un produit qui nécessite une importante assistance technique au client. Et pourtant, la collaboration entre producteurs de ferrosilicium et d'acier est généralement assez étroite en vue d'arriver à un bon contrôle de la qualité du produit.

Enfin un aspect technique déterminant découle directement des caractéristiques chimiques et physiques du ferrosilicium. Il s'agit en effet d'un produit qui se dégrade lors d'une exposition prolongée à l'air libre (surtout le type à 45% en silicium).

Cette dégradation est accompagnée d'une production de gaz nocif : le phosphine (PH₃). Le ferrosilicium ne peut donc être stocké que pendant des laps de temps limités et certaines mesures sont prises pour le stockage et pour le transport, qui sont effectués sous ventilation forcée et dans des locaux séparés afin d'éviter tout danger pour l'équipage du bateau transporteur ou pour les opérateurs des usines utilisatrices.

Les lots sont également limités.

Les Norvégiens disposent d'une flotte de bateaux spéciaux de très petite capacité, 800/1.000 t pour le transport de cet alliage, précisément parce que le transport d'importantes quantités impliquerait nombre de problèmes au niveau de la constitution du lot, de l'usine consommatrice et du stockage prolongé.

1.2 FERROMANGANESE

1.2.1 Utilisations actuelles du ferromanganèse

Suivant la technologie actuelle, le manganèse joue un rôle essentiel dans la production de l'acier à un coût raisonnable.

La plus importante demande de manganèse est de loin celle de la sidérurgie.

La recherche dans ce secteur vise depuis toujours à réduire cette demande par l'adoption de nouvelles techniques, telles que le "Basic oxygen process" qui permet de diminuer la consommation spécifique.

Malgré cela, rien ne laisse prévoir que l'utilisation du manganèse puisse être abandonnée en sidérurgie ou même que la quantité utilisée puisse être notablement réduite.

Le manganèse est principalement employé pour obvier aux effets nuisibles causés par la présence de soufre dans les aciers; il peut également remplir la fonction de désoxydant mais n'est jamais utilisé à cet effet. L'adjonction de manganèse, qui intervient dans les aciéries modernes vers la fin du processus de production de l'acier, en améliore les caractéristiques pour le laminage et d'une façon générale améliore les caractéristiques mécaniques du produit fini.

Parmi les différentes formes sous lesquelles le manganèse est utilisé en sidérurgie, la plus courante est le ferromanganèse; il a été estimé que 90% environ du minerai de manganèse consommé dans le monde est utilisé sous forme de ferro-alliage .

Le ferro-alliage considéré dans la présente étude est le ferromanganèse "standard", c'est-à-dire à forte teneur en carbone (pour plus de détails, voir partie industrielle), qui peut être produit en haut-fourneau (technique actuellement la plus répandue) ou en four électrique.

1.2.2 Production mondiale de minerai de manganèse

Le manganèse, sous n'importe quelle forme est utilisé partout où est produit l'acier, mais les pays producteurs de minerai de manganèse sont peu nombreux. Par conséquent, le commerce international de minerai et de ferromanganèse est très intense. L'ensemble des pays producteurs-exportateurs de minerais de manganèse se compose principalement de :

- l'Union Soviétique, qui est à la fois le plus grand producteur et le plus grand consommateur avec un excédent annuel supérieur au million de tonnes, exporté principalement vers les pays du Comecon;
- les pays où il n'existe pas d'industrie intégrale de l'acier, tels le Gabon, le Ghana, le Zaïre, qui exportent toute leur production vers les pays producteurs d'acier;
- quatre pays dont l'industrie sidérurgique est importante : le Brésil, l'Afrique du Sud, l'Australie et l'Inde (où la demande intérieure en forte augmentation tend à réduire sensiblement les exportations).

Les huit pays cités exportent plus de la moitié de leur production, l'équivalent de 17 millions de tonnes environ en 1970.

Les productions mondiales de minerai de manganèse sont représentées pour la période quinquennale 1966-1970 au Tab. 21. Un seul membre de la Communauté, l'Italie, produit quelques dizaines de milliers de tonnes, alors que les EAMA sont bien représentés avec le Gabon, la Côte d'Ivoire et le Zaïre, qui produisent dans l'ensemble un peu moins de 10% du total mondial.

Les gros producteurs sont l'URSS déjà mentionnée ainsi que l'Asie, avec la République Populaire de Chine dont la production s'élève, suivant des estimations courantes, à un million de tonnes environ.

1.2.2.1 Evolution de la consommation de manganèse comme minerai dans l'industrie sidérurgique

Au niveau mondial, la consommation de manganèse (minerai) par tonne d'acier produit est lentement mais manifestement en déclin. Certaines innovations dans la technologie de l'acier, auxquelles il a déjà été fait allusion dans cette étude, ont eu pour conséquence une diminution de la demande de manganèse. Cette tendance à une diminution de la consommation spécifique apparaît clairement dans le Tab. 22.

La consommation spécifique de manganèse varie non seulement en fonction du temps mais également en fonction du pays producteur d'acier. En 1970, la consommation était la suivante :

Pays	Min. de manganèse consommé en % de l'acier produit
Allemagne	1,9
Pays-Bas	2,1
UEBL	2,3
France	2,5
Italie	2,7
Grande-Bretagne	2,5
USA	1,8
URSS	5,1
Japon	2,3

La consommation élevée de l'Union Soviétique est une des caractéristiques les plus frappantes du "modèle" de consommation mondiale.

La consommation spécifique de ces pays a toutefois également diminué et même plus rapidement que celle des autres pays industriels (cependant en 1955, la consommation représentait 8,5% de l'acier total produit). La production mondiale d'acier a augmenté dans une mesure supérieure à la diminution de la consommation spécifique de manganèse et par conséquent, la consommation mondiale de minerai a pratiquement doublé entre 1955 et 1970.

1.2.2.2 Les importations communautaires de minerai de manganèse

La Communauté des Six et des Neuf est un des grands acquéreurs mondiaux de minerai de manganèse. Les importations communautaires sont détaillées par pays importateurs et exportateurs dans les Tab. 23 et 24.

L'Afrique du Sud et le Gabon approvisionnent la Communauté pour plus de la moitié du total de minerai importé; le plus petit fournisseur est le Ghana. Ainsi qu'on peut donc le constater, le continent africain est particulièrement bien représenté. Les EAMA fournisseurs de la Communauté sont le Gabon et le Zaïre. Le premier exporte principalement vers la France; le second vers la Belgique.

Il existe par conséquent au moins un atout dans la production de ferromanganèse au Gabon et au Zaïre : la disponibilité de minerai, déjà bien accueilli dans la Communauté.

En outre, l'ensemble des sources d'importation resterait pratiquement inchangé, ce dont bénéficierait la continuité des approvisionnements de la sidérurgie européenne. En effet seule la forme des exportations actuelles de quelques pays fournisseurs se trouverait modifiée, la quote-part du marché des autres restant inchangée.

1.2.3 La production et l'import-export mondial de ferromanganèse

La production mondiale de ferromanganèse est approximativement deux fois supérieure à celle du ferrosilicium, soit plus de 4 millions de tonnes par an.

Mais dans le cas du ferromanganèse, la Communauté dans son ensemble est un important producteur : plus d'un million de tonnes par an.

Les données de production des différentes zones mondiales en 1970 figurent au Tab. 25. Une grande partie du ferromanganèse produit dans le monde est du type "standard" obtenu en haut-fourneau, sans que de grandes quantités d'énergie électrique soient nécessaires, comme au contraire c'est le cas pour le ferrosilicium.

Ceci et le fait que même le ferromanganèse produit en four électrique ne consomme pas beaucoup d'électricité, explique la différence de répartition de la production par rapport au ferrosilicium (le cas de la Norvège est en ce sens significatif puisque ce pays produit 10% environ du total mondial de ferrosilicium, alors qu'il n'atteint même pas 4% du total de ferromanganèse).

Le volume de l'import-export mondial de ferromanganèse équivaut à un tiers de la production totale (Tab. 26).

Même dans les échanges, la situation du ferromanganèse est différente de celle du ferrosilicium : la Communauté est pratiquement en équilibre dans le solde import-export au niveau de la Communauté des Six alors qu'elle est déficitaire au niveau des Neuf.

En ce qui concerne le ferrosilicium, par contre, ainsi qu'exposé précédemment la Communauté des Six ou des Neuf importe près de la moitié de sa demande.

La caractéristique fondamentale du ferromanganèse apparaît donc clairement, à savoir qu'il est produit et consommé là où est produit l'acier même dans les cas où toutes les matières premières doivent être importées.

Il s'agit donc de la situation inverse de celle du ferrosilicium et elle ne s'explique pas seulement par la disponibilité ou non d'énergie électrique mais plutôt par la disponibilité très différente des deux minerais, le quartzite (présent partout dans le monde) et le minerai de manganèse (rarement disponible dans les pays industrialisés, sauf en Russie).

En effet, une limitation à long terme de l'approvisionnement de ferrosilicium fourni par l'extérieur obligerait simplement, par exemple, la Grande-Bretagne à le produire elle-même à un coût plus élevé, alors qu'une réduction des approvisionnements de ferromanganèse la contraindrait à diminuer sa production d'acier. Par conséquent, les pays dont la sidérurgie est importante et qui sont dépourvus de minerai cherchent à limiter par l'auto-production, le degré de dépendance des sources extérieures, laissant uniquement à ces dernières la gestion des mines et se réservant la programmation et la gestion plus proprement industrielle.

1.2.3.1 La production et la capacité de production communautaire de ferromanganèse

Les données sur la production communautaire de ferromanganèse en haut-fourneau, seules statistiques précises dont on dispose, sont indiquées au Tab. 27 pour la période 1960-1971.

Les pays non producteurs sont le Luxembourg, les Pays-Bas et le Danemark alors que les plus gros producteurs sont la France et l'Allemagne. Les capacités de production installées dans la Communauté ne sont malheureusement pas connues avec suffisamment de précision, comme pour le ferrosilicium.

Le Tab. 28, repris de la publication spéciale du "Metal Bulletin" 1971 sur les ferro-alliages est le seul tableau récapitulatif disponible se référant à des périodes relativement récentes (1970).

Parmi les trois types de ferromanganèse considérés, le type standard est assez bien connu; les seules incertitudes concernent l'Italie dont on connaît cependant la capacité totale (il s'agit presque exclusivement d'une production en four électrique).

Disposant des données de production et des capacités de production en 1970, il est possible de calculer pour cette année les coefficients d'utilisation des installations.

Pour la Communauté des Six et pour celle des Neuf, ce coefficient est de 75% environ (en ne tenant pas compte de l'Italie dont la production est effectuée en four électrique).

1.2.3.2 La consommation communautaire de ferromanganèse

Aucune statistique sur la consommation de ferromanganèse standard dans les aciéries des pays de la Communauté des Neuf n'est disponible. La seule source détaillée pour chaque pays est la publication "Steel statistics" de l'ONU qui fournit les données générales sur la consommation de ferromanganèse en aciérie, sans faire de différence entre ferromanganèse standard ou affiné, mais au contraire en ajoutant aussi au total la consommation de "spiegeleisen". Dans ce siège, seul le ferromanganèse standard est intéressant, et donc les données ONU sont épurées des consommations de ferromanganèse affiné et spiegeleisen (20% du total environ).

La consommation peut toutefois être également calculée comme consommation apparente** pour chaque pays communautaire puisque les statistiques relatives à la production de ferromanganèse standard (ONU, op. cit.) et celles d'import-export (CEE - ONU) sont disponibles.

La consommation apparente approche la consommation réelle sans tenir compte des variations des stocks, et par conséquent ne constitue pas encore une base de calcul idéale pour les projections de la consommation unitaire. À défaut de données précises sur la consommation, elle peut cependant être utilisée pour une estimation approximative.

En effet, les variations de l'évolution des stocks auront tendance à se compenser sur une période suffisamment longue et par conséquent, le degré d'approximation final sera sans aucun doute acceptable.

La consommation de chaque type de ferromanganèse et de spiegeleisen indiquée dans la publication "Steel Statistics" de l'ONU est reprise au Tab. 29 pour la période 1960-1971. Ces données, qui doivent de toute façon être très proches de la consommation réelle, permettent d'établir une comparaison avec

* Le spiegeleisen est un alliage ferrosilicium (20%) - manganèse (10,25%) utilisée en aciérie pour affiner des aciers de qualité courante.

** Rappel : consommation apparente = production + importation-exportation.

les données analogues de la consommation apparente calculée. Cette comparaison permet de s'assurer que les variations des stocks n'entraînent pas une surévaluation de la consommation, au moins dans une mesure supérieure aux consommations de ferromanganèse général et de spiegeleisen.

1.2.3.3 Calcul de la consommation apparente communautaire de ferromanganèse standard pour la période 1960-1971

Les données de base sont :

- production de ferromanganèse en haut-fourneau de 1960 à 1971, Tab. 27, pour la Communauté des Six et des Neuf. Certaines données incluent le spiegeleisen (les trois dernières années pour la France, toute la série pour l'Allemagne);
- import-export des pays de la Communauté des Six, de ferromanganèse carburé, de 1960 à 1971, Tab. 30.

L'import-export est détaillé par pays tant pour les échanges avec les pays tiers que pour les échanges inter-communautaires de façon à obtenir le solde de l'échange de chacun des partenaires et de la communauté dans son ensemble avec les pays tiers. A cet effet on a utilisé les statistiques de la publication "Sidérurgie" de la CEE ,pour ce qui concerne la Communauté des Six.

Pour les trois nouveaux pays membres (Grande-Bretagne, Danemark et Irlande), on ne dispose pas du montant des échanges intercommunautaires et extra-communautaires, mais il semble légitime de considérer que ces échanges s'opèrent entièrement avec les pays tiers. De plus, les chiffres relatifs à l'Irlande et au Danemark ne sont pas significatifs dans le bilan qui englobe la communauté.

La Grande-Bretagne dont l'importation de ferromanganèse est importante avait recours, pour une partie négligeable du total, à l'importation des Six (situation qui pourra naturellement se modifier à l'avenir). Ce fait apparaît clairement (voir Tab. 34) du cadre des échanges inter-communautaires en 1970 (7.300 t importées de la CEE, 7.600 t importées des pays tiers).

Le solde de l'import-export communautaire figure au Tab. 31. Il indique que la Communauté est pratiquement en équilibre (une tendance à l'importation nette n'apparaît qu'au cours des dernières années) alors que les nouveaux partenaires sont manifestement importateurs.

Le solde net total montre une tendance à approvisionner de l'extérieur 10 à 15% de la consommation.

Enfin, la consommation apparente calculée figure au Tab. 32. Les données relatives à l'Allemagne et à la France (trois dernières années) sont excédentaires, puisque, comme vu précédemment, basées sur les statistiques de production. S'il n'est pas tenu compte de l'effet des données françaises, la consommation apparente est, dans l'ensemble de la Communauté, en croissance lente.

Une comparaison avec le Tab. 29 relatif aux consommations de ferromanganèse et de spiegeleisen, fait apparaître que la consommation apparente calculée, au niveau communautaire est ainsi qu'on pouvait s'y attendre, inférieure de 20% environ pour toutes les années considérées. Les seules années qui font exception sont 1969-1970-1971, conséquence, ainsi qu'il est dit au-dessus, de l'incidence des données relatives à la France.

1.2.4 Prévisions pour 1975-1980-1985 de la consommation apparente communautaire de ferromanganèse

Comme pour le ferrosilicium, la consommation de ferromanganèse dépend étroitement de la production d'acier. Par comparaison, le modèle de consommation du ferromanganèse en sidérurgie tend cependant davantage à une utilisation dans la production des aciers bruts. La répartition aux Etats-Unis, pour les différentes utilisations figure au Tab. 35.

Pour 1969-1970, la production de l'acier au carbone absorbe 80% au moins du total de ferromanganèse carburé, tandis que les autres consommateurs importants sont les aciers spéciaux. Dans la Communauté, le modèle de consommation est centré de la même manière sur l'acier brut. En première approximation, on peut par conséquent utiliser dans les prévisions de la consommation, une corrélation entre la consommation totale de ferromanganèse et la production d'acier brut totale.

La prévision de la production d'acier est, une fois encore, celle de l'IISI qui fut déjà présentée dans la partie de cette étude relative à la sidérurgie d'exportation implantée dans les EAMA.

Pour la prévision de la consommation de ferromanganèse, il a été pris en considération la consommation spécifique par tonnes d'acier brut, calculée pour la période 1960 à 1971. Ces consommations spécifiques sont indiquées au Tab.

36. Elles ont été calculées à la fois à partir de la consommation apparente (voir paragraphe précédent) et de la consommation générale de ferromanganèse et de spiegeleisen, afin de vérifier, une fois encore si les données de la consommation apparente sont bien dignes de foi.

Au niveau des pays considérés séparément, on note quelques incohérences déjà expliquées, en ce qui concerne l'Allemagne, et la France par exemple. Par ailleurs, la consommation élevée du Danemark, même si elle n'apporte qu'une contribution modeste aux données totales, souligne l'importance des aciers liés dans cette sidérurgie*.

En épurant ces statistiques, en soustrayant 20% environ aux données de consommation apparente de l'Allemagne et de la France pour les trois dernières années, on obtient pour les chiffres indiqués au Tab. 37, dans lequel les incohérences du Tab. 36 ont disparu, du moins au niveau communautaire. On notera cependant qu'en réalité ces 20% ne sont véritablement appropriés qu'à un seul des composants de la consommation apparente, même s'il s'agit du plus important: la production. Comme pour le ferrosilicium, on utilise pour le ferromanganèse une relation fonctionnelle de première approximation entre la consommation apparente spécifique et la production d'acier.

Les moyennes de consommation apparente spécifique des années 1960-1970 et 1971 sont pour la Communauté des Six et des Neuf les suivantes :

(en kg/t)

	1960-1962	1969-1971	Différence
Communauté des Six	6,94	6,19	0,80
" " Neuf	7,33	6,66	0,70

* Des incohérences ont également été notées dans la série relative à la Grande-Bretagne ainsi que dans celle des Pays-Bas pour laquelle la colonne des consommations apparentes spécifiques présente des chiffres supérieurs à ceux de la colonne des consommations de ferro-alliages en général.

Attribuant ces données à 1961 et 1970, il peut être émis l'hypothèse d'une perte de la consommation spécifique apparente, répartie linéairement sur une décennie, de 0,80 et de 0,70 kg/t d'acier, respectivement pour la Communauté des Six et des Neuf.

Cette règle très simple permet d'établir les prévisions de la consommation apparente totale communautaire qui figurent au Tab. 38.

1.2.4.1

Quote-part du futur marché communautaire disponible pour l'usine localisée dans les EAMA

Considérant comme pratiquement installés les moyens de production nécessaires à la demande communautaire en 1975, on obtient, sur la base d'un coefficient moyen d'utilisation des installations de 75% (§ 1.2.3.1), les valeurs suivantes :

	(000 t)		
	1975	1980	1985
Moyens de production installés pour			
- Communauté des Six	1.120	1.280	1.450
- Communauté des Neuf	1.500	1.700	1.900

Par conséquent, le total des nouveaux moyens de production à installer de 1975 à 1985 est de $1.450 - 1.120 = 330 \times 10^3$ t/an et $1.900 - 1.500 = 400 \times 10^3$ t/an respectivement pour la Communauté des Six et des Neuf. Afin d'établir une hypothèse sur la répartition de ces moyens en usines intérieures et extérieures à la Communauté, on dispose de la série historique figurant au Tab. 29, sur la base de laquelle la communauté elle-même, ainsi que le permettrait de prévoir le solde de l'import-export, semble orientée vers l'autoproduction.

Par conséquent, à la différence du ferrosilicium pour lequel, à la limite, la Communauté devra peut-être stimuler la réalisation de nouvelles installations à l'extérieur, pour le ferromanganèse, le recours à d'importantes quantités de ferro-alliages produites à l'extérieur, constituerait une innovation pour la sidérurgie communautaire.

Ce n'est naturellement pas le cas d'établir ici le pour et le contre d'une telle innovation qui posera des problèmes nombreux et très complexes. Parmi ces derniers il suffit d'analyser l'aspect économique, indubitablement essentiel pour une initiative industrielle telle que celle à l'étude, tant du point de vue de l'industrie communautaire des ferro-allia-

ges que de celui des EAMA participant à l'entreprise.

La dimension de l'usine localisée dans les EAMA est basée comme pour le ferrosilicium, sur de simples critères techniques, parfaitement appropriés au niveau de la présente étude.

1.2.5 Evolution des prix du ferromanganèse standard

Les prix du ferromanganèse standard ont subi des augmentations pratiquement insignifiantes jusqu'en 1970. Au cours des trois dernières années, les prix ont augmenté de plus de 20%, principalement entre 1970 et 1971. De nombreux facteurs ont contribué à cette augmentation dont, par exemple, les matières premières et la main-d'oeuvre. Dans un passé plus récent (1972-1973), on peut observer une certaine stabilisation des prix au niveau 1971, ainsi que c'était le cas pour le ferrosilicium.

Les valeurs moyennes des importations et exportations pour les pays communautaires figurent pour la période 1966-1971 au Tab. 40. Il y a lieu de noter que les valeurs d'import-export ne présentent pas les différences sensibles observées pour le ferrosilicium.

Au contraire, les valeurs d'export semblent bien alignées sur celles d'import, signe évident que le produit communautaire est particulièrement concurrentiel.

Pour la Grande-Bretagne, l'évolution des prix qui respecte les tendances observées pour les autres pays, est indiquée au Tab. 41.

Plus récemment, c'est-à-dire en 1972 et pendant la première moitié de 1973, les prix semblent stabilisés aux niveaux atteints précédemment.

<u>Année</u>	<u>France</u> F/t	<u>Allemagne</u> DM/t	<u>Italie</u> Lit/kg	<u>Grande-Bretagne</u> £/t
1972	960	590	125	67,5
1973	965	595	127	67,5

1.2.6 Accessibilité du marché et problèmes de commercialisation

Les considérations émises à ce propos pour le ferrosilicium restent valables pour le ferromanganèse.

Du point de vue de la commercialisation, un aspect technique important qui pourrait faciliter l'introduction sur le marché du ferromanganèse produit dans les EAMA, est la qualité du produit. Alors que le ferromanganèse standard est habituellement obtenu en haut-fourneau, l'usine africaine le produirait en four électrique, fabrication qui présente de grands avantages de qualité du produit puisque la teneur en carbone normalement de 8% peut être abaissée à 4-5% sans trop de difficultés.

Par conséquent, dans un certain sens, le type de procédé utilisé dans la production du ferro-alliage peut déjà constituer une certaine garantie de qualité. Comme pour le ferrosilicium, le problème de la commercialisation du ferromanganèse n'est pas très délicat. Ce produit est d'ailleurs largement utilisé et consommé.

La qualité, toutefois, reste un des points essentiels, spécialement pour une industrie dans les EAMA et par conséquent, la solution du four électrique apporte indubitablement une aide psychologique précieuse vis-à-vis d'un acquéreur potentiel.

1.3 FERRONICKEL

1.3.1 Aspects particuliers du marché du ferronickel

Le ferronickel se différencie totalement et à tous les points de vue des deux ferro-alliages étudiés précédemment, le ferrosilicium et le ferromanganèse.

Tout d'abord, la valeur de marché du ferronickel est de loin plus élevée que celle des deux autres ferro-alliages ce qui explique déjà plusieurs différences.

En outre, le marché du ferronickel est contrôlé par un nombre limité de compagnies.

Les plus importantes sont intégrées verticalement en ce sens qu'elles opèrent l'extraction et le traitement complet de minerai jusqu'au produit fini.

Ces compagnies satisfont la presque totalité du marché mondial, non seulement de ferronickel mais de tous les autres produits de la métallurgie de base du nickel.

Une autre caractéristique fondamentale du nickel est de ne pas être comme le ferrosilicium et le ferromanganèse, utilisé en grande quantité dans l'industrie sidérurgique.

Le ferronickel est employé pour la production d'aciers spéciaux, généralement alliés avec d'autres éléments.

Son utilisation très variée du point de vue technique puisqu'il existe une gamme importante de type d'alliages, est cependant assez limitée.

En outre, tandis que les alliages ferrosilicium et ferromanganèse sont partout considérés comme éléments idéaux pour fournir silicium ou manganèse dans la production d'acier, le ferronickel lui n'est pas le seul additif qui puisse fournir le nickel puisque le nickel pur est également très utilisé sous formes et calibres divers.

Le nickel pur à son tour trouve de nombreuses utilisations, comme dans les alliages spéciaux avec des éléments autres que le fer. Par conséquent, la demande de ferronickel n'est pas conditionnée uniquement par l'acier, comme c'était le cas pour les deux autres ferro-alliages; elle dépend en fait aussi, bien qu'indirectement, de la disponibilité de nickel pur à savoir de la demande d'autres alliages ou d'autres utilisations de cet élément.

L'utilisation la plus importante reste cependant toujours celle de la production des aciers spéciaux et par conséquent, il faut, en vue d'établir des prévisions, que la consommation de ferronickel se réfère à la production d'aciers spéciaux.

Une autre caractéristique du marché du nickel est la spéculation qui se manifeste fréquemment, pendant les périodes d'inflations par exemple, à cause de la valeur unitaire élevée de cet élément et de la facilité de stockage. Nombreux sont donc les motifs qui permettent de considérer le ferronickel comme un cas spécial parmi les ferro-alliages, du point de vue du marché.

Les statistiques sur la production et le commerce mondial sont très incomplètes, du moins par rapport à celles qui étaient disponibles pour les deux autres ferro-alliages.

En substance, le ferronickel ne peut être étudié sur la base du critère précédemment utilisé puisqu'il dépend non seulement de la production d'acier mais qu'il est aussi conditionné par beaucoup d'autres facteurs tous extrêmement aléatoires et difficiles à évaluer quantitativement, tels par exemple :

- la situation des affaires dans de nombreux secteurs industriels, grands consommateurs d'aciers spéciaux (industrie chimique par exemple) sujets à conjonctures même en contradiction avec celle de la sidérurgie classique;
- la conjoncture économique en général (pour les consommations domestiques toujours plus importantes);
- les résultats de la recherche scientifique visant tantôt à limiter, à cause de son coût élevé, l'utilisation du nickel ou à en trouver des succédanés, tantôt à découvrir de nouvelles possibilités d'utilisation;
- les quantités de produit de récupération, négligeables pour le ferrosilicium et le ferromanganèse, mais assez importantes dans le cas du ferronickel.

1.3.2 Les motifs du choix du ferronickel

Le ferronickel a été pris en considération car il représente, dans un certain sens, un cas limite comme demande d'énergie électrique qui peut atteindre plus de 20.000 kWh/t pour le type à 25% en nickel pour sa fabrication.

A ce point de vue, il constitue un "échantillon" parfait pour les études sur l'utilisation de quantités importantes et en même temps "concentrées", d'énergie électrique.

A cet effet, il n'est pas nécessaire de faire une étude de la demande au niveau des deux autres ferro-alliages. Il suffit dans le cas présent d'estimer l'ordre de grandeur de la future demande de nickel comme élément pur, puisque peu importe si c'est l'alliage ou le nickel qui est en fait utilisé.

1.3.3 Production mondiale de minerai de nickel

La production de minerai de nickel a augmenté rapidement pendant les années '60 (voir Tab. 42). Cette augmentation a amené de gros investissements dans le secteur minier, en vue de satisfaire les demandes de nickel qui par la suite, en 1970/71, ont été fortement redimensionnées.

La capacité mondiale d'extraction est actuellement excédentaire.

Les producteurs de minerai traditionnel sont le Canada, la Nouvelle Calédonie, l'URSS et récemment l'Australie.

Le taux d'accroissement de la production fut, pendant la période 1961/69, de 4% par an.

1.3.4 Production et consommation de nickel raffiné de la communauté

La production communautaire est localisée en France et en Allemagne pour la Communauté des Six et en Grande-Bretagne pour les nouveaux partenaires (voir Tab. 43).

La France produit la presque totalité du nickel de la Communauté des Six; la Grande-Bretagne à elle-seule produit approximativement le triple du total de la Communauté des Six.

Au contraire, en termes de consommation, la Communauté des Six et plus principalement la France et l'Allemagne, est plus importante que la Grande-Bretagne, dont la consommation représentait pendant la période 1969/70/71, la moitié du total de la Communauté des Six (voir Tab. 44).

Le rapport consommation/production, pour les années 1969/70/71 est le suivant :

Année	1969	1970	1971
Communauté des Six	8,14	7,98	7,95
Communauté des Neuf	2,65	2,70	2,24

La Communauté est donc un important acheteur de nickel raffiné à l'étranger.

1.3.5 Les dimensions du marché pour l'usine de ferronickel dans les EAMA

Quelques estimations sur l'évolution de la demande mondiale de ferronickel sont disponibles, l'année de référence restant naturellement 1985.

Le Journal of Metals, dans un article publié en novembre 1971 indiquait un taux d'accroissement moyen de la demande de nickel (mondiale) de 5% par an, pendant la période 1970/2000.

Les prévisions du Bureau of Mines (USA) table, par contre, pour la même période sur un taux compris entre 2,8 et 4%.

Le taux retenu aux fins de la présente étude sera, par souci de prudence, 2,8%.

La demande de la Communauté des Six et des Neuf peut donc être estimée comme suit :

Année	1975	1985
Communauté des Six	90.000	120.000
Communauté des Neuf	123.000	162.000

D'autre part, la production suivant le modèle actuel, sera :

Année	1975	1985
Communauté des Six	11.000	15.000
Communauté des Neuf	49.000	65.000

L'approvisionnement de nickel raffiné fourni par l'extérieur à la Communauté sera pour 1975 et 1985 :

Année	1975	1985
Communauté des Six	79.000	105.000
Communauté des Neuf	74.000	97.000

Compte tenu d'un coefficient d'utilisation des usines de 85% (supposé) il faudra installer entre 1975 et 1985 dans la Communauté, les moyens de production suivants :

Communauté des Six : $\frac{105.000 - 79.000}{0,85} = 31.000$ t/an de nickel

Communauté des Neuf : $\frac{97.000 - 74.000}{0,85} = 27.000$ " " "

En terme de ferronickel à 25%, ces moyens deviennent respectivement 120.000 et 100.000 t/an environ.

Comme dans le cas du ferrosilicium et du ferromanganèse, le problème de la dimension de l'usine peut être résolu en se servant de critères techniques, à condition que les quantités indiquées ne soient pas dépassées.

1.3.6 Prix courants du nickel

Actuellement le prix moyen du nickel pur en France et en Grande-Bretagne est respectivement de 14.650 F et 1.400 £ la tonne (en dollars, 3.300 \$/t environ).

Pour le ferronickel 25% on peut en première approximation retenir un prix de 825 \$/t soit un quart du prix courant du nickel pur.

CONSOMMATION APPARENTE MONDIALE DE FERROSILICIUM POUR 1967-1971

(en 000 t)

Pays	1967	1968	1969	1970	1971
UEBL	30	34	37	38	30
France	106	108	119	126	138
Allemagne	129	144	159	158	125
Italie	96	100	97	102	105
Pays-Bas	5	6	8	8	7
Total Communauté des Six	362	392	420	432	405
Grande-Bretagne	107	116	118	125	103
Danemark	4	5	5	5	4
Total Communauté des Neuf	477	513	543	562	512
Europe de l'Est	91	97	102	110	100
Reste de l'Europe	62	69	74	86	75
USA	629	646	655	625	648
Canada	59	68	63	75	78
URSS	422	436	451	475	515
Japon	220	233	286	325	310
Afrique	9	10	12	12	14
Asie	24	25	26	25	35
Australie	18	19	21	20	22
Amérique Latine	45	51	55	60	64
Total mondial	2,056	2,167	2,288	2,375	2,373

Tab. 1

EVALUATION DE LA PRODUCTION MONDIALE DE FERROSILICIUM POUR 1967-1971

(en 000 t)

Pays	1967	1968	1969	1970	1971
France	114	131	150	172	183
Allemagne	34	35	37	37	37
Italie	63	67	64	79	83
Total Communauté des Six	211	233	251	288	303
Grande-Bretagne, Irlande, Danemark	-	-	-	-	-
Total Communauté des Neuf	211	233	251	288	303
Europe de l'Est	41	41	45	45	45
Reste de l'Europe	221	300	315	283	250
USA	613	636	651	645	645
Canada	85	85	107	110	117
URSS	600	600	600	600	600
Japon	146	187	225	302	306
Afrique	25	25	25	25	25
Asie	20	21	27	28	28
Australie	9	10	10	9	10
Amérique Latine	28	29	32	40	44
Total mondial	1.999	2.167	2.288	2.375	2.373

Tab. 2

Source : Metal Bulletin, statistiques du commerce des pays producteurs

EVALUATION DE LA CAPACITE MONDIALE DE PRODUCTION DE FERROSILICIUM EN 1971

(en 000 t)

<u>Pays</u>	<u>Pourcentage en ferrosilicium</u>				<u>Total</u>
	45-50	65	75-80	90	
Communauté des Six	62	131	150	17	360
Communauté des Neuf	62	131	150	17	360
URSS	250	110	300	40	700
Europe de l'Est	8	2	33	15	58
Reste de l'Europe*	70	5	390	10	475
USA	370	130	170	50	720
Canada	20	30	80	-	130
Japon	140	75	320	25	560
Afrique	10	2	15	-	27
Asie	10	10	30	2	52
Australie	-	-	-	-	20
Amérique Latine	25	-	40	1	66
Total mondial	965	495	1.528	160	3.168
* Dont la Norvège :	32	5	305	3	345

Source : Metal Bulletin : La répartition des différents types d'alliage est seulement une évaluation.

Tab. 3

EVALUATION DE LA CAPACITE DE PRODUCTION DE FERROSILICIUM DES PRINCIPAUX PRODUCTEURS DE LA COMMUNAUTE EN 1971

(000 t)

Pays	Pourcentage du silicium				Total
	45-50	65	75-80	90	
<u>Italie</u>					
Industria Elettrica Indel S.p.A.	5	-	7	3	15
Acciaierie e Ferrerie Lombarde Falck S.p.A.	-	-	18	-	18
Montedison S.p.A.	-	6	-	-	6
Cogne Societa Nazionale S.p.A.	3	-	11	-	14
Officine Elettrochimiche Trentine S.p.A.	2	1	5	-	8
Utilizzazione Elettro Industriali S.p.A.	4	-	6	1	11
Total Italie	14	7	47	4	72
<u>Allemagne</u>					
Süddeutsche Kalkstickstoff-Werke AG	7	-	9	2	18
Knapsack AG	3	-	5	-	8
Vereinigte Aluminium-Werke AG	7	4	9	3	23
Total Allemagne	17	4	23	5	49
<u>France</u>					
Cie Universelle d'Acétylène et d'Electrométallurgie	2	-	40	2	44
Forges d'Alleverd	3	-	4	-	7
Sté Electrométallurgique du Centre	7	-	9	2	18
Sté des Etablissements Kelles & Leloux	9	-	13	3	25
Uginr Kuhlmann	-	60	-	-	60
Creusot - Loire	*	-	-	-	*
Etablissements S. Mizgier	-	-	*	-	*
Nobel Bozel S.A.	6	-	8	1	15
Péchiney St. Gobain	-	60	-	-	60
Sté Pyrénéenne du Silico-Manganèse	4	-	6	-	10
Total France	31	120	80	8	239
Total Communauté	62	131	150	17	360

Tab. 4

IMPORT-EXPORT MONDIAL DE FERROSILICIUM - 1970

Pays importateurs	(en t)												
	Pays exportateurs											Total	
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)		(l)
Communauté des Six	-	-	16.305	111.649	14.831	385	6.000	-	6.342	6.100	-	-	161.612
Communauté des Neuf	105	-	16.505	185.910	14.831	27.855	12.602	-	11.200	19.359	-	-	288.367
Europe de l'Est	-	-	-	-	-	-	76.000	-	-	-	-	-	76.000
Reste de l'Europe	1.926	1.926	4.468	-	1.435	-	5.683	-	-	-	-	-	13.512
USA	4.496	4.496	-	739	-	12.854	-	-	458	-	-	-	18.457
Canada	-	-	-	739	8.653	-	-	-	-	-	1.242	-	10.634
URSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Japon	-	-	-	5.999	5.568	2.082	-	-	3.470	5.234	-	-	22.353
Afrique	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Australie	474	474	-	742	465	-	-	-	4.037	1.748	-	-	7.466
Amérique Latine	4.200	4.200	-	2.700	1.700	-	5.000	-	900	-	-	-	14.500
Total	11.201	11.096	20.973	196.829	44.493	42.791	99.295	-	20.065	26.341	1.242	-	474.316

Tab. 5

- (a) Communauté des Six
- (b) " des Neuf
- (c) Europe de l'Est
- (d) Reste de l'Europe
- (e) USA
- (f) Canada
- (g) URSS
- (h) Japon
- (i) Afrique
- (j) Asie
- (k) Australie
- (l) Amérique Latine

IMPORT-EXPORT MONDIAL DE FERROSILICIUM - 1971

(en t)

Pays importateurs	Pays exportateurs											Total	
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)		(l)
Communauté des Six	-	-	11.559	88.620	2.928	3.706	6.205	-	317	-	-	-	113.335
Communauté des Neuf	344	-	15.559	159.072	2.928	23.551	13.599	-	871	-	-	-	215.924
Europe de l'Est	-	-	-	-	-	-	103.000	-	-	-	-	-	103.000
Reste de l'Europe	1.609	1.609	1.854	-	1.097	-	4.973	-	-	-	-	-	9.533
USA	6.068	6.068	3.390	9.601	-	3.237	-	3.400	506	-	-	-	26.202
Canada	-	-	-	1.562	7.610	-	-	-	-	-	-	-	9.172
URSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Japon	-	-	-	1.004	-	1	-	-	-	1.102	-	-	2.107
Afrique	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asie	-	-	5.095	-	4.601	-	-	2.056	-	-	-	-	11.752
Australie	262	242	-	256	5.739	1.411	-	496	3.423	909	-	-	12.496
Amérique Latine	4.400	4.400	-	1.300	1.600	-	3.000	-	-	-	-	-	10.300
Total	12.683	12.339	25.898	172.795	23.575	28.200	124.572	5.952	5.117	2.011	-	-	400.486

Tab. 6

- (a) Communauté des Six
- (b) " " Neuf
- (c) Europe de l'Est
- (d) Reste de l'Europe
- (e) USA
- (f) Canada
- (g) URSS
- (h) Japon
- (i) Afrique
- (j) Asie
- (k) Australie
- (l) Amérique Latine

ECHANGE INTERCOMMUNAUTAIRE DE FERROSILICIUM - 1970

(en t)

Pays importateurs	Pays exportateurs		
	(a)	(b)	(c)
UEBL	5.658	-	5.658
Allemagne	30.713	-	30.713
Italie	5.790	1.634	7.424
Pays-Bas	143	1.799	1.942
Danemark	-	-	-
Grande-Bretagne	9	96	105
Irlande	-	-	-
Total exportations	42.313	3.529	45.842

Tab. 7

(a) France

(b) Allemagne

(c) Total importations

ECHANGE INTERCOMMUNAUTAIRE DE FERROSILICIUM - 1971

(en t)

Pays importateurs	Pays exportateurs				
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
UEBL	-	5.509	-	-	5.509
France	-	-	-	-	-
Allemagne	-	25.918	-	3.019	28.937
Italie	-	4.991	1.696	-	6.687
Pays-Bas	-	158	2.138	-	2.296
Grande-Bretagne	301	-	43	-	344
Danemark	-	-	-	-	-
Irlande	-	-	-	-	-
Total exportations	301	36.576	3.877	3.019	43.773

Tab. 8

(a) UEBL

(b) France

(c) Allemagne

(d) Italie

(e) Total importations

PRODUCTION COMMUNAUTAIRE DE TOLES MAGNETIQUES

(en 000 t)

Année	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
1960	61	-	210	295	49	-	615	251	-	866
1961	53	-	223	305	56	-	637	209	--	846
1962	42	-	196	284	68	-	590	190	-	780
1963	42	-	178	254	77	-	551	199	-	750
1964	41	-	208	266	81	-	596	228	-	824
1965	41	-	192	252	81	-	566	221	-	787
1966	49	-	187	230	120	-	586	204	-	790
1967	62	-	179	230	142	-	613	197	-	810
1968	72	-	170	248	140	-	630	211	-	841
1969	86	-	186	279	137	-	688	267	-	955
1970	87	-	208	363	157	-	815	265	-	1.080
1971	79	-	199	302	168	-	748	215	-	963

Tab. 9

- (a) Belgique
- (b) Luxembourg
- (c) France
- (d) Allemagne
- (e) Italie
- (f) Pays-Bas
- (g) Total Communauté des Six
- (h) Grande-Bretagne
- (i) Danemark
- (j) Total Communauté des Neuf

Source : Steel Statistics for Europe - ONU

DIFFERENCES DE "TREND" DANS LA PRODUCTION DE TOLES MAGNETIQUES ENTRE L'ITALIE ET LE RESTE DE LA COMMUNAUTE

Année	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
1960	817	83.253	9,81	8.229	5,95	91.482	9,46
1961	790	80.471	9,81	9.125	6,13	89.596	9,44
1962	712	77.966	9,13	9.757	6,96	87.723	8,89
1963	673	79.558	8,45	10.157	7,58	89.715	8,36
1964	743	92.494	8,03	9.793	8,27	102.287	8,05
1965	706	93.027	7,58	12.681	6,38	105.708	7,44
1966	670	88.517	7,56	13.639	8,79	102.156	7,73
1967	668	90.389	7,39	15.890	8,93	106.279	7,62
1968	701	99.398	7,05	16.964	8,25	116.362	7,22
1969	818	107.506	7,60	16.428	8,33	123.934	7,70
1970	923	109.736	8,41	17.277	9,08	127.013	8,50
1971	795	99.791	7,96	17.452	9,62	117.243	8,20

Tab.10

- (a) Production communautaire de tôles magnétiques Italie exclue
- (b) " " d'acier Italie exclue
- (c) ‰ des tôles magnétiques sur le total d'acier
- (d) Production d'acier pour l'Italie
- (e) ‰ des tôles magnétiques sur le total d'acier pour l'Italie
- (f) Production communautaire totale d'acier
- (g) ‰ des tôles magnétiques sur le total d'acier pour la communauté

PRODUCTION COMMUNAUTAIRE D'ACIER POUR MOULAGES BRUTS

(en 000 t)

Année	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
1960	100	5	304	672	179	20	1.280	594	26	1.900
1961	114	5	360	730	201	17	1.427	595	27	2.049
1962	119	5	370	670	197	19	1.380	500	27	1.907
1963	102	4	345	575	196	18	1.240	496	25	1.761
1964	98	6	365	638	167	16	1.290	583	28	1.901
1965	104	6	367	650	159	15	1.301	596	30	1.927
1966	91	5	345	577	174	17	1.209	545	25	1.779
1967	76	4	347	526	244	17	1.211	476	18	1.705
1968	94	5	369	633	254	19	1.374	484	24	1.882
1969	102	6	438	717	265	26	1.554	515	25	2.094
1970	99	7	454	725	279	20	1.584	597	26	2.207
1971	81	6	491	659	255	34	1.526	514	22	2.062

Tab. 11

(a) Belgique

(b) Luxembourg

(c) France

(d) Allemagne

(e) Italie

(f) Pays-Bas

(g) Total Communauté des Six

(h) Grande-Bretagne

(i) Danemark

(j) Total Communauté des Neuf

Source : Steel Statistics for Europe - ONU

COMMUNAUTÉ DES SIX - PRÉVISIONS DES PRODUCTIONS SIDÉRURGIQUES CONSOMMATRICES DE FERROSILICIUM

Année	1970	1975	1980	1985
<u>Production de :</u>				
- acier brut (10 ³ t)	109.190	130.600	158.400	191.000
- tôles magnétiques (10 ⁶ t)	0,87	0,97	1,10	1,24
- moulages bruts "	1,53	1,65	1,84	2,04
- acier inoxydable "	1,25	1,88	2,83	4,25
- aciers alliés "	6,75	10,15	15,26	22,95

Tab. 12

COMMUNAUTÉ DES SIX - PRÉVISIONS DES CONSOMMATIONS DE FERROSILICIUM EN TERMES DE SILICIUM A 100%

	(en t)			
Année	1970	1975	1980	1985
<u>Consommations de :</u>				
- tôles magnétiques	34.900	38.900	44.000	49.400
- moulages bruts	45.900	50.100	55.200	61.200
- acier inoxydable	25.000	37.600	56.600	85.000
- aciers alliés	60.700	91.400	137.300	206.600
- désoxydation acier	131.000	156.700	190.000	229.200
- Total de la consommation de silicium	297.500	374.700	483.100	631.400

Tab. 13

COMMUNAUTÉ DES NEUF - PRÉVISIONS DES PRODUCTIONS SIDÉRURGIQUES CONSOM-
MATRICES DE FERROSILICIUM

Année	1970	1975	1980	1985
<u>Production de :</u>				
- acier brut (10 ³ t)	137.990	160.500	194.000	230.100
- tôles magnétiques (10 ⁶ t)	1,12	1,23	1,38	1,53
- moulages bruts	2,07	2,21	2,38	2,58
- acier inoxydable	1,55	2,33	3,50	5,27
- aciers alliés	8,15	12,27	18,40	27,73

Tab. 14

COMMUNAUTÉ DES NEUF - PRÉVISIONS DES CONSOMMATIONS DE FERROSILICIUM EN
TERMES DE SILICIUM A 100%

	(en t)			
Année	1970	1975	1980	1985
<u>Consommation de :</u>				
- tôles magnétiques	44.840	49.000	55.320	61.000
- moulages bruts	62.130	66.360	71.400	77.400
- acier inoxydable	31.000	46.600	70.000	105.400
- aciers alliés	73.350	110.430	165.600	249.600
- désoxydation acier	165.600	192.600	232.800	276.100
- Total de la consommation de silicium	376.920	464.990	595.120	769.500

Tab. 15

REPARTITION PAR TYPE DE FERROSILICIUM DE LA CONSOMMATION DE FERRO-ALLIAGE EN
1975, 1980, 1985 POUR LA COMMUNAUTE DES SIX ET DES NEUF

(en t)

Type de ferrosilicium	max. 50%	65%	75-80%	90%	Total
<u>1970</u>					
A	72.250	153.000	178.500	21.250	425.000
B	91.460	193.680	225.960	26.900	538.000
<u>1975</u>					
A	90.950	192.600	224.700	26.750	535.000
B	112.880	239.040	278.880	33.200	664.000
<u>1980</u>					
A	117.300	284.400	289.800	34.500	690.000
B	144.500	306.000	357.000	42.500	850.000
<u>1985</u>					
A	153.000	324.000	378.000	45.000	900.000
B	185.300	392.400	457.800	54.500	1.090.000

Tab. 16

A - Communauté des Six
B - Communauté des Neuf

CAPACITE DE PRODUCTION REQUISE SELON LES PREVISIONS DE CONSOMMATION DE LA COMMUNAUTE

Type de ferrosilicium	(t/an)				
	max.	50%	60%	75-80%	90%
<u>1975</u>					
A	64.200	136.200	158.400	19.200	
B	42.800	90.800	105.600	12.800	
C	68.600	144.800	169.600	19.800	
<u>1980</u>					
A	82.800	201.000	204.600	24.600	
B	55.200	134.000	136.400	16.400	
C	87.200	159.000	215.400	25.400	
<u>1985</u>					
A	108.000	228.600	267.000	31.800	
B	72.000	152.400	178.000	21.200	
C	110.000	233.400	272.000	32.200	

A - Capacité installée à l'intérieur de la Communauté
 B - Capacité installée à l'extérieur de la Communauté des Six
 C - Capacité installée à l'extérieur de la Communauté des Neuf

Tab. 17

RELEVÉ DES PRIX SUR LE MARCHÉ BRITANNIQUE DU FERROSILICIUM 75-80% D'ORIGINE NORVEGIENNE

(£/t CIF)

Année	Février	Avril	Juin	Août	Octobre	Décembre
1963	-	-	-	56,0 - 60,0	56,0 - 60,0	57,0 - 60,5
1964	57,0 - 60,5	57,0 - 60,5	58,5 - 62,0	58,5 - 62,0	58,5 - 62,0	60,5 - 63,0
1965	60,5 - 62,0	60,5 - 62,0	60,5 - 62,0	60,5 - 62,0	60,5 - 62,0	60,5 - 62,0
1966	60,5 - 62,0	60,5 - 62,0	60,5 - 62,0	60,5 - 62,0	60,5 - 62,0	59,5 - 62,0
1967	59,5 - 62,0	59,5 - 62,0	59,5 - 62,0	59,5 - 62,0	59,0 - 61,0	67,0 - 71,0
1968	68,0 - 70,5	67,5 - 70,5	67,5 - 70,5	67,5 - 70,5	67,5 - 70,5	67,5 - 70,5
1969	67,5 - 70,5	66,5 - 70,5	66,5 - 70,5	70,0 - 75,0	72,0 - 78,0	79,0 - 95,0
1970	79,0 - 95,0	81,5 - 107,7	81,5 - 108,3	94,5 - 120,0	94,5 - 120,0	103,5 - 115,0
1971	103,5 - 115,0	101,5 - 103,5	101,5 - 103,5	101,5 - 103,5	93,0 - 97,0	93,0 - 97,5
1972	93,0 - 97,0	91,0 - 95,0	91,0 - 95,0	91,0 - 95,0	91,0 - 95,0	91,0 - 95,0
1973	91,0 - 95,0	102,0 - 110,0	105,0 - 112,0	-	-	-

Source : Metal Bulletin

Tab. 18

VALEURS MOYENNES DES IMPORTATIONS DE FERROSILICIUM (CIF)

Année	(a)*		(b)**		(c)**		(d)*	
	DM/t	\$/t	FB	\$/t	Litx1.000	\$/t	£/t	\$/t
1967	640	160	8.300	168	89,7	144	60,3	145
1968	628	157	8.100	162	112,6	181	66,7	159
1969	677	184	8.400	169	90,8	145	68,1	163
1970	879	241	10.100	203	123,0	198	88,2	211
1971	855	235	11.000	221	136,9	219	97,5	233

Tab. 19

- (a) Allemagne
- (b) Belgique - Luxembourg
- (c) Italie
- (d) Grande-Bretagne

* Ferrosilicium 75-80

** Prix moyen pour chaque type de ferrosilicium

VALEURS MOYENNES DES EXPORTATIONS DE FERROSILICIUM (FOB)

Année	(a)*		(b)**		(c)***		(d)***
	DM/t	\$/t	F/t	\$/t	Kr	\$/t	\$/t
1967	677,0	169	898,7	183	630,1	88	301
1968	674,7	169	884,9	179	616,8	86	268
1969	825,5	224	968,3	174	643,1	90	282
1970	1.052,3	288	1.350,2	245	1.402,8	197	292
1971	1.105,0	303	-	-	1.565,7	219	241

Tab. 20

- (a) Allemagne
- (b) France
- (c) Norvège
- (d) USA

* Ferrosilicium 75-80

** Prix moyen pour chaque type de ferrosilicium

*** Pays non communautaires, particulièrement importants sur le marché

Source : Statistiques import-export de chaque pays.

PRODUCTION MONDIALE DU MINÉRAI DE MANGANESE, MINÉRAI FERRUGINEUX INCLUS
(000 t)

	1966	1967	1968	1969	1970
<u>Communauté des Neuf</u>					
Italie	44	47	51	53	50
Pays EAMA :					
Gabon	1.274	1.147	1.254	1.363	1.460
Côte d'Ivoire	176	150	117	127	-
Zaïre	240	271	322	311	347
Total	1.690	1.568	1.693	1.801	1.807
URSS	7.705	7.175	6.563	6.985	7.000
Europe de l'Est	433	370	320	318	384
Reste de l'Europe	-	-	-	-	-
Amérique du Nord	308	274	232	391	340
Amérique Latine	1.753	1.648	2.135	2.108	2.194
Australie	318	569	750	923	751
Asie	5.255	5.049	5.466	5.428	6.020
Reste de l'Afrique	940	784	574	454	519
Moyen-Orient	224	116	16	39	35
Total mondial	18.670	17.600	17.800	18.500	19.100

Tab. 21

PRODUCTION DE MINÉRAI DE MANGANESE PAR TONNE D'ACIER BRUT, BASE MONDIALE

Année	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
1955	270,5	11,0	4,1	8,45	3,27	15,37
1956	284,3	12,0	4,3	8,14	3,50	16,45
1957	293,5	13,2	4,6	8,33	3,80	17,86
1958	274,5	12,4	4,6	8,09	3,72	17,48
1959	306,3	13,2	4,4	7,40	3,66	17,20
1960	345,5	13,9	4,1	7,35	3,31	15,56
1961	354,4	13,8	4,0	7,00	3,23	15,18
1962	358,7	14,5	4,1	6,96	3,31	15,56
1963	384,6	15,1	4,0	6,93	3,19	14,99
1964	434,2	16,2	3,7	7,05	2,97	13,96
1965	456,9	18,0	4,0	7,05	3,22	15,13
1966	472,6	18,7	4,0	6,51	3,35	15,74
1967	497,2	18,0	3,7	5,64	3,21	15,09
1968	529,9	18,0	3,5	4,90	3,10	14,57
1969	574,2	18,5	3,3	5,06	2,88	13,54
1970	594,3	19,1	3,3	4,70	2,97	13,96

(a) Monde : production d'acier brut (10^6 t)

Tab. 22

(b) " : " de minerai de manganèse (10^6 t)

(c) " : minerai de manganèse en pourcentage de l'acier

(d) URSS : consommation de minerai de manganèse en pourcentage de la production d'acier

(e) Monde URSS exclue : consommation de minerai de manganèse en pourcentage de la production d'acier

(f) " URSS exclue : consommation de minerai de manganèse en kg par tonne d'acier

IMPORTATIONS COMMUNAUTAIRES DU MINÉRAI DE MANGANESE - 1969

(000 t)

Pays exportateurs	Pays importateurs							
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
URSS	16,3	90,4	17,3	-	-	124,0	44,7	168,7
Afrique du Sud	61,1	280,0	24,3	-	591,0	956,0	134,5	1.090,0
Brésil	10,2	54,1	13,2	-	128,4	205,9	28,8	234,7
Indes	-	11,2	1,0	56,8	39,1	108,1	18,4	126,5
Gabon	105,0	357,6	20,2	-	-	482,8	65,0	547,8
Australie	25,4	3,0	12,9	15,2	33,5	90,0	5,5	95,5
Ghana	-	0,5	1,4	-	12,7	14,6	18,5	33,1
Zaïre	24,1	-	-	104,5	-	128,6	-	128,6
Total import.	242,1	196,8	90,3	176,5	804,7	2.110,0	315,5	2.425,9

Tab.23

IMPORTATIONS COMMUNAUTAIRES DE MINÉRAI DE MANGANESE - 1970

(000 t)

Pays exportateurs	Pays importateurs							
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
URSS	43,7	110,7	18,3	-	-	172,7	42,7	215,4
Afrique du Sud	57,7	322,6	53,2	116,0	344,7	894,1	151,4	1.045,6
Brésil	69,0	96,5	29,6	-	120,0	315,1	133,3	448,4
Indes	-	10,1	35,1	45,8	63,9	154,9	4,5	159,4
Gabon	148,0	487,0	21,9	4,9	-	661,8	46,3	708,1
Australie	16,4	5,9	-	-	55,3	77,6	-	77,6
Ghana	-	0,5	6,3	-	22,5	29,3	46,8	76,1
Zaïre	49,2	-	-	138,5	-	187,7	-	187,7
Total import.	384,0	1.033,3	164,4	305,2	606,4	2.187,7	425,0	2.613,1

(a) Allemagne

(b) France

(c) Italie

(d) UEBL

(e) Pays-Bas

(f) Total Communauté des Six

(g) Grande-Bretagne

(h) Total Communauté des Neuf

Tab. 24

EVALUATION DE LA PRODUCTION MONDIALE DE FERROMANGANESE POUR 1970

(en 000 t)

Pays	
Belgique	140
France	540
Allemagne	260
Italie	28
Total Communauté des Six	968
Grande-Bretagne	171
Total Communauté des Neuf	1139
URSS	915
Europe de l'Est	47
Reste de l'Europe*	252
Amérique du Nord	876
Amérique Latine	52
Afrique	210
Asie	599
Australie	45
Total Mondial	4135

* Dont la Norvège 160

Tab. 25

IMPORTATION-EXPORTATION MONDIALE DE FERROMANGANESE, POUR LES PAYS LES PLUS IMPORTANTS - 1970 *

Pays importateurs	(000 t)					
	Pays exportateurs					
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Communauté des Six	-	-	1,5	59,7	51,3	112,5
Communauté des Neuf	7,3	-	4,0	96,2	72,9	180,4
Australie	0,6	0,6	-	-	-	0,6
Autriche	1,9	1,9	-	12,0	0,2	14,1
Canada	-	-	-	-	10,4	10,4
Japon	-	-	24,3	-	2,9	27,2
Suède	0,8	0,8	22,4	8,0	1,1	32,3
Suisse	3,2	3,2	-	0,4	2,9	6,5
Turquie	1,1	1,1	-	2,9	0,3	4,3
USA	103,1	103,1	30,1	11,9	13,3	158,4
Divers	10,3	10,3	6,9	11,9	13,3	42,4
Total exportation	128,3	121,0	877,0	143,3	117,3	1.386,9

- (a) Communauté des Six
- (b) Communauté des Neuf
- (c) Indes
- (d) Norvège
- (e) Afrique du Sud
- (f) Total importation
- * URSS exclue

Tab. 26

PRODUCTION DE FERROMANGANESE (HAUT-FOURNEAU) COMMUNAUTAIRE

(000 t)

Année	(a)	(b)	(c)*	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(1)
1960	-	248	278	25	-	-	551	-	183	734
1961	-	274	271	29	-	-	574	-	131	705
1962	-	270	275	23	-	-	568	-	156	724
1963	5	256	290	24	-	-	575	-	103	678
1964	-	319	287	15	-	-	621	-	154	775
1965	8	328	280	8	-	-	624	-	175	799
1966	10	303	296	11	-	-	620	-	153	773
1967	-	263	254	14	-	-	531	-	145	676
1968	5	325	328	11	-	-	669	-	157	826
1969	7	350*	238	11	-	-	613	-	148	761
1970	3	375*	251	18	-	-	647	-	155	802
1971	-	400*	210	13	-	-	623	-	135	758

(a) Belgique

(b) France

(c) Allemagne

(d) Italie

(e) Luxembourg

(f) Pays-Bas

(g) Total Communauté des Six

(h) Danemark

(i) Grande-Bretagne

(1) Total Communauté des Neuf

Source : ONU - Steel statistics

* Ferromanganèse et spiegeleisen

Tab. 27

CAPACITE DE PRODUCTION COMMUNAUTAIRE DU FERROMANGANESE DIVISEE PAR TYPE

(000 t/an)

	(a)	(b)	(c)
<u>Belgique</u>			
Sadacem	150	12	-
Total Belgique	150	12	-
<u>France</u>			
Cie. Universelle d'acétylène et d'électro-métallurgie, Paris	10	-	-
Sté des Ets. Keller & Leloux, Paris	-	-	2
Péchiney Ugine Kuhlmann	-	*	*
Aciérie de Paris et d'Outreau	300	*	*
Sté Nouvelle des Aciéries de Pompey	150	-	-
Total France	460	-	-
<u>Allemagne</u>			
Thyssen Hütte A.G.	250	-	-
6, Für Elektrometallurgie	-	*	*
H.C. Stark	-	-	*
Total Allemagne	250	-	-
<u>Italie</u>			
Elettro-siderurgica Italiana, S.p.A.	*	-	-
Falck S.p.A.	*	-	-
Fucinati S.p.A.	*	-	-
Italghisa S.p.A.	*	-	-
Italsider S.p.A.	-	-	*
Carlotassara S.p.A.	*	-	*
Total Italie	20	-	15

(a) Teneur élevée de carbone (type standard)

(b) Teneur moyenne de carbone

(c) Teneur basse de carbone (type raffiné)

* Capacité inconnue

Tab. 28

	(000 t/an)		
	(a)	(b)	(c)
Total Communauté des Six	880	-	-
<u>Grande-Bretagne</u>			
British Steel	200	-	-
Total Communauté des Neuf	1.080	-	-

(a) Teneur élevée de carbone (type standard) suite Tab. 28
 (b) Teneur moyenne de carbone
 (c) Teneur basse de carbone (type raffiné)

Source : Metal Bulletin

CONSOMMATION DE FERROMANGANESE DE CHAQUE TYPE ET SPIEGELEISEN DANS LES ACIERIES

	(000 t)									
Année	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(1)
1960	69	252	316	47	40	10	734	1,4	203	938,0
1961	70	234	310	55	40	11	720	1,8	186	907,0
1962	82	224	296	61	39	10	712	1,2	161	874,0
1963	76	205	267	64	37	11	660	0,7	174	834,7
1964	79	219	291	57	42	14	702	0,7	202	904,7
1965	83	209	283	68	43	17	703	1,2	210	914,2
1966	77	188	264	74	43	18	664	0,8	180	844,0
1967	89	181	268	83	42	19	682	0,7	175	857,0
1968	128	191	289	86	44	22	760	0,6	192	952,6
1969	154	207	318	86	50	29	844	0,7	207	1.051,7
1970	139	213	312	94	51	29	838	0,7	200	1.038,7
1971	96	207	272	98	51	27	751	0,5	...	...

(a) Belgique
 (b) France
 (c) Allemagne
 (d) Italie
 (e) Luxembourg
 (f) Pays-Bas
 (g) Total Communauté des Six
 (h) Danemark
 (i) Grande-Bretagne
 (1) Total Communauté des Neuf

Tab. 29

Source : ONU - Steel statistics

COMMUNAUTÉ DES SIX - ÉCHANGES DU FERROMANGANESE CARBURE INTERCOMMUNAUTAIRES ET EXTRA-COMMUNAUTAIRES DES PAYS MEMBRES

Années	Allemagne		France		Italie		Pays-Bas		UEBL		(c)
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	
1960	- 31	- 44	-	- 6	- 13	- 15	- 6	- 5	- 23	- 35	105
	2	1	28	96	2	-	-	-	7	10	
1961	- 26	- 52	-	- 7	- 14	- 16	- 5	- 7	- 21	- 31	113
	19	2	41	102	1	-	-	-	5	11	
1962	- 22	- 49	-	- 8	- 13	- 30	- 4	- 3	- 21	- 35	125
	18	8	45	96	3	-	-	-	8	15	
1963	- 27	- 40	-	- 10	- 11	- 42	- 8	- 4	- 27	- 33	129
	53	11	32	102	-	-	-	-	7	22	
1964	- 24	- 61	-	- 10	- 23	- 29	- 10	- 6	- 27	- 47	153
	52	6	52	127	-	-	-	-	19	17	
1965	- 29	- 53	-	- 9	- 43	- 32	- 12	- 7	- 25	- 42	143
	46	5	69	120	-	-	-	-	17	25	
1966	- 32	- 48	-	- 16	- 34	- 41	- 10	- 5	- 30	- 37	147
	75	12	59	110	1	-	-	-	30	30	
1967	- 30	- 38	- 1	- 20	- 29	- 53	- 16	- 5	- 35	- 37	153
	22	11	32	118	1	-	-	-	25	38	
1968	- 56	- 47	- 1	- 18	- 24	- 61	- 16	- 5	- 32	- 41	172
	52	12	60	127	1	-	-	-	20	39	
1969	- 57	- 73	- 1	- 21	- 32	- 77	- 23	- 6	- 36	- 46	223
	24	9	61	153	1	-	-	-	7	56	
1970	- 55	- 90	-	- 23	- 33	- 71	- 27	- 9	- 23	- 60	253
	13	16	95	90	1	-	-	-	4	62	
1971	- 46	- 68	-	- 24	- 32	- 81	- 30	- 4	- 32	- 49	226
	10	19	65	156	-	-	-	-	6	47	

(a) Importation (-) et exportation (+) vers pays autres que ceux de la CEE

(b) Importation (-) et exportation (+) vers pays de la CEE

(c) Mouvement total à l'intérieur de la CEE

Tab. 30

Source : Statistiques CEE

(IMPORTATIONS-EXPORTATIONS) = INCIDENCES EXTERIEURES A LA CONSOMMATION DE FERROMANGANESE

(000 t)

Année	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
1960	41	-118	72	26	11	32	-	36	68
1961	36	-136	57	29	12	-2	-	42	40
1962	33	-133	45	40	7	-8	-	45	37
1963	31	-124	3	53	12	-25	7	54	36
1964	38	-169	27	52	16	-36	7	53	24
1965	25	-180	31	75	19	-30	6	69	45
1966	7	-153	-7	75	15	-63	9	54	0
1967	9	-129	35	81	21	17	11	57	85
1968	14	-168	39	84	21	-10	14	45	49
1969	19	-192	97	108	29	61	16	98	175
1970	17	-162	116	103	36	110	12	74	196
1971	28	-197	85	113	34	63	18	78	159

Tab. 31

PRODUCTION + (IMPORTATIONS-EXPORTATIONS) = CONSOMMATION APPARENTE DE FERRO MANGANESE

(000 t)

Année	(a)	(b)	(c) *	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
1960	41	130	320	51	11	583	-	219	802
1961	36	138	328	58	12	572	-	173	745
1962	33	137	320	30	7	560	-	201	761
1963	36	132	293	36	12	550	7	157	707
1964	38	150	314	31	16	585	7	207	792
1965	33	148	311	27	19	594	6	244	838
1966	17	150	289	26	15	557	9	207	764
1967	9	134	289	35	21	548	11	202	750
1968	19	157	367	33	21	659	14	202	861
1969	26	236 *	335	40	29	745	16	246	991
1970	20	324 *	367	54	36	868	12	229	1.097
1971	28	248 *	295	47	34	731	18	213	944

Tab. 32

(a) UEBL

(b) France

(c) Allemagne

(d) Italie

(e) Pays-Bas

(f) Total Communauté des Six

(g) Danemarke

(h) Grande-Bretagne

(i) Total Communauté des Neuf

* Y compris spiegeleisen

Source : ONU, Steel Statistics

VOLUME D'IMPORT-EXPORT DU FERROMANGANESE DES NOUVEAUX PAYS MEMBRES DE LA COMMUNAUTE

Année	Danemark		Grande-Bretagne		Total nouveaux membres		
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(c)
1960	-	-	36	-	...	...	...
1961	?	-	42	-	...	...	...
1962	?	-	45	-	...	...	...
1963	7	-	55	1	62	1	-61
1964	7	-	63	10	70	10	-60
1965	6	-	82	13	88	13	-75
1966	9	-	77	23	86	23	-63
1967	11	-	75	18	86	18	-68
1968	14	-	67	22	81	22	-59
1969	16	-	98	-	114	-	-114
1970	12	-	76	2	88	2	-86
1971	18	-	78	0	96	-	-96

(a) Importation

(b) Exportation

(c) Solde

Tab. 33

Source : Steel Statistics

ECHANGES INTERCOMMUNAUTAIRES DU FERROMANGANESE - 1970

(000 t)

Pays importateurs	Pays exportateurs			
	(a)	(b)	(c)	(d)
UEBL	-	62,9	1,5	64,4
France	16,2	-	8,9	25,1
Allemagne	28,9	63,0	-	91,9
Italie	19,1	64,2	5,7	89,0
Pays-Bas	-	7,7	2,9	10,6
Total Communauté des Six	64,2	197,8	19,0	281,0
Grande-Bretagne	-	3,4	3,9	7,3
Total Communauté des Neuf	64,2	201,2	22,9	288,3

(a) UEBL

(b) France

(c) Allemagne

(d) Total importations

Tab. 34

DISTRIBUTION EN POURCENTAGE DES UTILISATIONS DU FERROMANGANESE STANDARD
1969 - 1970 AUX USA

(en %)

Produits	1969	1970
Acier au carbone	80,0	82,0
Acier inox	0,1	0,2
Acier pour ustensiles	...	...
Aciers spéciaux divers	12,0	12,0
Fonte	1,3	1,0
Autres alliages	0,6	0,6
Divers	5,5	3,7
Total des consommations (000 Short tons)	726,0	683,0

Tab. 35

FERROMANGANESE CONSOMME PAR TONNE D'ACIER PRODUITE DANS LA COMMUNAUTE

(kg/t)

Année	UEBL			Allemagne			France		
	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)
1960	11.263	9,67	3,64	34.100	9,26	9,38	17.279	14,58	7,52
1961	11.113	9,89	3,23	33.458	9,24	9,80	17.572	13,31	7,85
1962	11.353	10,65	2,90	32.563	9,09	9,82	17.240	12,99	7,94
1963	11.555	9,77	3,11	31.597	8,45	9,16	17.556	11,67	7,51
1964	13.283	9,10	2,86	37.339	7,79	8,40	19.780	11,07	7,58
1965	13.747	9,16	2,40	36.821	7,68	8,44	19.604	10,66	7,54
1966	13.301	9,02	1,27	35.316	7,47	8,18	19.584	9,59	7,65
1967	14.192	9,23	0,63	36.774	7,28	7,85	19.655	9,20	6,81
1968	16.402	10,48	1,15	41.159	7,02	8,91	20.394	9,36	7,69
1969	18.353	11,11	1,41	45.316	7,01	7,39	22.512	9,19	10,48
1970	18.068	10,51	1,10	45.041	6,92	8,08	23.773	8,95	13,62
1971	17.685	8,31	1,58	40.313	6,74	7,31	22.859	9,05	10,84

Année	Italie			Pays-Bas			Communauté des Six		
	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)
1960	8.229	5,71	6,19	1.942	5,14	5,66	72.813	10,08	8,00
1961	9.125	6,02	6,35	1.971	5,58	6,08	73.239	9,83	9,81
1962	9.757	6,25	3,07	2.087	4,79	3,35	73.010	9,75	7,67
1963	10.157	6,30	3,54	2.342	4,69	5,12	73.207	9,01	7,51
1964	9.793	5,82	3,16	2.646	5,29	6,04	82.841	8,47	7,06
1965	12.681	5,36	2,12	3.145	5,40	6,04	85.998	8,17	6,90
1966	13.639	5,42	1,90	3.256	5,52	4,60	85.096	7,80	6,54
1967	15.890	5,22	2,20	3.408	5,57	6,16	89.883	7,58	6,09
1968	16.964	5,06	1,94	3.707	5,93	5,66	98.626	7,70	6,68
1969	16.428	5,23	2,43	4.721	6,14	6,10	107.330	7,86	6,94
1970	17.277	5,44	3,12	5.030	5,76	7,15	109.201	7,67	7,94
1971	17.452	5,61	2,69	5.083	5,31	6,68	103.392	7,26	7,07

Tab. 36

(a) Production d'acier (000 t)

(b) Kilogrammes de ferromanganèse par tonne d'acier suivant les statistiques ONU

(c) Kilogrammes de ferromanganèse par tonne d'acier suivant les consommations apparentes calculées

(kg/t)

Année	Grande Bretagne			Danemark			Communauté des Neuf		
	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)
1960	24.695	8,21	8,86	317	4,41	-	97.825	9,58	8,19
1961	22.441	8,28	7,70	323	5,57	-	96.003	9,44	7,76
1962	20.820	7,73	9,65	367	3,26	-	94.197	9,27	8,07
1963	22.882	7,60	6,86	359	1,94	19,49	96.448	8,65	7,33
1964	26.651	7,57	7,76	396	1,76	17,68	109.888	8,23	7,20
1965	27.440	7,65	8,89	412	2,91	14,56	113.850	8,02	7,36
1966	24.706	7,28	8,37	405	1,74	22,22	110.207	7,65	6,93
1967	24.279	7,21	8,31	401	-1,31	27,43	114.563	7,48	6,54
1968	26.277	7,30	7,68	457	1,45	30,63	125.360	7,59	6,86
1969	26.846	7,71	9,16	482	1,47	33,19	134.658	7,81	7,35
1970	28.316	7,06	8,08	473	1,06	25,36	137.990	7,52	7,94
1971	24.175	-	8,81	471	-	38,21	128.038	-	7,37

suite Tab. 36

(a) Production d'acier (000 t)

(b) Kilogrammes de ferromanganèse par tonne d'acier suivant les statistiques ONU

(c) Kilogrammes de ferromanganèse par tonne d'acier suivant les consommations apparentes calculées

CONSUMMATION APPARENTE COMMUNAUTAIRE DE FERROMANGANESE APRES REVISION DES VALEURS ALLEMANDES ET FRANCAISES

	<u>Communauté des Six</u>		<u>Communauté des Neuf</u>	
	(a)	(b)	(a)	(b)
1960	519	7,12	738	7,54
1961	506	6,90	679	7,07
1962	496	6,79	697	7,39
1963	491	6,70	648	6,71
1964	522	6,30	729	6,63
1965	532	6,18	776	6,81
1966	499	5,86	706	6,40
1967	490	5,45	692	6,04
1968	586	5,94	788	6,28
1969	631	5,87	877	6,51
1970	730	6,68	959	6,94
1971	622	6,01	835	6,52

- (a) Consommation apparente totale du ferromanganèse après révision des valeurs allemandes et françaises Tab. 37
 (b) Consommation apparente spécifique du ferromanganèse par tonne d'acier (kg)

PROJECTIONS DES CONSOMMATIONS COMMUNAUTAIRES DU FERROMANGANESE STANDARD

		1970	1975	1980	1985
<u>Communauté des Six</u>					
Production d'acier	10 ⁶ t	109,00	130,00	158,00	191,00
Consommation spécifique du ferromanganèse	kg/t	6,90	6,50	6,10	5,70
Consommation totale du ferromanganèse	10 ³ t	752,00	840,00	960,00	1.090,00
<u>Communauté des Neuf</u>					
Production d'acier	10 ⁶ t	138,00	161,00	194,00	230,00
Consommation spécifique du ferromanganèse	kg/t	7,30	6,95	6,60	6,25
Consommation totale du ferromanganèse	10 ³ t	1.007,00	1.120,00	1.280,00	1.430,00

Tab. 38

EVOLUTION DU "COEFFICIENT D'AUTO-PRODUCTION"* DU FERROMANGANESE POUR LA COMMUNAUTE DES SIX ET LA COMMUNAUTE DES NEUF

Année	<u>Communauté des Six</u>	<u>Communauté des Neuf</u>
1960	0,94	0,91
1961	1,00	0,95
1962	1,01	0,95
1963	1,04	0,96
1964	1,06	0,98
1965	1,05	0,95
1966	1,11	1,01
1967	0,97	0,90
1968	1,01	0,95
1969	0,92	0,84
1970	0,87	0,83
1971	0,91	0,85

Tab. 39

* Production divisée par la consommation apparente

VALEURS MOYENNES DES IMPORTATIONS DE FERROMANGANESE (CIF)*

	<u>(a)</u>		<u>(b)</u>		<u>(c)</u>	
	FB/t	\$/t	DM/t	\$/t	Lit/t	\$/t
1966	6.440	128	518	141	76.700	123
1967	6.113	122	500	136	77.050	123
1968	5.680	113	462	126	75.760	121
1969	5.574	111	458	125	71.340	114
1970	6.885	137	527	144	82.480	126
1971	7.909	159	582	166	100.140	154

(a) Belgique-Luxembourg

Tab.40

(b) Allemagne

(c) Italie

* En monnaies nationales par tonne et en dollars USA par tonne

VALEURS MOYENNES DES EXPORTATIONS DE FERROMANGANESE (FOB)*

	(a)		(b)	
	FF/t	\$/t	DM/t	\$/t
1966	594	108	478	130
1967	585	107	475	130
1968	551	100	433	118
1969	571	104	433	118
1970	726	132	447	122
1971	910	165	585	167

(a) France

suite Tab. 40

(b) Allemagne

* En monnaies nationales par tonne et en dollars USA par tonne

RELEVÉ DES PRIX DU FERROMANGANESE STANDARD 78% SUR LE MARCHÉ BRITANNIQUE
(£ /t CIF)

Année/Mois	2	4	6	8	10	12
1963	54,5	54,5	54,5	54,5	54,5	54,5
1964	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0
1965	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0
1966	50,0	50,0	51,0	51,0	51,0	51,0
1967	51,0	51,0	51,0	51,0	51,0	51,0
1968	51,0	51,0	51,0	51,0	50,0	51,0
1969	51,0	51,0	51,0	52,0	52,0	52,0
1970	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	56,0
1971	61,0	58,0	64,0	64,0	64,0	67,0
1972	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5	67,0
1973	67,5	67,5	67,5	-	-	-

Source : Metal Bulletin

Tab. 41

PRODUCTION MONDIALE DE MINÉRAI DE NICKEL EN TERMES DE TENEUR EN NICKEL PUR

(000 t)

Année	Canada	Cuba	N. Calédonie	URSS	Australie	Monde
1961	211	15	53	70	-	374
1962	211	17	34	80	-	367
1963	197	20	45	70	-	358
1964	207	23	60	75	-	395
1965	235	28	61	80	-	438
1966	203	28	68	85	-	419
1967	226	32	82	95	2	475
1968	240	37	116	100	5	541
1969	194	-	117	105	11	515

Tab. 42

Source : Statistical year book - ONU

PRODUCTION DE NICKEL RAFFINE DE LA COMMUNAUTÉ DES SIX ET DES NEUF

(t)

Pays	1969	1970	1971
Allemagne	474	565	219
UEBL	-	-	-
Pays-Bas	-	-	-
France	8.925	10.952	9.941
Italie	-	-	-
Total Communauté des Six	9.399	11.517	10.160
Grande-Bretagne	29.965	36.709	38.713
Total Communauté des Neuf	39.086	48.226	48.873

Tab. 43

Source : OCDE

CONSOMMATION DE NICKEL RAFFINE DE LA COMMUNAUTE DES SIX ET DES NEUF

	(t)		
Pays	1969	1970	1971
Allemagne	26.171	31.898	27.838
UEBL	1.700	3.200	2.000
Pays-Bas	621	953	723
France	31.839	36.071	32.211
Italie	16.200	19.800	18.000
Total Communauté des Six	76.531	91.922	80.772
Grande-Bretagne	27.174	38.323	28.794
Total Communauté des Neuf	103.705	130.245	109.566

Tab. 44

Source : OCDE

CHAPITRE 2

**POSSIBILITE d'INSTALLATION d'INDUSTRIES de
FERRO-ALLIAGES dans les EAMA**

2.1 PROCÉDES ET TYPES DE FERRO-ALLIAGES A PRODUIRE - FACTEURS DE PRODUCTION

2.1.1 Dimension des installations

La fabrication aux EAMA de ferro-alliages pour la sidérurgie ne peut constituer une initiative valable que si les conditions locales permettent d'obtenir, à des prix avantageux, des produits d'une qualité égale à ceux qui pourraient être fabriqués dans les pays européens.

Les éléments indiqués ci-après militent en faveur de la fabrication de ferro-alliages aux EAMA :

- la disponibilité locale de certaines matières premières qui n'auraient donc pas à être transportées en Europe;
- la disponibilité locale de grandes quantités d'énergie électrique à bon marché, ce qui n'est plus guère le cas dans les pays européens.

Parmi les éléments défavorables on compte au contraire :

- le coût plus élevé des installations de production;
- le coût plus élevé du personnel spécialisé;
- le coût plus élevé des transports jusqu'aux centres de consommation des produits finis.

En ligne générale, des calculs préliminaires effectués à titre indicatif pour ceux des EAMA qui paraissent offrir les meilleures conditions semblent indiquer que l'ensemble des facteurs favorables peut prévaloir sur l'ensemble des facteurs défavorables.

Même en faisant abstraction de cette indication pour des raisons de prudence et à parité de toutes les autres conditions, il apparaît nécessaire que les installations qui seront réalisées en Afrique aient les mêmes caractéristiques et dimensions que celles actuellement existantes ou que celles dont la réalisation est prévue en Europe.

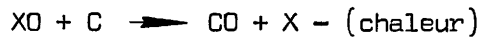
C'est pour cette raison que l'on s'est orienté vers des installations ayant une capacité de production correspondant à la taille économique optimale sur base européenne qui prévoit des installations (en particulier les fours électriques de réduction) de capacité unitaire proche des valeurs maximales permises par la technologie actuelle, de façon à mieux exploiter les économies d'échelle.

2.1.2 Procédés de fabrication

La fusion réductrice au four électrique est la méthode de production des ferro-alliages qui a été retenue par la présente étude comme étant la plus adéquate et économique pour les EAMA.

Le principe général est, dans les grandes lignes, identique pour tous les ferro-alliages.

La réaction de principe est la suivante; XO représentant l'oxyde du métal X à produire :



Le fer, s'il n'existe pas dans le minerai, est ajouté à la charge sous forme de mitraille ou de minerai.

La réduction de la plupart des alliages fabriqués au four électrique est une réaction fortement endothermique nécessitant en pratique une énergie électrique de 2.500 à 20.000 kWh par tonne de produit fabriqué dépendant de la nature de l'alliage, de la qualité des matières premières et de la grandeur du four électrique.

L'énergie électrique sert à couvrir les besoins thermiques de la réaction, à amener les constituants du lit de fusion à la température de la réaction, et à compenser les pertes thermiques du four.

Le carbone est utilisé, sous une forme ou sous une autre, comme agent réducteur et contrairement à son rôle dans le haut-fourneau il ne fournit aucune chaleur à la charge.

La plupart des fours électriques modernes utilisés pour la fabrication des ferro-alliages sont des fours triphasés utilisant donc trois électrodes placées en triangle et fonctionnant de manière continue.

Les tensions entre électrodes sont de l'ordre de 60 à 140 V.

Les électrodes les plus utilisées sont du type à auto-cuisson appelées également électrodes Soderberg. Elles sont formées d'une pâte ou pisé qui est un mélange de brai, de coke de pétrole et/ou d'antracite exactement dosé.

Les fours sont ouverts ou fermés suivant que l'alliage fabriqué donne lieu à la formation de croûtes qu'il faut détacher au fur et à mesure de leur formation (ferrosilicium) ou non (ferromanganèse).

Les fours fermés ou semi-fermés permettent de récupérer les gaz de réduction qui, formés de CO et de H₂ sont combustibles.

Annexé au présent chapitre on trouvera une description détaillée du four électrique employé pour la production de ferro-alliages et celle de la structure de l'usine pour ferro-alliages (voir Annexe, § 1 et 2 respectivement).

2.1.3 Types de ferro-alliages à fabriquer

Les ferro-alliages qui sont retenus en vue de leur fabrication dans un EAMA sont les suivants :

- le ferromanganèse;
- le ferrosilicium;
- le ferronickel.

Les facteurs essentiels qui conditionnent, aussi bien du point de vue technique qu'économique, la production des différents types de ces ferro-alliages sont indiqués et commentés ci-après.

Quelques considérations sont également formulées sur les réducteurs possibles.

2.1.3.1 Ferromanganèse

C'est le ferro-alliage de plus large consommation, employé presque exclusivement dans la sidérurgie.

La composition des différents types de ferromanganèse du commerce est reportée dans le tableau ci-après.

	(en %)				
	Mn	C	Si*	P*	S*
Fe-Mn 45-50	45-50	6,0-8,0	2	0,3	0,05
Fe-Mn 75-85 carburé	75-85	6,0-8,0	2	0,3	0,05
Fe-Mn 75-85 moyen	75-85	2,0-6,0	2	0,3	0,05
Fe-Mn 75-85 bas	75-85	0,5-2,0	2	0,3	0,05
Fe-Mn 75-85 super affiné	75-85	0,1-0,5	2	0,3	0,05

* Max

Les types de ferromanganèse de plus grande consommation sont les types carburés ayant une teneur en manganèse d'environ 80%. Ces types à eux seuls, comme déjà mentionné (voir § 1.2.3), représentent 85% environ de la consommation mondiale de ferromanganèse. C'est pour cette raison, comme pour sa relative facilité de fabrication, que la présente étude portera sur le ferromanganèse carburé (77% Mn et 7% C).

La fabrication du ferromanganèse au four électrique peut se faire suivant deux procédés.

- procédé à scorie pauvre en manganèse;
- procédé à scorie riche en manganèse.

On donne ci-après une description synthétique des deux procédés pour expliquer les raisons qui conseillent d'adopter le premier tout au moins pendant une première période.

Procédé à scorie pauvre en manganèse

Selon ce procédé, on travaille avec une scorie nettement basique grâce à l'apport de chaux jusqu'à des degrés de basicité qui peuvent dépasser 1,6. Dans la scorie il se trouve au maximum 14% de Mn, tandis que le rendement en manganèse dépasse normalement 80%.

Il s'agit d'un procédé très simple, qui est adopté quand on ne prévoit pas d'élaborations ultérieures du produit fini.

Le ferromanganèse ainsi obtenu peut avoir des teneurs en Mn supérieures même à 80% (cela dépend de la qualité du minerai), tandis que la teneur en carbone peut descendre jusqu'à environ 4%. Dans la présente étude, pour des raisons de prudence, on considère toutefois un ferro-alliage avec 7% C.

Procédé à scorie riche en manganèse

Avec ce procédé, on ne fait pas d'adjonction de fondant ou on n'en fait que très peu. Il en résulte une scorie à très faible degré de basicité, normalement inférieur à 1. En conséquence, le pourcentage de manganèse dans la scorie peut même dépasser 40%. L'une des qualités de cette scorie est d'être à peu près dépourvue de fer, et de contenir du phosphore en très petites quantités. Il est évident qu'il s'agit d'une scorie qui doit être élaborée. Elle représente en effet une phase de passage pour la fabrication de types de ferromanganèse très affinés. A cet effet, la scorie est transformée en ferro-silice-manganèse, et enfin en ferromanganèse super-affiné.

Type à fabriquer

Etant donné que les EAMA pris en considération pour la production éventuelle du Fe Mn disposent de minerais à haute teneur et compte tenu que la demande mondiale se réfère pour 85% environ aux types à scorie basique pauvre en manganèse, c'est le premier procédé, le plus simple qui est à conseiller pour la mise en route d'une production industrielle. Le passage ultérieur à des types de ferromanganèse plus affinés pourra éventuellement être réalisé en un second temps.

Matière première pour ferromanganèse 75-85%

Il est nécessaire que le minerai de charge contienne au moins 45% Mn et au plus 11% de silice (SiO_2). Quant au rapport entre Mn et Fe en charge, il ne doit pas dépasser la valeur de 8 : 1.

Si l'on emploie des minerais ayant une teneur en manganèse inférieure à 45% il se forme trop de scories qui provoquent des pertes de manganèse et une augmentation de consommation d'énergie électrique.

Pour ne pas fabriquer trop de scories, il est nécessaire que le réducteur contienne peu de cendres. Le coke métallurgique, le coke formé, l'antracite, le charbon de bois, se prêtent à être employés comme réducteurs.

Naturellement, on peut employer aussi des charbons d'une qualité inférieure pourvu que le prix de revient le permette, en tenant compte des rendements moindres en manganèse, des consommations plus fortes d'énergie électrique, et de l'augmentation des valeurs des autres composants du prix de revient.

Consommation d'énergie et productivité

Les plus gros fours pour ferromanganèse actuellement en exploitation ont une puissance installée de 25.000 kVA. Deux unités correspondent actuellement à la capacité optimale de production en Europe; celle-ci sera par conséquent retenue aux fins de la présente étude.

$$\frac{25.000 \cdot 7.920 \cdot 0,9}{2.700} = 66.000 \text{ t de ferromanganèse}$$

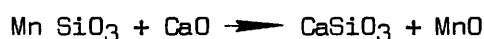
L'introduction dans la charge du fer nécessaire est faite habituellement sous forme de ferraille de petites dimensions, mieux encore sous forme de riblons. Si toutefois on ne dispose pas de ce matériau on peut avoir recours à un bon minerai de fer. Il y a lieu de tenir compte à ce propos que l'emploi du minerai à la place de la ferraille, ne fait pas augmenter de beaucoup le prix de revient, si le coût de l'énergie électrique est très bas.

A titre indicatif, la composition de la charge est indiquée ci-après ainsi que les consommations d'énergie et d'électrodes pour fabriquer 1 t de ferromanganèse :

- minerai de manganèse (48% Mn)	kg	2.050
- minerai de fer (68%)	"	300
- coke	"	550
- énergie électrique	kWh	2.700
- électrodes	kg	20

On peut dire que, sur les 18% de manganèse qui sont perdus, environ 1/3 passe dans les fumées et 2/3 dans les scories.

Si dans la charge le pourcentage de silice est élevé, il faut ajouter de la chaux parce qu'autrement, la perte de manganèse augmenterait, passant dans les scories sous forme de silicate. La chaux, au contraire, capte la silice, formant du silicate de calcium et laissant libre l'oxyde de manganèse qui est réduit par le carbone :



2.1.3.2 Ferrosilicium

Les types les plus courants de ferrosilicium sont les suivants :

PRINCIPAUX TYPES DE FERROSILICIUM

	(en %)				
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
FeSi 8/15	8+15	2,5	0,15	0,15	haut-fourneau
FeSi 45/50	45+50	0,4	0,15	0,10	four électrique
FeSi 75/85	75+85	0,3	0,10	0,10	" "
FeSi 90/95	90+95	0,2	0,10	0,10	" "
Silicium 96/99	96+99	-	-	-	" "

(a) Si

(b) C max

(c) S "

(d) P "

(e) Type de fabrication.

Type à fabriquer

En ce qui concerne ce choix on peut formuler les considérations suivantes de nature technique :

- la fabrication du type 45-50 est nécessairement exclue, parce qu'il ne se prête pas au stockage et au transport, étant donné qu'au contact de l'air il se réduit en poudre, dégageant des gaz nocifs constitués d'hydrogène, de phosphine et d'ammoniaque qui peuvent même provoquer des explosions;
- il n'y a pas de gros problème pour le stockage de ferrosilicium 75/80. En ce qui concerne son transport, les normes de sécurité exigent que les cales des navires soient bien ventilées pour empêcher des accumulations de gaz nocifs qui pourraient s'y dégager éventuellement;
- on peut également exclure les types à basse teneur (jusqu'à 15%), qui sont fabriqués exclusivement dans des hauts-fourneaux et qui sont donc appelés "fontes siliceuses";
- entre les types 75/85 et 90/95 les plus demandés (voir § 1.2.3) et les plus aisément fabriqués au four électrique sont les premiers. C'est donc le type standard 75% qui a été retenu dans la présente étude.

Matière première pour le ferrosilicium

La silice, c'est à dire la substance de base qui contient le silicium, se trouve dans la nature comme constituant de nombreux minerais. Peu d'entre eux, toutefois, sont aptes économiquement aux fabrications en question; il s'agit de : quartz, quartzite et calcédoine; parmi eux, on préfère le quartzite.

Pour la fabrication du ferrosilicium à haute teneur il est nécessaire que le quartzite ait un contenu en SiO_2 d'au moins 96%. Et il est également nécessaire qu'il contienne peu d'impuretés : les plus nocifs sont le P_2O_5 , dont la proportion ne doit pas dépasser 0,03%, et le soufre. Le quartzite doit présenter aussi une bonne résistance mécanique, c'est-à-dire, ne pas se pulvériser quand on le concasse pour obtenir la granulométrie voulue pour la charge.

Le fer est introduit normalement sous forme de riblons, ou bien sous forme de ferraille nettoyée ou d'écaillés de laminage. En l'absence de ces matériaux, on peut recourir à un bon minerai de fer.

Un important apport de fer est donné par les cendres du coke.

Outre le coke métallurgique et le charbon de bois, on peut utiliser, comme réducteurs dans la fabrication de ferrosilicium, le coke de pétrole et l'antracite.

Le charbon de bois serait le réducteur idéal, mais sa fragilité et son prix élevé font obstacle, dans les pays de technologie avancée, à son emploi en sidérurgie*.

Fabrication du ferrosilicium

Pour la fabrication du ferrosilicium 75/80, le quartzite, après concassage, est criblé pour utiliser les morceaux de 30 + 50 mm. Le coke est utilisé dans les dimensions 10 + 20 mm.

Quartzite et coke, une fois bien mélangés ensemble, sont enfournés mécaniquement et de façon continue; la coulée est intermittente.

La fabrication du ferrosilicium est plus compliquée que celle du ferromanganèse. Une grande attention est nécessaire, notamment dans la fabrication des types à teneur élevée, pour garantir une marche régulière et un bon rendement avec peu de pertes en fumées.

A titre indicatif, la composition de la charge ainsi que la consommation d'énergie et d'électrodes, pour fabriquer une tonne de ferrosilicium 75% est la suivante :

- quartzite	kg	1.900
- minerai de fer	"	300
- coke	"	1.000
- énergie électrique	kWh	9.000
- électrodes	kg	60

Le rendement du silicium est d'environ 90%.

Dans le cas d'utilisation de ferraille on a une diminution de consommation d'énergie, d'environ 600 kWh/t.

* Au Brésil seulement, on utilise ce réducteur car on a organisé dans ce pays une production rationnelle de charbon de bois, basée sur de vastes plantations d'eucalyptus.

Consommation d'énergie et productivité

Les plus gros fours à ferrosilicium actuellement en exploitation ont une puissance installée de 40.000 kVA.

Deux unités constituent la capacité optimale de production en Europe; cette capacité a été retenue aux fins de la présente étude.

Un four d'une telle puissance, en tenant compte des consommations spécifiques d'énergie et en considérant un $\cos \varphi$ moyen de 0,9, donnerait en un an de 330 jours travail, les productions suivantes :

	Consommation spécifique kWh/t	Production t/an
Ferrosilicium 75% Si*	9.000	31.500
Ferrosilicium 90% Si	11.600	24.600
Silicium métal 98,5% Si	13.000	22.000

* Avec charge de minerai de fer pour l'apport du fer.

2.1.3.3 Ferronickel

Le ferronickel est pris en considération dans la présente étude à la suite de la découverte dans les EAMA d'indices intéressants de gisements de minerai de nickel de qualité et de puissance telles qu'elles justifieraient non seulement l'exploitation pour l'exportation mais aussi un éventuel traitement sur place pour en tirer du ferronickel.

Si cette fabrication apparaissait rentable, rien n'excluerait, en une seconde étape, de passer à la fabrication du nickel métal.

Tandis que le nickel pur trouve son emploi dans différents secteurs, aussi bien seul qu'en alliage avec d'autres métaux, l'usage du ferronickel, au contraire, est limité à la sidérurgie.

Il y a lieu de préciser que, dans ces applications, on emploie non seulement le ferronickel, mais aussi, et en grande quantité, le nickel pur en cathodes ou en tablettes.

Les types de ferronickel sont nombreux, mais leurs différences résident surtout dans leur contenu en nickel. Les types les plus répandus sont, toutefois, celui à 25% Ni et celui à 50% Ni. Seul le premier est pris en considération pour la présente étude.

Matière première pour ferronickel

Les principaux minerais contenant du nickel sont : la pyrite nickélifère et la garniériste. La première contient le nickel sous forme de sulfure, la seconde sous forme d'oxyde.

Les minerais sulfureux de nickel sont les plus répandus, et représentent la matière première la plus employée pour l'extraction du nickel. Il s'agit toutefois d'une opération très complexe, qui se déroule en de nombreuses phases pour éliminer non seulement le soufre, mais aussi le cuivre qui est presque toujours présent dans les minerais sulfureux de nickel.

La fabrication du ferronickel en partant des minerais qui contiennent le nickel sous forme d'oxyde, est au contraire beaucoup plus simple.

Parmi les divers procédés pour la fabrication du ferronickel en partant de la garniériste, le plus simple est dénommé "procédé à réduction graduée".

Fabrication du ferronickel

Selon le procédé à réduction graduée, le minerai de nickel est chargé dans le four avec une quantité de coke légèrement supérieure à celle stoechiométriquement nécessaire pour la réduction de l'oxyde de nickel, favorisant ainsi le passage dans la scorie des autres oxydes, parmi lesquels principalement l'oxyde de fer.

A titre indicatif on donne ci-après les consommations spécifiques de la fabrication de Fe Ni 25%, en employant comme matière première une garniériste ayant 2% Ni :

- minerai (garniériste 2% Ni)	kg	14.000
- coke	"	600
- calcaire	"	3.000
- énergie électrique	kWh	15.000
- électrodes	kg	100

Dans le cas où l'on devrait employer une matière première plus pauvre en nickel (comme celle qui a été découverte dans les EAMA) les consommations spécifiques de minerai et d'énergie électrique doivent être accrues.

Consommation d'énergie et productivité

Les fours modernes pour la fabrication du ferronickel selon le procédé de la réduction graduée, ont une puissance installée de 25.000 kVA; des fours d'une capacité double sont en cours de réalisation. Deux fours de cette taille ont été retenus pour une production de ferronickel dans les EAMA.

Ce type de four est très semblable à celui qui sert à la fabrication du ferrochrome, c'est-à-dire un four inclinable avec deux trous de coulée : l'un pour la scorie, l'autre pour le ferronickel.

Avec un four de 50.000 kVA, en tenant compte des consommations spécifiques d'énergie d'environ 20.000 kWh/t et en considérant un $\cos \varphi$ égal à 0,90, on obtiendrait, en un an de 330 jours d'exercice, une production d'environ 16.000 t/an de ferronickel 25%.

A ce point, on estime opportun de préciser que, pour ce qui concerne une éventuelle fabrication de ferronickel dans les EAMA, on a pris en considération un procédé qui du point de vue des installations est le plus simple, mais qui requiert une grosse consommation d'énergie.

Un tel choix a été suggéré également par le fait que l'on ne dispose pas d'informations suffisantes sur la nature des minerais nickélifères des EAMA.

Il existe en effet des techniques modernes de fabrication du ferronickel, qui peuvent garantir des productivités et des rendements économiques meilleurs que la technique simple indiquée ci-dessus.

Le choix de la technique la plus adéquate pourra être fait plus tard sur la base d'une meilleure connaissance des caractéristiques physiques et chimiques du minerai disponible.

2.1.3.4 Les réducteurs considérés

Dans la présente étude on a pris en considération : coke, charbon de bois et anthracite.

Dans l'industrie des ferro-alliages, dans le monde entier, le coke est le réducteur le plus employé malgré son prix élevé.

Dans certaines usines, on emploie aussi de l'anhracite. Toutefois, ce réducteur est normalement beaucoup moins réactif que le coke; plus exactement, seuls quelques types d'anhracite sont vraiment aptes à cet usage.

Or, pour ce qui concerne les productions dans les EAMA, il s'agit d'employer de l'anhracite de qualité adéquate.

Eventuellement, si les résultats n'étaient pas satisfaisants, on pourra recourir à un mélange d'anhracite et de coke.

Un autre inconvénient, qui en Europe fait exclure l'anhracite, est son contenu en substances goudronneuses qui rendent l'épuration des fumées plus difficile, d'où la nécessité d'avoir recours à des installations d'épuration beaucoup plus coûteuses que dans le cas d'emploi de coke ou de charbon de bois.

Le charbon de bois, comme déjà mentionné, est un excellent réducteur; il faut seulement avoir la précaution de ne pas introduire dans le four un charbon trop humide, et en même temps d'éviter qu'il contienne trop de poudre.

Outre ses bonnes propriétés réductrices, le charbon de bois a aussi l'énorme avantage, par rapport au coke et à l'anhracite, de ne pas apporter d'éléments nocifs et d'avoir une teneur en cendres à peu près négligeable.

Les EAMA pourraient, comme on le fait au Brésil, développer de grandes productions de charbon de bois en exploitant les forêts locales et en procédant à la plantation d'eucalyptus.

2.2 DESCRIPTION DES RESSOURCES EXISTANTES ET POTENTIELLES LIEES AU DEVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE DE FERRO-ALLIAGES

Critère de sélection

Les conditions de base auxquelles doivent satisfaire les Eama pour être pris en considération comme emplacements des industries à l'étude, sont :

- disponibilité de la matière première essentielle;
- disponibilité d'énergie électrique (actuelle ou potentielle) à des prix particulièrement bas;
- emplacement favorable des gisements par rapport à l'infrastructure existante ou en projet (chemins de fer, ports, etc.) et des sources énergétiques;
- disponibilité d'agents réducteurs, si possible locaux.

Pour répondre à ces conditions, il a été procédé tout d'abord à une analyse bibliographique de la documentation disponible pour chaque EAMA, et un tableau général de la situation offerte par chacun des pays a été tracé.

Par des éliminations successives sur la base de la non-correspondance aux conditions requises, on a sélectionné un certain nombre de pays qui semblent répondre globalement de façon favorable aux exigences de la sélection.

Pour approfondir l'examen et pouvoir vérifier ce qui est supposé ou établi dans cette première phase de l'enquête, les pays précédemment sélectionnés ont fait l'objet d'une visite et de rencontres avec les responsables directs des différents secteurs intéressés.

Les résultats de cette recherche sont exposés sous forme d'une indication de la possibilité de chaque pays à recevoir le type d'industrie à l'étude.

En conclusion, il est présenté pour chaque pays une fiche dont l'extension et le degré de détail varie en fonction de l'aptitude du pays aux productions à l'étude.

L'ensemble des fiches constitue le premier des trois volumes qui forment la présente étude.

Le tableau général des pays éliminés en raison de l'absence ou de l'insuffisance des facteurs essentiels, est le suivant :

Pays	Manque de ressources énergétiques	Manque de ressources minières	Manque d'infrastructures et/ou excentricité des ressources
Burundi	x	x	x
Cameroun	(avec réserve)	(avec réserve)	x
Tchad	x	x	x
Dahomey	(avec réserve)	(avec réserve)	x
Haute Volta	x	"	x
Mali	(avec réserve)	"	x
Madagascar	"	"	x
Niger	x	x	x
RCA	x	x	x
Rwanda	x	x	x
Somalie	x	x	x

Ont été au contraire visités la Mauritanie, le Sénégal, la Côte d'Ivoire, le Togo, le Gabon et le Zaïre. La République Populaire du Congo, à cause de ses caractéristiques estimées suffisamment intéressantes, à la suite d'un contrôle de la documentation déjà disponible, a été prise en considération elle aussi, bien que non visitée.

2.3 CONCLUSIONS

De l'analyse qui figure au paragraphe précédent sur la présence dans les EAMA des conditions nécessaires à la production des ferro-alliages des types considérés, on a tiré les conclusions suivantes :

- le Zaïre en particulier, et le Gabon dans une mesure moindre, disposent de potentiels hydroélectriques importants et en mesure de satisfaire les besoins en énergie envisagés pour les installations à l'étude; il y a lieu toutefois de remarquer que la connaissance des possibilités énergétiques (aménagement d'Inga) est à un stade beaucoup plus avancé pour le Zaïre que pour le Gabon;
- le Zaïre et le Gabon possèdent les matières premières nécessaires pour le ferrosilicium; le Gabon les possède aussi pour le ferromanganèse et le Zaïre pour le ferronickel;
- la République Populaire du Congo est bien située géographiquement et peut jouir de conditions particulièrement favorables (comme l'énergie électrique et les matières premières provenant à des prix intéressants de pays limitrophes) pour la fabrication du ferromanganèse.

Tous les pays susmentionnés sont ou seront dotés d'infrastructures adéquates et ne posent pas de problèmes particuliers eu égard aux autres facteurs de production.

Devant la situation favorable que présentent ces pays, tous les autres - y compris les pays candidats avec des réserves variées - peuvent être écartés.

CHAPITRE 3

**EMPLACEMENTS POSSIBLES des USINES
et SOLUTIONS CONSIDEREES**

Sur la base de ce qui précède et plus précisément de l'exposé du § 2.3 du chapitre précédent, les pays intéressés par l'éventuelle implantation d'une usine de ferro-alliage sont :

- le Zaïre, le Gabon et la République Populaire du Congo.

Les raisons de ce choix, les types de ferro-alliages qui pourront être produits dans ces pays, les niveaux de production et les emplacements les plus favorables pour les usines sont l'objet du présent chapitre.

Dans la seconde partie seront présentées les solutions proposées pour les installations, tenant compte pour chacun de ces pays des différents facteurs de production examinés.

3.1 PAYS CONSIDERES

3.1.1 Zaïre

La disponibilité, dans la zone d'influence de l'aménagement d'Inga, de grandes quantités d'énergie électrique à bon marché, et de matériaux siliceux de qualité adéquate, ainsi que l'infrastructure de transport existante (chemin de fer + ports de Matadi et/ou Banana, de réalisation prochaine), permettent d'envisager une production de ferrosilicium, plus précisément du type standard à 75%.

La localisation des installations, compte tenu des quantités considérables de matières premières brutes nécessaires, sera choisie à proximité des mines de quartzites, c'est-à-dire dans la zone de Lufu-Monolithe.

L'évacuation de la production annuelle (63.000 t environ) peut être facilement assurée par le chemin de fer existant et par les équipements portuaires actuels, sans que cela pose de problèmes particuliers.

La disponibilité aux alentours de Kananga d'un intéressant gisement de minerais de nickel de qualité qui paraît convenable, et la coïncidence du passage dans le voisinage immédiat de la ligne HT en courant continu de liaison entre l'aménagement d'Inga et les utilisateurs de la région du Shaba (actuellement décidée et de réalisation prochaine) suggère de façon analogue d'envisager une production d'alliages au nickel dans cette région du Zaïre.

Plus précisément, compte tenu des très importantes consommations spécifiques de minerai de nickel par tonne de produit fini, les installations seront implantées sur les gisements mêmes.

Une description sommaire des procédés de fabrication et de la structure d'une usine pour ferro-alliages valable en général pour tous les types considérés, figure à l'Annexe.

Les principales caractéristiques des installations envisagées sont reportées ci-après.

3.1.1.1 Ferrosilicium

L'usine comprend :

- une section de déchargement et de stockage des matières premières et des réducteurs;
- une section de production, basée sur deux fours électriques d'une puissance unitaire de 40.000 kVA et les équipements électriques y relatifs, apte à assurer une production annuelle de 63.000 t de Fe-Si 75%;
- une section de stockage et de conditionnement du produit fini;
- les services généraux et auxiliaires.

Matières premières et réducteurs

Les principales matières premières utilisées sont :

- le quartzite des gisements (contenu minimal 96% SiO₂) des gisements de Lufu-Monolithe;
- minerai de fer de la région du Nord-Est (dans le cas où la production en aurait été entreprise pour les besoins de l'industrie sidérurgique nationale et/ou d'exportation), ou - compte tenu des modestes quantités nécessaires - du minerai d'importation.

Pour ce qui concerne les réducteurs, on a considéré :

- le coke ou anthracite, d'importation;
- le charbon de bois de production locale.

Autres agents

L'énergie électrique, comme il est dit plus haut, provient de l'aménagement d'Inga.

Les chemises pour les électrodes et la pâte elle-même seront, au moins pendant les premiers temps, importées.

Les coûts unitaires d'estimation des différents facteurs de production sont indiqués au Tab. 45.

3.1.1.2 Ferronickel

Comme déjà mentionné, pour la fabrication du ferronickel au Zaïre, il est envisagé une méthode de réduction électro-thermique directe, c'est-à-dire la technique la plus simple qui ne prévoit aucun pré-traitement, du minerai pour le déshydrater, le calciner ou le pré-réduire.

Suivant ce procédé, dans le cas du Zaïre (où l'on pourrait peut-être disposer d'un minerai avec des teneurs en nickel de l'ordre de 1,20%) la quantité de minerai nécessaire, pour produire 1 t de Fe-Ni, à 25% Ni, s'élèverait à 22 + 24 tonnes.

Cette méthode qui comporte une consommation très élevée d'énergie électrique, à savoir environ 20.000 + 22.000 kWh par tonne de ferro-alliages à 25% Ni, et qui offre une grande simplicité d'installation, impose toutefois la disponibilité d'énergie électrique à un coût assez bas.

En effet une estimation comparative entre le coût de l'installation de pré-traitement et l'augmentation du coût d'exploitation en l'absence de cette installation, donne les résultats suivants : l'installation de pré-traitement de la capacité considérée aux fins de la présente étude, nécessiterait au moins trois fours rotatifs d'une longueur de 80 m et d'un diamètre de 3 m, revêtus intérieurement de briques silico-lumineuses, et une série de récipients fermés pour le transport du minerai aux fours électriques, et coûterait environ 6 millions de dollars. Il s'ensuit que, pour les amortissements et frais d'entretien, la tonne produite de Fe-Ni serait grevée de 34 US \$, valeur correspondant à la consommation d'environ 5.200 kWh, tandis que la quantité d'énergie qui pourrait être épargnée serait de l'ordre de 6.000 kWh par tonne de Fe-Ni produite.

En considérant toutefois les autres frais d'exploitation tels que, notamment, le coût du naphte consommé au four rotatif (70-80 kg/t de minerai calciné), dont le prix de revient est très élevé en raison de son coût de transport depuis la côte jusqu'au lieu d'utilisation, on est parvenu à la conclusion qu'il serait malgré tout plus intéressant de ne pas installer de fours rotatifs pour le pré-traitement du minerai.

L'usine comprend donc :

- une section de stockage du minerai de Ni et des réducteurs;
- une section de production, structurée sur deux fours électriques d'une puissance de 50.000 kVA (avec l'équipement électrique y relatif), apte à assurer une production annuelle de 32.000 t de Fe-Ni 25%;
- une section de stockage et conditionnement du produit;
- les services auxiliaires et généraux.

Matières premières, réducteurs et autres agents

La seule matière première nécessaire est le minerai du type garniéritique de Kananga, ayant un contenu en nickel estimé, par mesure de prudence de l'ordre de 1,20%.

Dans ce cas également, pour l'évaluation des coûts de production on a considéré l'emploi de réducteurs d'importation (coke ou anthracite) ou locaux (charbon de bois) et de matériels d'importation pour les électrodes.

L'énergie électrique, provenant d'Inga, sera fournie par le poste de soutirage de Kananga.

Les coûts unitaires estimés des différents facteurs, figurent au tableau récapitulatif.

3.1.2 Gabon

En ce qui concerne la production d'alliages au silicium, parmi les divers sites possibles, le seul qui ait été considéré est celui de Mayumba.

Il s'agit en effet d'un port sur l'océan, proche des gisements de fer et de quartzites de Tchibanga, et assez proche des aménagements des Chutes de l'Imperatrice (à l'étude) et des Portes de l'Okanda (potentiellement le plus important du pays) pour pouvoir disposer de l'énergie nécessaire non grevée de coûts de transport excessifs.

Pour l'utilisation du manganèse local, on a considéré au contraire la localité de Libreville, qui est déjà dotée d'un port équipé (Owendo); elle est proche en outre des aménagements hydroélectriques des Chutes de l'Impératrice et des Portes de l'Okanda et peut être facilement approvisionnée en matières premières et réducteurs nécessaires.

Le minerai de fer pourra y être transporté par le chemin de fer qui, une fois achevé reliera Libreville à la région de Mékambo; le minerai de manganèse peut y arriver, maintenant, par voie maritime depuis le port d'embarquement de Pointe-Noire, et dans un avenir proche par la voie nationale Moanda-Libreville, dont le projet a été mis récemment à l'étude, et qui selon les prévisions pourra être réalisée à l'horizon de référence de la présente étude.

Libreville, étant en outre port atlantique, comme Mayumba, aucun problème ne se pose pour l'approvisionnement en réducteurs d'importation comme le coke et/ou l'anhracite. Dans le cas d'installation à Libreville d'une sidérurgie pour l'exportation (voir second volume), une usine locale de ferro-alliage pourrait jouir en outre de tous les avantages inhérents à une éventuelle intégration, et disposer des excédents de coke auto-produit à des prix intéressants.

L'excentricité de la zone des gisements de manganèse, bien que celle-ci soit dotée d'un potentiel hydroélectrique intéressant (site de Mafula-Matato), et l'absence aux alentours de gisements de minerai de fer, ont déconseillé de la prendre en considération pour l'installation de l'usine de ferromanganèse.

Pour la description des procédés de fabrication et des usines considérées, voir l'Annexe du présent chapitre.

Les caractéristiques de base des usines et des productions sont reportées ci-après.

3.1.2.1 Ferrosilicium

L'usine de Mayumba comprend :

- une section de déchargement et de stockage des matières premières et des réducteurs;

- une section de production, basée sur deux fours électriques d'une puissance de 40.000 kVA avec équipements électriques y relatifs apte à assurer une production annuelle de 63.000 t de Fe-Si 75%;
- une section de stockage et de conditionnement du produit fini;
- les services généraux et auxiliaires.

Matières premières et réducteurs

Les principales matières premières utilisées sont :

- le quartzite des gisements de la zone de Tchibanga;
- minerai de fer de la région de Tchibanga même.

Pour ce qui concerne les réducteurs, on a considéré : coke et anthracite d'importation et comme variante le charbon de bois d'éventuelle production locale.

L'énergie électrique, proviendra des aménagements des Chutes de l'Impératrice ou des Portes de l'Okanda; les chemises et la pâte pour les électrodes seront, au moins pendant les premiers temps, importés.

Les coûts unitaires des différents facteurs de production sont exposés dans le cadre récapitulatif du Tab. 45.

3.1.2.2 Ferromanganèse

L'usine de Libreville comprend :

- une section de stockage des matières premières (minerai de fer local ou ferraille d'importation) et des réducteurs;
- une section de production, basée sur deux fours électriques d'une puissance installée globale de 50.000 kVA et équipements électriques y relatifs, en mesure d'assurer une production annuelle de 130.000 t (dans le cas d'emploi de minerai de fer) ou de 145.000 t/an (dans le cas d'emploi de ferraille) de Fe-Mn 77% du type standard;
- une section de stockage et de conditionnement du produit fini;
- les services généraux et auxiliaires.

Matières premières, réducteurs et autres agents

Les principales matières premières utilisées sont :

- le minerai de manganèse de Moanda (teneur 45%);
- le minerai de fer de la région de Mékambo, ou en alternative de la ferraille importée.

Les réducteurs considérés sont :

- coke d'importation ou coke de production locale, excédentaire aux besoins de l'industrie sidérurgique;
- anthracite importé;
- charbon de bois de production locale.

Comme pour le ferrosilicium, l'énergie électrique proviendra des aménagements des Chutes de l'Impératrice ou des Portes de l'Okanda.

Les composants des électrodes seront au contraire d'importation.

Les coûts unitaires des différents facteurs de production figurent au Tab. 45.

3.1.3 République Populaire du Congo

Sur la base des considérations ci-après :

- la possibilité d'avoir avantageusement recours à l'énergie électrique des aménagements hydroélectriques d'Inga (Zaire);
- l'absence d'indices certains sur les gisements de silice ou de quartzites;
- la disponibilité locale du minerai de manganèse du Gabon, qui est évacué de Moanda par Pointe-Noire,

on a estimé opportun de ne considérer que la production de ferromanganèse.

L'usine ne peut être implantée qu'à Pointe-Noire, point de passage obligatoire du minerai de manganèse.

3.1.3.1 Caractéristiques de l'usine

Elles sont analogues à celles déjà exposées pour le Gabon (voir § 3.2.1.2).

Les matières premières utilisées sont :

- minerai de Mn de Moanda (Gabon);
- ferraille d'importation.

L'énergie électrique, comme mentionné plus haut, sera importée du Zaïre.

Les agents réducteurs - à l'exception du charbon de bois d'éventuelle production locale - seront eux aussi d'importation de même que les composants des électrodes.

Les coûts unitaires des différents facteurs de production considérés, figurent au Tab. 45.

3.2 LES SOLUTIONS CONSIDEREES

Elles ont été définies, autant que possible, suivant le critère de la valorisation maximale des ressources locales.

On a essayé par ailleurs de fournir d'utiles éléments de référence permettant de comparer ces solutions avec celles des matières premières et/ou des agents réducteurs d'importation.

Ces raisons, ainsi que la disponibilité des éléments nécessaires (examinés dans les chapitres précédents du rapport), permettent de définir les solutions exposées dans le tableau synoptique ci-après.

Chaque solution est marquée d'un certain nombre de lettres, et éventuellement d'un chiffre qui ont la signification ci-après :

- la première lettre indique le type de ferro-alliage :

- . S dans le cas de ferrosilicium;
- . M dans le cas de ferromanganèse;
- . N dans le cas de ferronickel;

- la seconde lettre indique le pays où la production a été considérée à savoir :

- . Z pour Zaïre;
- . G pour Gabon;
- . C pour République Populaire du Congo;

- la troisième lettre indique la localité de l'installation :
 - L pour Lufu (Zaïre) et Libreville (Gabon);
 - M pour Mayumba (Gabon);
 - P pour Pointe-Noire (République Populaire du Congo);
 - K pour Kananga (Zaïre);
- la quatrième lettre indique le réducteur employé :
 - K pour coke;
 - H pour charbon de bois;
 - A pour anthracite;
- la cinquième lettre indique si l'apport de fer, là où il est nécessaire, a été fait au moyen de minerai de fer (M) ou de ferraille (F);
- le sixième signe est un chiffre qui indique les différences éventuelles entre le minerai de fer (local et importé) et les prix ou la provenance de l'énergie électrique (prix de référence ou donnée officielle).

TABLEAU SYNOPTIQUE DES SOLUTIONS CONSIDEREES

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
<u>Fe-Si 75%</u>								
Zaïre	Lufu	2 x 40.000	63	coke	min. loc.	Inga	SZLKM 1	1
"	"	"	"	"	" imp.	"	" 2	2
"	"	"	"	ch. bois	" loc.	"	SZLHM 1	3
"	"	"	"	"	" imp.	"	" 2	4
"	"	"	"	anthracite	" loc.	"	SZLAM 1	5
"	"	"	"	"	" imp.	"	" 2	6
"	"	"	"	coke	ferr.	"	SZLKF	7
Gabon	Mayumba	"	"	"	min. loc.	réf.	SGMKM 1	8
"	"	"	"	ch. bois	" "	"	SGMHM 1	9
"	"	"	"	anthracite	" "	"	SGMAM 1	10
"	"	"	"	coke	ferr.	"	SGMKF	11
<u>Fe-Mn 77%</u>								
Gabon	Libreville	2 x 25.000	130	coke imp.	min. loc.	réf.	MGLKM 1	12
"	"	"	"	" loc.	" "	"	" 2	13
"	"	"	"	" imp.	" "	loc.	" 3	14
"	"	"	"	" loc.	" "	"	" 4	15
"	"	"	"	ch. bois	" "	réf.	MGLHM 1	16
"	"	"	"	"	" "	loc.	" 2	17
"	"	"	145	coke	ferr.	réf.	MGLKF 1	18
"	"	"	"	"	"	loc.	" 2	19
"	"	"	"	ch. bois	"	réf.	MGLHF 1	20
"	"	"	"	"	"	loc.	" 2	21
"	"	"	130	anthracite	min. loc.	réf.	MGLAM 1	22
"	"	"	"	"	" "	loc.	" 2	23
"	"	"	145	"	ferr.	réf.	MGLAF 1	24
"	"	"	"	"	"	loc.	" 2	25
Congo B.	Pointe Noire	"	"	coke	"	Inga	MCPKF	26
"	"	"	"	ch. bois	"	"	MCPHF	27
"	"	"	"	anthracite	"	"	MCPAF	28
<u>Fe-Ni 25%</u>								
Zaïre	Kananga	2 x 50.000	32	coke		Inga	NZKK	29
"	"	"	"	ch. bois		"	NZKH	30
"	"	"	"	anthracite		"	NZKA	31

(a) Localité

(e) Fer

(b) Fours (n x kVA)

(f) Energie électrique

(c) Production (10³ t/an)

(g) Sigle

(d) Réducteur

(h) n. solution

min. imp. = minerai d'importation - min. loc. = minerai local

énergie électrique réf. * prix de référence - énergie électrique loc. = prix officiel

COUTS DES FACTEURS DE PRODUCTION

Poste	Unité	Pays			Rendu à :	DL/DE
		Gabon	Congo*	Zaïre		
Matières premières :						
- minerai de fer (63%)	\$/t	9,80	-	-	Libreville	x
"	"	8,80	-	-	Mayumba	x
"	"	-	-	10,50	Lufu	x
"	"	-	-	14,50	Lufu	x
- ferraille	"	-	50,00	-	Pointe Noire	x
"	"	50,00	-	-	Libreville	x
"	"	-	-	54,00	Lufu	x
- minerai de Mn(45%)	"	14,80	-	-	Libreville	x
"	"	-	16,80	-	Pointe Noire	x
- quartzite	\$/t	-	-	7,6	Lufu	x
"	"	7,5	-	-	Mayumba	x
Réducteurs :						
- charbon bois (80%)	\$/t	32,00	-	-	Libreville	x
"	"	-	32,00	-	Pointe Noire	x
"	"	-	-	32,00	Lufu et Kananga	x
- coke (88%)	"	54,00	-	-	Libreville	x
"	"	44,00	-	-	"	x
"	"	-	54,00	-	Pointe Noire	x
"	"	-	-	58,00	Lufu	x
"	"	-	-	62,00	Kananga	x
- anthracite (80%)	"	22,00	-	-	Libreville et Mayumba	x
"	"	-	22,00	-	Pointe Noire	x
"	"	-	-	26,00	Lufu	x
"	"	-	-	30,00	Kananga	x
Energie électrique						
	10 ⁻⁴ \$/kWh	45	-	-	Libreville	x
		84	-	-	Libreville	x
		45	-	-	Mayumba	x
		126	-	-	Mayumba	x
		-	40 + 50	-	Pointe Noire	x
		-	-	42 + 52	Lufu	x
		-	-	65 + 75	Kananga	x
Autres :						
- chaux	\$/t	14,00	-	-	Libreville	x
"	"	-	14,00	-	Pointe Noire	x
- chemises pour électrodes	\$/kg	0,270	0,270	0,270	-	x
- pâte d'électrode	"	0,120	0,120	0,120	-	x

* République Populaire du Congo

Tab. 45

CHAPITRE 4

ETUDE de PRE-FACTIBILITE

COÛTS D'INVESTISSEMENT

Les postes considérés pour la détermination des investissements nets, pour installations montées et prêtes à entrer en service, sont les suivants :

- équipement stock initial de pièces de rechange et matériels divers pour compléter les installations;
- Génie Civil;
- montages;
- engineering;
- marge pour imprévus.

Les coûts des installations ont été déduits de coûts européens (estimés sur la base des conditions de marché fin 1972), en appliquant un coefficient de majoration pour tenir compte des frais de transport et des coûts locaux supérieurs pour le montage ainsi que pour les ouvrages de Génie Civil. Ces coefficients ont été déduits d'études relatives à des réalisations analogues dans les pays considérés.

En comparant les coûts d'une usine du même type, d'une part en Europe (voir Tab. 46), et d'autre part dans la zone à l'étude, aussi bien dans des localités pourvues d'un port important déjà équipé, que dans des localités situées à l'intérieur des pays mais reliées à l'infrastructure de transport existante, on a obtenu les coefficients ci-après :

- | | |
|---|------|
| - pays africains dans des localités pourvues d'un port (Libreville et Mayumba au Gabon; Pointe-Noire dans la République Populaire du Congo) | 1,28 |
| - pays africains dans des localités assez distantes d'un port* (Lufu au Zaïre) | 1,30 |
| - pays africains dans des localités très distantes d'un port* (Kananga au Zaïre) | 1,32 |

Pour l'évaluation des investissements bruts, on a considéré les postes ci-après :

- intérêts intercalaires, évalués dans la mesure de 7,5% du coût net des installations, correspondant à une période, égale dans tous les cas, d'environ 24 mois de construction, au taux de 7,5% selon un échelonnement standard des dépenses;

* Ports de Banana et Matadi.

- dépenses de mise en marche, évaluées dans la mesure forfaitaire de 10% environ du coût d'exploitation annuel;
- dépenses de formation du personnel, évaluées sur la base de la complexité des installations et du nombre de personnes employées;
- fonds de roulement, évalué à environ 4 mois de coût de production, dans tous les cas.

On n'a pas évalué de dépenses inhérentes à des installations portuaires, ayant estimé que les équipements portuaires existants (Libreville et Pointe-Noire), ou déjà en projet (Banana) sont en mesure de supporter l'accroissement de trafic comporté par les productions à l'étude.

Il reste un seul doute, relatif à la localité de Mayumba au Gabon, qui actuellement n'est pas dotée d'un port proprement dit. Compte tenu du faible volume du trafic (environ 60.000 t/an), des caractéristiques de milieu favorables de cette localité, et des nombreux projets de réalisation d'un nouveau port, déjà justifiés par d'autres activités mais jusqu'ici laissés de côté, on a estimé opportun, entre autres pour des raisons d'uniformité avec les autres solutions, de ne pas considérer de charges supplémentaires.

Le détail des coûts d'investissement figure au Tab. 47.

La répartition globale entre dépenses en monnaie locale et en devises adoptée, est presque équivalente pour toutes les usines et prévoit les pourcentages respectifs de 18% et 82% environ.

4.2 CALCUL DE RENTABILITE

4.2.1 Frais d'exploitation annuels

L'évaluation de ces frais est basée sur les hypothèses suivantes :

- rendements de transformation des installations analogues aux rendements européens;
- effectif de la main-d'oeuvre directe augmenté de 20% environ par rapport aux mesures courantes européennes; personnel d'encadrement convenablement renforcé pour tenir compte des plus grandes difficultés de commandements;
- coût des services et des frais généraux augmenté de 20% environ par rapport à la situation européenne, pour tenir compte aussi bien du coût plus élevé du personnel expatrié que de la nécessité d'assurer de toute façon le fonctionnement indépendant des usines.

Les postes considérés sont les suivants :

- matières premières;
- réducteurs;
- électrodes et composants;
- énergie électrique;
- personnel (main-d'oeuvre directe et coûts indirects);
- entretien;
- conditionnement des produits finis;
- services auxiliaires et généraux;
- amortissements techniques;
- charges financières.

Les coûts élémentaires adoptés sont exposés dans le Tab. 45.

Parmi les postes cités, l'énergie électrique et le personnel sont particulièrement importants. En revanche, en ce qui concerne les matières premières et les réducteurs dont le prix figure ainsi que précédemment mentionné au Tab.45, aucun commentaire particulier ne s'impose.

4.2.1.1 Energie électrique

Il est prévu, ainsi que déjà mentionné, d'utiliser l'énergie d'Inga au Zaïre et dans la République Populaire du Congo (Lufu, Kananga et Pointe Noire). Bien qu'en plein essor, l'aménagement d'Inga n'est qu'au début d'un développement qui s'annonce très important vu ses énormes réserves potentielles d'énergie. Les incertitudes relatives au coût de l'énergie, identiques à celles qui avaient été indiquées pour la sidérurgie dans le Volume 2 de la présente étude sont dues :

- à l'impossibilité de définir à quel moment du développement d'Inga, et par conséquent de l'évolution du coût de l'énergie, les usines de ferro-alliages pourraient selon toute prévision être comptées au nombre des consommateurs d'Inga;
- aux indéterminations relatives aux futures conditions de financement pour les phases d'équipement progressif d'Inga;
- à la difficulté de prévoir l'impact qu'auraient les usines de ferro-alliages sur le diagramme de charge du complexe hydroélectrique.

Il est actuellement possible de délimiter le champ de ces incertitudes considérant, comme pour la sidérurgie, un intervalle de coûts de production du kWh possibles, compris entre 3,5 mills et 4,5 mills. Le coût du transport de l'énergie d'Inga jusqu'aux trois sites choisis, est calculé sur la base des hypothèses de travail suivantes :

- à Lufu, situé à 60 km seulement d'Inga, l'usine serait desservie par une ligne dimensionnée uniquement pour les 70 MW nécessaires à la fabrication du ferrosilicium, ce qui porterait à 0,7 mills/kWh le coût du kWh rendu;

- à Kananga, le coût du kWh devrait osciller entre la valeur du kWh rendu au terminal de la ligne Inga-Shaba et une valeur marginale qui tiendrait compte du fait que la ligne susdite sera dimensionnée pour une charge telle que l'absorption de 90 MW à Kananga, non prévue actuellement, pourrait être effectuée avec des coûts de transport négligeables du moins pour une longue période. Aux fins de l'étude on a supposé un coût du kWh égal à celui en centrale (intervalle défini), majoré uniquement du coût du soutirage à partir de la ligne en courant continu;
- à Pointe Noire, les 45 MW requis pour le ferromanganèse ne pourraient pas justifier à eux seuls une ligne de 250 km: le coût du transport serait très élevé, de l'ordre de 3 mills/kWh. Par contre, dans l'hypothèse de réalisation de l'électro-sidérurgie (Volume 2), la production de ferro-alliages bénéficierait des économies d'un transport à grande échelle; dans ces conditions le coût pourrait se réduire à 0,5 mills/kWh.

Au Gabon, on a envisagé d'avoir recours à l'énergie des aménagements des Chutes de l'Impératrice (en phase d'étude avancée) et de l'Okanda (en phase d'études préliminaires). Pour le premier emplacement seulement, les autorités gouvernementales gabonaises ont formulé une prévision préliminaire de prix de revient de 8,4 mills/kWh pour énergie rendue à Libreville et de 12,6 mills/kWh à Mayumba.

D'autre part (voir Volume 2 de la sidérurgie, § 3.1.3) les connaissances actuelles de l'aménagement de l'Okanda, ne permettent pas d'exclure a priori que le kWh puisse également être rendu à Libreville à un prix très bas, c'est-à-dire de l'ordre de 4,5 mills, qui correspond, suivant les indications fournies dans le Volume 2, au tarif des fournitures de l'énergie nécessaire pour placer en équilibre économique le procédé au four électrique de réduction par rapport à celui au haut fourneau.

Par conséquent, la limite minimum du coût du kWh à Libreville peut être (dans l'hypothèse de réalisation de l'électro-sidérurgie) de 4,5 mills/kWh, alors que la limite maximale est fournie par la donnée officielle de 8,4 mills/kWh (hypothèse de non réalisation de l'électro-sidérurgie).

A Mayumba, par contre, ainsi qu'il pourra être constaté par la suite, la donnée officielle du coût du kWh produit aux Chutes de l'Impératrice, rendrait anti-économique la production du ferrosilicium.

Toutefois le site de Mayumba lui aussi pourrait être alimenté par l'aménagement de l'Okanda avec des coûts qu'il est actuellement impossible de préciser, mais dont la limite minimale pourrait être fixée dans ce cas aussi à 4,5 mills/kWh. Ce tarif est estimé, faute de mieux, par simple analogie avec celui prévu pour Libreville et ceci dans l'hypothèse où à l'avenir s'installent dans la région concernée des installations industrielles grosses consommatri-

ces d'énergie électrique (autres qu'une électro-sidérurgie primaire dont l'emplacement possible est limité à Libreville seulement) qui permettraient d'obtenir un prix de revient de l'énergie très intéressant.

Ces hypothèses de travail sur le coût minimum de l'énergie pour les localisations gabonaises semblent très optimistes. La comparaison entre le coût du kWh aux barres des centrales pour les aménagements d'Inga d'une part et de l'Okanda d'autre part les mettent en effet clairement en évidence : en soustrayant du prix du kWh de l'Okanda rendu Mayumba ou Libreville (4,5 mills/kWh), le coût du transport, on atteindrait le niveau minimum du coût de production à Inga (3,5 mills/kWh) ce qui semble assez peu probable compte tenu des caractéristiques des deux aménagements (Inga : au fil de l'eau; Portes de l'Okanda: centrale avec réservoir) et sans considérer le rapport entre les dimensions finales des deux aménagements (Inga : 30.000 à 40.000 MW; Okanda : 1.900 MW).

Toutefois aux fins de l'étude il n'a pas semblé possible d'exclure, a priori, que les aménagements gabonais révèlent, eux aussi, une fois les études achevées, des caractéristiques exceptionnelles, comparables à celles d'Inga, ce qui permettrait de mettre en valeur les avantages offerts par les emplacements gabonais pour des usines de ferro-alliages, avantages qui présentent un grand intérêt sinon du point de vue énergétique, du moins de nombreux autres points de vue.

4.2.1.2 Personnel

On a adopté pour tous les pays un coût unique de la main-d'oeuvre directe, égal à 1,1 \$/h. Les coûts annuels du personnel ont été évalués sur la base d'un effectif standard par type d'installation, qui figure à titre indicatif au tableau suivant.

Usine de :	ORGANIGRAMME STANDARD DES USINES CONSIDEREES			(n. personnes)
	Ferrosilicium	Ferromanganèse	Ferronickel	
Catégories :				
- manoeuvres	50	60	70	
- ouvriers qualifiés	70	70	85	
- ouvriers hautement qualifiés	85	65	80	
- cadres et employés	40	40	40	
Total	245	235	275	

4.2.1.3 Amortissements techniques et frais financiers

L'hypothèse de financement retenue pour les trois ferro-alliages considérés dans la présente étude, est le recours aux capitaux étrangers pour le total du montant de l'investissement (il ne sera pas fait ici de distinction entre la partie en devises locales et la partie en devises étrangères).

Le système de remboursement du prêt serait constitué par des versements annuels fixes, répartis sur une période de 15 ans (qui coïncide avec la vie technique moyenne des installations), à un taux d'intérêt de 10%. Le montant du versement annuel représente, par conséquent, 14% environ du capital.

Cette hypothèse de remboursement du prêt a pour seul objectif de permettre le calcul du coût du capital et des autres facteurs de production, et non pas de définir le système de financement du projet.

4.2.1.4 Coûts de transport et de commercialisation

Ces coûts, ajoutés au prix de revient départ usine, déterminent le coût du produit CIF port européen. Le prix de vente du produit sera calculé dans les mêmes conditions, pour le calcul de rentabilité. Les coûts de transport et de commercialisation dépendent, en effet, de nombreux facteurs, difficilement évaluables, puisque si la gestion de l'usine africaine est assurée par une entreprise déjà solidement implantée dans le secteur, de grosses économies pourront être réalisées.

4.2.1.5 Récapitulation des coûts d'exploitation

Les coûts d'exploitation ont été calculés à partir des consommations spécifiques indiquées au Tab. 48; ils sont récapitulés pour les solutions relatives au ferrosilicium aux Tab. 49+50 et pour le ferromanganèse et le ferronickel aux Tab. 51, 52, 53 et 54.

4.2.1.6 Commentaire sur les coûts d'exploitation

Ferrosilicium

Tant pour la localisation de Lufu (Zaïre) que pour celle de Mayumba (Gabon), on a une fourchette des coûts maximum et minimum possibles pour l'énergie électrique. La comparaison entre les deux emplacements doit cependant être faite, naturellement suivant la même hypothèse du coût de l'énergie : dans les calculs qui suivent, l'hypothèse sur laquelle est basée la comparaison est celle du coût minimum. Les deux emplacements considérés Lufu (Zaïre) et Mayumba (Gabon), offrent tous deux comme solution de coût minimal, l'utilisation de minerai local et anthracite d'importation (Solutions 5 et 10).

Ces deux solutions, de 15% moins onéreuses que les solutions les plus désavantageuses (Solution 7 et Solution 14 respectivement pour Lufu et Mayumba prévoyant l'utilisation de ferraille et coke d'importation) ne sont cependant pas les plus favorables du point de vue de la répartition des coûts en monnaie locale et en devises.

A ce point de vue, l'utilisation du charbon de bois local au lieu des réducteurs d'importation particulièrement coûteux, est décisive si l'on veut réduire les coûts en devises (Solution 3 et Solution 9 respectivement pour Lufu et Mayumba).

Les coûts unitaires de la tonne de ferrosilicium rendue CIF port européen sont dans les deux cas : coût minimum total et coût minimum en devises, les suivants :

Usine de	Solution	Coût unitaire (\$/t)		
		DL	DE	Total
<u>Lufu</u>				
- coût minimum total	SZLAM1 (5)	75	117	192
- coût minimum en DE	SZLHM1 (3)	110	88	198
<u>Mayumba</u>				
- coût minimum total	SGMAM (10)	79	112	191
- coût minimum en DE	SGMHM (9)	115	88	203

Ainsi qu'il apparaît à l'examen du tableau, les solutions se différencient davantage pour la composition du coût que pour le total.

Le coût partiel dû à l'énergie, la main-d'oeuvre, les frais généraux, amortissements techniques et frais financiers est pratiquement identique pour Lufu et pour Mayumba. Ce qui justifie la différence entre les coûts totaux est, par conséquent, le type de matières premières utilisées : pour les solutions coût maximum et minimum citées, le rapport du coût des matières premières est environ 1,8 alors que le rapport des coûts totaux est 1,5.

Il y a toutefois lieu de rappeler que pour les solutions de Mayumba, il a été utilisé comme donnée minimale un coût total de l'énergie électrique de 0,0045 US \$/kWh.

Si l'on se base, par contre, sur la valeur officielle de 0,0126 \$/kWh qu'on a assumé comme maximum le coût plus favorable total du ferrosilicium de Mayumba serait de $(0,0126 - 0,0045) \times 9.000 = 73$ \$/t en plus du total précédemment indiqué, soit un total de $191 + 73 = 264$ \$/t. Puisque le prix de vente avait été fixé à 270 \$/t, il est évident qu'un coût de l'énergie comme le coût officiel excluerait l'emplacement de Mayumba.

Par contre, dans le cas des solutions de Lufu, le coût maximum du kWh est de 5,2 mills/kWh. Le supplément qu'il y aurait par rapport à la solution la plus favorable serait de 9 \$/t, et par conséquent le coût serait de $192 + 9 = 201$ \$/t, valeur certainement acceptable pour un prix de vente de 270 \$/tonne.

Ferromanganèse

Sa disponibilité en minerai d'excellente qualité fait de Libreville, (Gabon), un emplacement optimal, digne d'un large éventail de solutions.

Celles qui ont été étudiées sont au nombre de 14.

Pointe-Noire, République Populaire du Congo, n'est, par contre, représenté que par trois solutions, les conditions du site ne permettant pas beaucoup de variantes: toutes les matières premières sont importées, l'énergie électrique n'a pas d'incidence déterminante sur le coût de production du ferromanganèse, (la consommation spécifique est de 2.700 kWh/t environ contre 9.000 pour le ferrosilicium). Pour cette raison, quelques unes des solutions localisées à Libreville et basées sur le coût officiel de 0,0084 \$/kWh de l'énergie maintiennent un produit restant de toute manière compétitif.

Dans certaines solutions (toutes pour les solutions congolaises), le minerai de fer est remplacé par la ferraille qui, bien que plus coûteuse, présente l'avantage d'accroître sensiblement la productivité des fours, près de 10% en plus (de 130.000 t/an on passe à 145.000 t/an).

Ces solutions ne peuvent être comparées aux autres que sur la base des coûts unitaires, en ce sens que le volume total des coûts annuels ne se réfère pas à un volume constant de production.

La solution à 130.000 t/an dont le coût total est le moins élevé, (Solution 22) est celle qui prévoit l'utilisation de l'anhracite comme réducteur, avec minerai local et au prix minimum de l'énergie électrique.

Le coût annuel maximal, par contre, appartient à la Solution 14 qui prévoit l'utilisation de coke importé et l'énergie électrique au coût officiel. Le rapport des deux coûts, le moins élevé et le plus élevé, est 1,24,

c'est-à-dire moindre que dans le cas du ferrosilicium même si pour le ferromanganèse le coût respectivement le moins élevé et le plus élevé est calculé sur la base du minimum et du maximum du coût de l'énergie électrique.

Le coût le moins élevé en devises est, par contre, celui des Solutions 13, 15, 16, 17 qui utilisent comme réducteur le charbon de bois ou le coke éventuellement produit par la cokerie de l'usine sidérurgique considérée dans le second volume de la présente étude.

Parmi ces solutions, celle dont le coût est le moins élevé est la Solution 16 qui utilise le charbon de bois.

L'estimation des coûts unitaires des solutions extrêmes est la suivante :

	Solution	Coût unitaire (\$/t)		
		DL	DE	Total
Coût total maximum	MGLKM3 (14)	75	67	142
Coût total minimum	MGLHM1 (22)	40	75	115
Coût minimum en DE	MGLHM1 (22)	74	47	121

La répartition DL/DE n'est pas très différente pour le coût total minimum et le coût total maximum alors que contrairement à ce qui se produisait dans le cas du ferrosilicium, la Solution DE minimum diminue de 50% le coût propre par rapport au minimum en devises.

Pour les solutions qui adoptent la ferraille, à savoir :

- Solutions 18, 19, 20, 21, 24, 25 pour Libreville, Gabon;

- Solutions 26, 27, 28 pour Pointe-Noire, République Populaire du Congo, l'estimation des coûts unitaires est la suivante :

Usine de	Solution	Coût unitaire (\$/t)		
		DL	DE	Total
<u>Libreville</u>				
- coût total minimum	MGLAF1 (24)	43	70	113
- " minimum en DE	MGLAF1 (24)	43	70	113
<u>Pointe-Noire</u>				
- coût total minimum	MCPAF (28)	12	98	110
- " minimum en DE	MCPHF (27)	30	85	115

En termes de coûts minimaux totaux unitaires, les solutions à 130.000 t/an et celles à 145.000 t/an semblent se valoir tant dans le cas du Gabon que dans la République Populaire du Congo. Toutefois, la solution congolaise présente une répartition DL/DE manifestement moins favorable que celle de la meilleure solution gabonaise.

Ferronickel

Il est actuellement impossible, sur la base des données disponibles, d'établir avec suffisamment de précision une analyse du minerai de garniérite qui serait représentative de l'ensemble du gisement zairois, et d'en évaluer le coût d'exploitation.

Il en résulte deux imprécisions importantes dans l'évaluation du coût de production du ferro-alliage : le coût du minerai pour la charge des fours (le coût unitaire et la consommation spécifique sont inconnus) et le coût de l'énergie électrique consommée (la consommation spécifique de l'énergie, qui dépend du minerai, est inconnue).

Il peut être considéré, en première approximation, que tous les autres composants du coût ne dépendent pas des caractéristiques du minerai : il s'agit de la main-d'oeuvre, des frais généraux, comme l'entretien et les services auxiliaires, du coût des réducteurs, des chemises et de la pâte pour électrodes, du transport et de la commercialisation.

Ces coûts, qui se différencient par l'utilisation du réducteur sont exposés, pour les trois solutions considérées, au Tab. 54.

4.2.2 Recettes d'exploitation

Les prix de référence choisis pour le calcul du volume annuel des recettes sont les suivants :

- 270 \$/t pour le ferrosilicium 75%
- 200 " " " ferromanganèse 80%
- 825 " " " ferronickel 25%

Ces prix se réfèrent au produit CIF port européen.

Le chiffre d'affaire et le coefficient du capital sont valables pour tous les cas considérés :

Production	Chiffre d'affaires, \$/an	Coefficient de capital* %
Ferrosilicium	17.010.000	122
Ferromanganèse	26.000.000** 29.000.000***	173 193
Ferronickel	26.400.000	117

* Investissement : chiffre d'affaires

** Correspondant à une production de 130.000 t/an de ferromanganèse

*** " " " " 145.000 " " "

Les recettes sont entièrement exprimées en devises.

4.2.3 Rentabilité privée

La simple rentabilité sur l'investissement entendu comme rapport entre le bénéfice net de gestion et l'investissement initial, a été choisie pour évaluer l'intérêt de l'investissement.

Le calcul de ce paramètre est exposé aux Tab. de 55 à 59 pour toutes les solutions considérées excepté, pour des raisons qui seront exposées dans la suite, les solutions relatives au ferronickel.

Faute d'informations précises sur le régime fiscal qui réglementera les activités des entreprises à l'étude (il est du reste probable que ce régime soit l'objet de négociations entre la compagnie qui investira les capitaux et le gouvernement intéressé), l'hypothèse retenue prévoit un taux fiscal de 50% par rapport au bénéfice brut de gestion.

4.2.4 Commentaire sur le calcul de rentabilité privée

Ferrosilicium

Les plus hauts niveaux de rentabilité sont atteints, comme il était à prévoir, par les solutions de coût minimal précédemment déterminées.

Le niveau de rentabilité des solutions les plus intéressantes est de l'ordre de 10%, tant pour la localisation gabonaise que zairoise.

Pour les solutions gabonaises, il y a toutefois lieu de rappeler qu'un coût de l'énergie à Mayumba de l'ordre des données officielles, rendrait pratiquement nulle la rentabilité.

Ferromanganèse

Le ferromanganèse atteint, dans toutes les solutions considérées, des niveaux de rentabilité extrêmement élevés.

A ce propos, il y a lieu de noter que même dans l'hypothèse d'un prix de vente de l'ordre de celui des produits de la moins bonne qualité, soit approximativement 170 \$/t les rentabilités indiquées aux Tab. 57, 58, 59 diminueraient à peu près de 50%, mais resteraient cependant toujours assez élevées (20% environ).

Les meilleures solutions tant pour le Gabon que pour la République Populaire du Congo, sont celles qui prévoient un coût minimal (voir § 4.2.1.8).

Ferronickel

Les imprécisions relatives aux caractéristiques du minerai rendent impossible le calcul de rentabilité tel qu'il a été fait pour les deux autres ferro-alliages, puisque les coûts de la charge de minerai et de la consommation d'énergie électrique sont indéterminés.

Toutefois, afin d'établir dans quelle mesure ces indéterminations influencent le niveau de rentabilité de l'entreprise, il reste assuré d'obtenir une très bonne qualité du minerai, au moins en ce qui concerne sa teneur en nickel.

D'après les informations actuellement disponibles sur le gisement de Kanan-ga, une concentration en nickel de 1,2% peut être considérée comme une moyenne assez prudente mais suffisante pour ne pas exclure l'utilisation. Une consommation spécifique d'un minerai de ce genre par tonne de ferronickel serait de l'ordre des 24 tonnes, avec un rendement par rapport au nickel chargé de l'ordre de 85%.

La consommation d'énergie électrique est sans aucun doute très élevée, probablement supérieure aux 20.000 kWh/t de ferronickel, mais reste indéterminée puisqu'elle n'est pas seulement fonction de la teneur en nickel mais aussi de la composition en général. Une limite minimale au dessous de laquelle la consommation spécifique d'énergie électrique ne peut certainement pas descendre est approximativement 14.000 kWh/t, qui correspond à la consommation actuelle d'un important producteur pour une garniérite d'une teneur en nickel de 2%.

De la même manière, pour le minerai, les caractéristiques du gisement indiquent que l'exploitation peut être faite à ciel ouvert et que le minerai rendu à l'entrée du four ne peut descendre à moins de 5 \$/t.

Ces deux limites minimales (coût du minerai et consommation spécifique d'énergie électrique) étant représentée dans un graphique du type de celui figurant page 142, (Graph. 1) il est possible de déterminer pour les différents niveaux de rentabilité désirée (dans certaines limites) les coûts minimaux et maximaux du minerai et de l'énergie à utiliser (en d'autres termes, connaissant le coût unitaire de l'énergie, la consommation spécifique d'énergie minimale et maximale "économiquement admissible").

La construction du diagramme, basée sur la Solution NZKA (n. 31) pour laquelle ont déjà été déterminés les coûts connus, est effectuée de la manière suivante :

- à partir de l'investissement, pour une certaine série de rentabilité désirée (bénéfice net : investissement \times 100), on calcule la série du bénéfice net de gestion correspondant et, en le multipliant par 2 (pour tenir compte des taxes), on obtient le bénéfice brut;
- en ajoutant la série du bénéfice brut aux coûts déterminables, (tous ceux qui ne sont pas minerai et énergie électrique), et soustrayant des recettes annuelles tous les termes de la série on obtient la série des sommes annuelles disponibles pour couvrir, à différents niveaux de rentabilité, les coûts du minerais et de l'énergie;
- en divisant ces sommes par la production annuelle, on obtient la série des montants pouvant être dépensés pour 24 tonnes de minerai à un coût x et pour y kWh au coût de 0,0065 kWh/tonne (correspondant au coût le moins élevé de production en centrale);

- ces montants sont reportés sur les ordonnées du diagramme (il est facile de voir que le montant maximum, correspondant à rentabilité zéro est de 492 \$/t alors que le montant minimum qui est naturellement zéro, correspond à une rentabilité de 25%), Le niveau de rentabilité correspondant est associé pour chaque montant;
- sur les abscisses est reportée la répartition du montant total sur les deux composants du coût : le minerai et l'énergie électrique.

Les deux échelles indiquent le pourcentage du montant destiné à l'énergie et son complément à 100, c'est-à-dire la partie réservée au minerai.

Sur les ordonnées, à l'échelle du montant est associée celle du coût unitaire du minerai (échelle montante divisée par 24) et celle de la consommation d'énergie (échelle montante divisée par 0,0065);

- les deux faisceaux de droites d'origine O et O' déterminent pour chaque valeur fixée de rentabilité une répartition du montant. Chaque point, par exemple, de la droite OS (O'S') détermine avec son abscisse la répartition (R) du montant (égal à 376 \$/t Fe-Ni, correspondant à une rentabilité de 6%), et avec son ordonnée la somme et la consommation spécifique d'énergie (le coût unitaire du minerai).

Les deux limites minimales fixées du coût du minerai (5 \$/t) et de la consommation d'énergie électrique (14.000 kWh/t) délimitent les deux aires ABC et A'B'C' formées par la droite de rentabilité nulle (AC), par les minima fixés (AB) et par la courbe lieu des points de coût maximal (pour une rentabilité déterminée) de l'énergie (BC) étant donné le minimum B'A' du minerai.

L'ensemble des points contenus dans les deux aires représente des situations de coût des deux facteurs toujours compatibles avec les minima fixés.

Ces minima déterminent naturellement un maximum de la rentabilité de 15%, correspondant aux points B/B'; au-dessus de cette rentabilité les points homologues sortent des champs ABC et A'B'C'.

Examinant la partie supérieure du diagramme, il y a lieu de noter que pour des valeurs élevées du montant, les consommations spécifiques d'énergie prennent rapidement des valeurs hyperboliques qui peuvent manifestement être exclues. En réalité, une consommation spécifique d'énergie pour le minerai considéré calculée sur des bases théoriques, est de l'ordre de 22.000 kWh/t.

Une hypothèse sensée sur la consommation maximum qui pourrait être attendue peut être, à l'état actuel, une valeur de l'ordre des 30.000 kWh/t de Fe-Ni, correspondant d'un point de vue physique, par exemple, à un degré d'humidité très élevé du minerai.

Les effets d'une telle hypothèse sont indiqués dans le Graph. 2. L'aire ABC devient l'aire ABDE, limitée du côté supérieur par l'ordonnée des 30.000 kWh/t; en correspondance, l'aire A'B'C' devient l'aire D'B'C'E': la signification de cette nouvelle délimitation est que, si l'on choisi, par exemple, la droite de rentabilité zéro, (équilibre coûts-recettes), les coûts possibles (ou mieux les consommations) de l'énergie électrique peuvent être lus sur le segment AE et ceux du minerai sur le segment C'E' en notant que l'intervalle qui en résulte présente des valeurs très élevées, entre 17 et 13 \$/t de minerai : l'hypothèse de rentabilité nulle peut être abandonnée pour une autre hypothèse, plus favorable.

Fixant une rentabilité minimum de 10%, le champ des possibilités se réduit encore : les deux aires deviennent les aires FBG et G'B'F'. Toutes les séries de couple de points, compris dans ces aires, admettent une rentabilité minimale de 10% et maximale de 15%; à la rentabilité minimale correspond une série de deux valeurs du coût du minerai et de l'énergie électrique dont le maximum est de 8,8 \$/t pour le premier, tandis que le maximum qui puisse être atteint pour le second, est de 27.700 kWh/t de Fe-Ni : valeurs assez prudentes qui encouragent la poursuite des études de l'initiative.

4.3 EFFETS SUR L'ECONOMIE NATIONALE (INTERET COLLECTIF)

4.3.1 Investissements publics complémentaires

Au nombre des investissements les plus importants relatifs à l'infrastructure il y a lieu de considérer les cités d'exploitation, dont le coût est évalué ci-après, ainsi que les ouvrages portuaires, beaucoup moins importants toutefois que pour la sidérurgie, au point de pouvoir être facilement imputés ici à d'autres raisons d'intervention dans le secteur portuaire, que les usines de ferro-alliages.

COÛTS DES CITES D'EXPLOITATION

	(000 \$)		
Usine de	Zaïre	Gabon	République Populaire du Congo
Ferrosilicium	7,5	7,5	-
Ferromanganèse	-	7,5	7,5
Ferronickel	9,0	-	-

En ce qui concerne les infrastructures se rapportant plus spécialement à l'usine, comme celles de transport des minerais et de l'énergie, elles grè-

vent, bien qu'échelonnées dans le temps, les coûts de production de l'usine par l'intermédiaire des coûts des matières premières ou des services rendus.

4.3.2 Valeur ajoutée

La valeur ajoutée des solutions considérées, excepté les solutions relatives au ferronickel*, est résumée dans les Tab. de 60 à 64.

Parmi les deux composantes en monnaie locale et en devises, c'est celle en devises qui prévaut; le rapport entre les deux montants est de l'ordre de 1,4 pour le ferrosilicium et de 1,3 pour le ferromanganèse.

La valeur ajoutée locale, comme pourcentage de l'investissement, prend des valeurs intéressantes surtout pour le ferromanganèse, avec un écart minimum entre les maxima et les minima des rapports en pourcent obtenus sur l'ensemble des solutions étudiées.

Il est intéressant de noter que les solutions pour le ferromanganèse localisées au Congo ont une valeur ajoutée importante et alignée sur celle des solutions gabonaises, qui serait toutefois indubitablement recalculée si l'on considérait la valeur ajoutée induite par effet des fournitures aux installations de service et matières premières (énergie et minerai) que la République Populaire du Congo devrait importer.

4.3.3 Effets sur l'emploi

La main-d'oeuvre utilisée est limitée, du moins par rapport à la sidérurgie. Cependant le rapport coût d'investissement-nombre de personnes employées est manifestement favorable pour les ferro-alliages :

Usine de	Investissement (\$)	
	n. employés	n. employée
Ferrosilicium	320	65.000
Ferromanganèse	180	85.000
Ferronickel	270	115.000
Sidérurgie (indicatif)	-	150.000

* Le ferronickel est exclu des considérations qui suivent à cause des incertitudes qui ont déjà été signalées précédemment.

Cependant, plutôt que d'établir une comparaison avec la sidérurgie, il conviendrait de la faire avec d'autres industries de taille et du niveau financier analogues à celles de l'étude, en considérant tous les paramètres qui mettent en évidence l'intérêt pour la collectivité de nouveaux investissements industriels.

L'impact d'une industrie de ferro-alliages sur l'économie des pays intéressés par une telle implantation n'est pas très sensible. En effet, ses dimensions économiques sont assez limitées et il s'agit par ailleurs d'une industrie orientée vers l'exportation. Ses caractéristiques d'utilisation des facteurs de production, parmi les plus intéressants des EAMA, justifient cependant que cette industrie soit sérieusement prise en considération.

4.4 CONCLUSIONS

La possibilité d'installer dans les EAMA des industries du secteur des ferro-alliages a été examinée au niveau d'une étude de pré-factibilité, en prenant en considération trois produits largement utilisés en sidérurgie : le ferrosilicium, le ferromanganèse et le ferronickel. Chacun de ces produits par ses caractéristiques techniques et commerciales constitue un bon exemple de ferro-alliage productible dans les EAMA.

Les principales conclusions qui peuvent être tirées de l'étude en question sont les suivantes :

- ferromanganèse : la rentabilité de sa production atteint des niveaux intéressants dans les deux cas considérés : localisation à Libreville (Gabon) ou à Pointe Noire (République Populaire du Congo). Les deux emplacements présentent des caractéristiques très favorables pour une implantation industrielle, principalement en ce qui concerne l'approvisionnement en matières premières tant nationales (minerai de fer et de manganèse) que d'importation (feraille et coke). Les deux sites sont également bien situés du point de vue de la disponibilité d'énergie électrique. Alors que Pointe Noire serait alimentée par l'aménagement hydro-électrique d'Inga (Zaïre) qui est en mesure de produire d'énormes quantités d'énergie à un prix très avantageux, Libreville pourrait, par contre, être alimentée par l'un des deux aménagements hydro-électriques, celui des Chutes de l'Impératrice ou celui des Portes de l'Okanda; le premier seulement a été étudié de façon suffisamment approfondie pour pouvoir évaluer le coût du kWh produit.

En ce qui concerne Pointe Noire, le coût du kWh en provenance d'Inga est influencé non seulement par le coût de production en centrale, mais aussi par le coût du transport qui pourrait bénéficier d'importantes économies si la ligne Inga-Pointe Noire desservait, outre l'industrie du ferromanganèse, d'autres grandes exploitations industrielles.

Etant donné que dans l'étude sur le secteur sidérurgique (Vol. n. 2), Pointe Noire représentait un des emplacements possibles pour une électro-sidérurgie de grandes dimensions (alimentée elle aussi par Inga), il a été retenu pour le coût du kWh des limites minimale et maximale, en associant au coût respectivement minimal et maximal de production en centrale un coût de transport qui bénéficierait ou non d'importantes économies d'échelle (réalisation de la sidérurgie).

Par contre, en ce qui concerne Libreville, le coût de l'énergie provenant des Chutes de l'Impératrice, serait, suivant une donnée officielle (puissance exigée pour le ferromanganèse), très élevé, approximativement le double du coût maximal du kWh produit à Inga et rendu à Pointe Noire. D'autre part, de grandes économies d'échelle ne sont pas réalisables dans le transport, comme ce serait le cas si d'autres industries venaient s'implanter dans la région, car les Chutes de l'Impératrice ne peuvent produire que des puissances limitées.

Par contre, ces économies seraient possibles si l'énergie provenait des Portes de l'Okanda, l'autre aménagement gabonais moins connu mais incontestablement beaucoup plus important pour la puissance productible possible.

Une des solutions de l'étude du secteur sidérurgique prévoyait à Libreville précisément, une sidérurgie traditionnelle (production en haut fourneau) qui se trouverait en équilibre économique avec une électro-sidérurgie de mêmes dimensions, mais disposant d'importantes quantités d'énergie électrique provenant nécessairement de l'Okanda, à un coût assez bas, 4,5 mills/kWh.

Les raisons qui dans ce cas avaient amené à ne pas exclure a priori la possibilité d'un coût de l'énergie de cet ordre, resteraient valables dans le cas du ferromanganèse, si cette industrie était développée parallèlement à l'électro-sidérurgie, de façon à bénéficier des économies de transport à grande échelle. Le coût indiqué semble de toute manière être, à l'heure actuelle, très optimiste.

En termes de rentabilité, la comparaison entre les deux emplacements alignés sur les coûts minimaux de l'énergie, bien qu'elle présente un léger avantage en faveur de Pointe Noire, ne permet pratiquement pas une nette détermination. Sur la base de coûts maximaux de l'énergie, par contre, le meilleur emplacement est sans aucun doute Pointe Noire.

En tout cas, les limites de rentabilité sont très intéressantes. Il convient cependant d'observer que les problèmes de factibilité de la production de ferromanganèse dans les EAMA ne résident pas tant dans le niveau de rentabilité que dans le marché.

L'industrie de la Communauté (et avec elle celle de tous les pays industriels), tend, en effet, à l'auto-production des ferro-alliages en ayant de préférence recours à l'importation des matières premières.

- ferrosilicium : la rentabilité est sans aucun doute alignée sur les valeurs européennes pour la localisation de Lufu (Zaire).

Pour la seconde localisation considérée, Mayumba (Gabon), il a fallu recourir à une hypothèse de travail sur le coût de l'énergie électrique, élément important dans l'évaluation du prix de revient du ferro-alliage (plus important que dans le cas du ferromanganèse).

L'hypothèse avancée est en tout semblable à celle qui avait été faite pour le ferromanganèse à Libreville : l'énergie, qui provient de l'aménagement des Portes de l'Okanda, est fournie non seulement à l'industrie du ferrosilicium, mais également à d'autres industries grandes consommatrices d'énergie (type aluminium par exemple), de façon à bénéficier des économies d'un transport à grande échelle, et d'arriver à un coût égal à celui qui est retenu pour Libreville, soit 4,5 mills/kWh.

Il n'est pas possible, à ce stade des études, de vérifier la validité de cette valeur, très proche de celle qui pour Inga constitue, par contre, une donnée parfaitement réaliste. En tout cas, une étude de première approximation sur l'aménagement de l'Okanda devrait pouvoir répondre de manière définitive au problème sur la vraisemblance de la valeur du moins pour sa composante de production en centrale, qui dépend exclusivement des caractéristiques techniques de l'aménagement.

Suivant l'hypothèse de travail énoncée, Mayumba et Lufu sont alignés en termes de rentabilité.

Passant, par contre, à la comparaison de la rentabilité basée sur les coûts maximaux de l'énergie, ce qui dans le cas de Mayumba prend pour base le coût officiel de l'énergie provenant des Chutes de l'Impératrice, la solution gabonaise n'est plus rentable, alors que la solution zairoise conserve une bonne marge de rentabilité.

Du point de vue du marché, contrairement au ferromanganèse, aucun problème de débouchés ne se pose pour le ferrosilicium, puisque la Communauté Européenne est par tradition orientée vers l'importation.

- ferronickel : ce ferro-alliage n'a pas été étudié comme les autres produits en vue d'établir l'ordre de grandeur de la rentabilité de production. En effet, le manque de connaissances des caractéristiques des gisements de garniériste de Kananga (Zaïre), où, selon toute hypothèse serait localisée l'usine, a rendu impossible à l'heure actuelle l'évaluation suffisamment précise de deux postes importants du prix de revient : le coût de la matière première (lié à la consommation spécifique, indéterminé) et le coût de l'énergie (pour la même raison).

Toutefois suivant quelques considérations en condition de break-even l'intérêt de cette initiative justifie la poursuite des études.

COMPARAISON DES INVESTISSEMENTS D'USINES DE FERRO-ALLIAGES

	(en %)			
	Europe	Afrique (port)	Afrique (intérieur)	
		(a)	(b)	(c)
Equipement	37,50	40,0	40,0	40,0
Pièces de rechange et matériels divers	5,50	6,5	6,5	6,5
Transport et assurances	1,00	4,5	6,5	7,5
Génie Civil	33,00	47,0	47,0	47,0
Montages	10,50	13,5	13,5	13,5
Engineering	5,50	6,0	6,0	6,0
Imprévus	7,00	10,5	10,5	11,5
Total	100,00	128,0	130,0	132,0

Tab. 46

- (a) Libreville et Mayumba (Gabon); Pointe-Noire (République Populaire du Congo)
 (b) Lufu (Zaire)
 (c) Kananga (Zaire)

COUTS D'INVESTISSEMENT

(10⁶ S)

Localisation	Lufu	Libreville	PointeNoire	Kananga	
	Zaïre	Gabon	Congo*	Zaïre	
Usine de :	Fe-Si 75%	Fe-Si 75%	Fe-Mn 77%	Fe-Mn 77%	Fe-Ni 25%
Puissance installée kVA	2x40.000	2x40.000	2x25.000	2x25.000	2x50.000
Production de ferro-alliage t/an	63.000	63.000	130.000 + 145.000	130.000 + 145.000	50.000
Investissement net :					
- équipement et stock initial, pièces de					
rechange	7,01	7,01	4,70	4,70	9,49
- ouvrages de Génie Civil	6,50	6,32	5,13	5,13	10,60
- montages	1,97	1,88	1,37	1,37	2,82
- divers non détaillés	1,11	1,11	0,86	0,86	1,62
- engineering	0,94	0,94	0,68	0,68	1,45
- imprévus	1,28	1,28	0,94	0,94	2,05
Total investissement net	18,81	18,54	13,68	13,68	28,03
Frais complémentaires :					
- intérêts intercalaires	1,32	1,28	0,94	0,94	1,88
- démarrage	0,09	0,09	0,09	0,09	0,21
- training du personnel	0,13	0,13	0,09	0,09	0,17
- fonds de roulement	0,43	0,43	0,17	0,17	0,56
Total investissement lourd	20,78	20,47	14,97	14,97	30,85

* République Populaire du Congo

Tab. 47

CONSOMMATIONS SPECIFIQUES

(en unité par tonne de produit)

Matières premières	Unité	Usines de		
		Ferrosilicium	Ferromanganèse	Ferronickel
Minerai de fer	t	0,34	0,30	-
Ferraille	"	-	0,15	-
Minerai de Mn	"	-	2,00	-
Minerai de Ni	"	-	-	24,00
Quartzite	"	1,90	-	-
Charbon de bois	"	1,10	0,60	0,77
Coke	"	1,00	0,50	0,70
Anthracite	"	1,10	0,60	-
Energie électrique	kWh	9.000	2.700	(22.000)
Chaux	"	-	0,06	-
Chemises	kg	3,00	1,50	4,00
Pâte d'électrode	"	60,00	20,00	100,00

Tab. 48

PRODUCTION DE FERROSILICIUM AU ZAIRE - COUTS ANNUELS D'EXPLOITATION

(US \$/an)

	Solutions						
	SZLKM1 1	SZLKM2 2	SZLHM1 3	SZLHM2 4	SZLAM1 5	SZLAM2 6	SZLKF 7
<u>Matières premières</u>							
DL	1.122.660	897.750	3.340.260	3.115.350	1.122.660	897.750	897.750
DE	3.654.000	3.964.590	-	310.590	1.801.800	2.112.390	4.334.400
<u>Energie</u>							
DL	2.268.000	2.268.000	2.268.000	2.268.000	2.268.000	2.268.000	2.192.400
DE	-	-	-	-	-	-	-
<u>Main-d'oeuvre</u>							
DL	401.310	401.310	401.310	401.310	401.310	401.310	401.310
DE	490.140	490.140	490.140	490.140	490.140	490.140	490.140
<u>Dépenses générales</u>							
DL	507.780	507.780	507.780	507.780	507.780	507.780	507.780
DE	1.500.030	1.500.030	1.500.030	1.500.030	1.500.030	1.500.030	1.500.030
<u>Amortissements techniques</u>							
DL	244.200	244.200	244.200	244.200	244.200	244.200	244.200
DE	1.113.000	1.113.000	1.113.000	1.113.000	1.113.000	1.113.000	1.113.000
<u>Total général</u>							
DL	4.543.950	4.319.040	6.761.550	6.536.640	4.543.950	4.319.040	4.243.440
DE	6.757.170	7.067.760	3.103.170	3.413.760	4.904.470	5.215.560	7.437.570
Total	11.301.120	11.386.800	9.864.720	9.950.400	9.448.420	9.534.600	11.681.010
<u>Frais financiers</u>							
DL	193.170	193.170	193.170	193.170	193.170	193.170	193.170
DE	880.430	880.430	880.430	880.430	880.430	880.430	880.430
<u>Total frais d'exploitation</u>							
DL	4.737.120	4.512.210	6.954.720	6.729.810	4.737.120	4.512.210	4.436.610
DE	7.637.600	7.948.190	3.983.600	4.294.190	5.784.900	6.095.990	8.318.000
Total	12.374.720	12.460.400	10.938.320	11.024.000	10.522.020	10.608.200	12.754.610
Frais de transport et de commercialisation DE	1.575.000	1.575.000	1.575.000	1.575.000	1.575.000	1.575.000	1.575.000
Coûts totaux	13.949.720	14.035.400	12.513.320	12.599.000	12.097.020	12.183.200	14.329.610

Tab. 49

PRODUCTION DE FERROSILICIUM AU GABON - COÛTS ANNUELS D'EXPLOITATION

(US \$/an)

	Solutions			
	SGMKM 8	SGMHM 9	SGMAM 10	SGMKF 11
<u>Matières premières</u>				
DL	1.086.120	3.349.710	1.086.120	897.750
DE	3.402.000	-	1.524.600	4.032.000
<u>Energie</u>				
DL	2.551.500	2.551.500	2.551.500	2.466.450
DE	-	-	-	-
<u>Main-d'oeuvre</u>				
DL	401.310	401.310	401.310	401.310
DE	490.140	490.140	490.140	490.140
<u>Dépenses générales</u>				
DL	506.520	506.520	506.520	506.520
DE	1.493.100	1.493.100	1.493.100	1.493.100
<u>Amortissements techniques</u>				
DL	240.480	240.480	240.480	240.480
DE	1.095.520	1.095.520	1.095.520	1.095.520
<u>Total général</u>				
DL	4.785.930	7.049.520	4.785.930	4.512.510
DE	6.480.760	3.078.760	4.603.360	7.110.760
Total	11.266.690	10.128.280	9.389.290	11.623.270
<u>Frais financiers</u>				
DL	190.230	190.230	190.230	190.230
DE	866.600	866.600	866.600	866.600
<u>Total frais d'exploitation</u>				
DL	4.976.160	7.239.750	4.976.160	4.702.740
DE	7.347.360	3.945.360	5.469.960	7.977.360
Total	12.323.520	11.185.110	10.446.120	12.680.100
Frais de transport et de commercialisation DE	1.575.000	1.575.000	1.575.000	1.575.000
Coûts totaux	13.898.520	12.760.110	12.021.120	14.255.100

Tab. 50

PRODUCTION DE FERROMANGANESE AU GABON - COÛTS ANNUELS D'EXPLOITATION

(US \$/an)

	Solutions						
	MGLKM1 12	MGLKM2 13	MGLKM3 14	MGLKM4 15	MGLHM1 16	MGLHM2 17	MGLKF1 18
<u>Matières premières</u>							
DL	4.339.400	7.485.400	4.339.400	7.485.400	6.834.100	6.834.100	4.393.500
DE	3.861.000	-	2.561.000	-	-	-	4.845.900
<u>Energie</u>							
DL	1.579.500	1.579.500	2.948.400	2.948.400	1.579.500	2.948.400	1.599.350
DE	-	-	-	-	-	-	-
<u>Main-d'oeuvre</u>							
DL	391.300	391.300	391.300	391.300	391.300	391.300	385.700
DE	479.700	479.700	479.700	479.700	479.700	479.700	472.700
<u>Dépenses générales</u>							
DL	490.100	490.100	490.100	490.100	490.100	490.100	514.750
DE	1.253.200	1.253.200	1.253.200	1.253.200	1.253.200	1.253.200	1.281.800
<u>Amortissements techniques</u>							
DL	177.600	177.600	177.600	177.600	177.600	177.600	177.600
DE	986.700	986.700	986.700	986.700	986.700	986.700	986.700
<u>Total général</u>							
DL	6.977.900	10.123.900	9.646.800	11.492.800	9.472.600	10.841.500	7.070.900
DE	6.580.600	2.719.600	5.280.600	2.719.600	2.719.600	2.719.600	7.587.100
Total	13.558.500	12.843.500	14.927.400	14.212.400	12.192.200	13.561.100	14.658.000
<u>Frais financiers</u>							
DL	140.500	140.500	140.500	140.500	140.500	140.500	140.500
DE	780.500	780.500	780.500	780.500	780.500	780.500	780.500
<u>Total frais d'exploitation</u>							
DL	7.118.400	10.264.400	9.787.300	11.633.300	9.613.100	10.981.900	7.211.400
DE	7.361.100	3.500.100	6.061.100	3.500.100	3.500.100	3.500.00	8.367.600
Total	14.479.500	13.764.500	15.848.400	15.133.400	13.113.200	14.482.100	15.579.000
Frais de transport et de commercialisation DE	2.600.000	2.600.000	2.600.000	2.600.000	2.600.000	2.600.000	2.900.000
Coûts totaux	17.079.500	16.364.500	18.448.400	17.733.400	15.713.200	17.082.100	18.479.000

Tab. 51

PRODUCTION DE FERROMANGANESE AU GABON - COÛTS ANNUELS D'EXPLOITATION

(US \$/an)

	<u>Solutions</u>						
	MGLKF2	MGLHF1	MGLHF2	MGLAM1	MGLAM2	MGLAF1	MGLAF2
	19	20	21	22	23	24	25
<u>Matières premières</u>							
DL	4.393.500	6.852.700	6.852.700	4.339.400	4.339.400	4.393.500	4.393.500
DE	4.845.900	1.232.500	1.232.500	1.716.000	1.716.000	2.778.200	2.778.200
<u>Energie</u>							
DL	2.984.100	1.599.350	2.984.100	1.579.500	2.948.400	1.599.350	2.984.100
DE	-	-	-	-	-	-	-
<u>Main-d'oeuvre</u>							
DL	391.300	391.300	391.300	391.300	391.300	391.300	391.300
DE	479.700	479.700	479.700	479.700	479.700	479.700	479.700
<u>Dépenses générales</u>							
DL	514.750	514.750	514.750	490.100	490.100	514.750	514.750
DE	1.281.800	1.281.800	1.281.800	1.253.200	1.253.200	1.281.800	1.281.800
<u>Amortissements techniques</u>							
DL	177.600	177.600	177.600	177.600	177.600	177.600	177.600
DE	986.700	986.700	986.700	986.700	986.700	986.700	986.700
<u>Total général</u>							
DL	8.461.250	9.535.700	10.920.450	6.977.900	8.346.800	7.076.500	8.461.250
DE	7.594.100	3.980.700	3.980.700	4.435.600	4.435.600	5.526.400	5.526.400
Total	16.055.350	13.516.400	14.901.150	11.413.500	12.792.400	12.602.900	13.987.650
<u>Frais financiers</u>							
DL	140.500	140.500	140.500	140.500	140.500	140.500	140.500
DE	780.500	780.500	780.500	780.500	780.500	780.500	780.500
<u>Total frais d'exploitation</u>							
DL	8.374.600	4.761.200	4.761.200	5.216.100	5.216.100	6.306.900	6.306.900
DE	8.601.750	9.676.200	11.120.250	7.118.400	8.487.300	7.217.000	8.601.750
Total	16.976.350	14.437.400	15.822.150	12.334.500	13.703.400	13.523.900	14.908.650
Frais de transport et de commercialisation DE	2.900.000	2.900.000	2.900.000	2.600.000	2.600.000	2.900.000	2.900.000
Coûts totaux	19.876.350	17.337.400	18.722.150	14.934.500	16.303.400	16.423.900	17.808.650

Tab. 52

PRODUCTION DE FERROMANGANESE DANS LA REPUBLIQUE POPULAIRE DU CONGO - COÛTS ANNUELS D'EXPLOITATION

(US \$/an)

	Solutions		
	MCPKF 26	MCPHF 27	MCPAF 28
<u>Matières premières</u>			
DL	101.500	2.560.700	101.500
DE	9.717.900	6.104.500	7.650.200
<u>Energie</u>			
DL	1.599.350	1.599.350	1.599.350
DE	-	-	-
<u>Main-d'oeuvre</u>			
DL	385.700	385.700	385.700
DE	472.700	472.700	472.700
<u>Dépenses générales</u>			
DL	514.750	514.750	514.750
DE	1.281.800	1.281.800	1.281.800
<u>Amortissements techniques</u>			
DL	177.600	177.600	177.600
DE	986.700	986.700	986.700
<u>Total général</u>			
DL	1.659.600	4.118.800	1.659.600
DE	12.414.100	8.800.700	10.346.400
Total	14.073.700	12.919.500	12.006.000
<u>Frais financiers</u>			
DL	140.500	140.500	140.500
DE	780.500	780.500	780.500
<u>Total frais d'exploitation</u>			
DL	1.800.100	4.259.300	18.001.000
DE	13.194.600	9.581.200	11.126.900
Total	14.994.700	13.840.500	12.927.000
Frais de transport et de commercialisation DE	2.900.000	2.900.000	2.900.000
Coûts totaux	17.894.700	16.740.500	15.827.000

PRODUCTION DE FERRONICKEL AU ZAIRE - COÛTS ANNUELS D'EXPLOITATION

(US \$/an)

	Solutions		
	NZKK 29	NZKH 30	NZKA 31
<u>Matières premières</u>			
DL	-	788.480	-
DE	1.388.800	-	739.200
<u>Energie</u>			
DL	-	-	-
DE	-	-	-
<u>Main-d'oeuvre</u>			
DL	402.880	402.880	402.880
DE	492.160	492.160	492.160
<u>Dépenses générales</u>			
DL	494.400	494.400	494.400
DE	1.621.120	1.621.120	1.621.120
<u>Amortissements techniques</u>			
DL	372.100	372.100	372.100
DE	1.694.900	1.694.900	1.694.900
<u>Total général</u>			
DL	1.269.380	2.057.860	1.269.380
DE	5.196.980	3.808.180	4.547.380
Total	6.466.360	5.866.040	5.816.760
<u>Frais financiers</u>			
DL	294.350	294.350	294.350
DE	1.340.750	1.340.750	1.340.750
<u>Total frais d'exploitation</u>			
DL	1.563.730	2.352.210	1.563.730
DE	6.537.730	5.148.930	5.888.130
Total	8.101.460	7.501.140	7.451.860
Frais de transport et de commercialisation DE	3.200.000	3.200.000	3.200.000
<u>Coûts totaux</u>			
DL	1.563.730	2.352.210	1.563.730
DE	9.737.730	8.348.930	9.088.130
Total	11.301.460	10.701.140	10.651.860

PRODUCTION DE FERROSILICIUM AU ZAIRE - CALCUL DE LA RENTABILITE

(US \$/an)

		Solutions						
		SZLKM1	SZLKM2	SZLHM1	SZLHM2	SZLAM1	SZLAM2	SZLKF
		1	2	3	4	5	6	7
Recettes	\$/an	17.010.000	17.010.000	17.010.000	17.010.000	17.010.000	17.010.000	17.010.000
Coûts totaux	"	13.950.000	14.036.000	12.514.000	12.600.000	12.100.000	12.183.000	14.330.000
Marge brute	"	3.060.000	2.974.000	4.496.000	4.410.000	4.910.000	4.827.000	2.680.000
Taux de rentabilité brute	%	14,7	14,3	21,6	21,2	23,6	23,2	12,9
Impôts sur le bénéfice	\$/an	1.530.000	1.487.000	2.248.000	2.205.000	2.455.000	2.413.500	1.340.000
Taux de rentabilité nette	%	7,3	7,1	10,8	10,6	11,8	11,6	6,4

Tab. 55

PRODUCTION DE FERROSILICIUM AU GABON - CALCUL DE LA RENTABILITE

(US \$/an)

		Solutions			
		SGMKM	SGMHM	SGMAM	SGMKF
		8	9	10	11
Recettes	\$/an	17.010.000	17.010.000	17.010.000	17.010.000
Coûts totaux	"	13.900.000	12.760.000	12.021.000	14.255.000
Marge brute	"	3.110.000	4.250.000	4.989.000	2.755.000
Rentabilité brute	%	15,2	20,8	24,4	13,5
Impôts sur le bénéfice	\$/an	1.555.000	2.125.000	2.499.500	1.377.500
Taux de rentabilité nette	%	7,6	10,4	12,2	6,7

Tab. 56

PRODUCTION DE FERROMANGANESE AU GABON - CALCUL DE LA RENTABILITE

		Solutions						
		MGLKM1	MGLKM2	MGLKM3	MGLKM4	MGLHM1	MGLHM2	MGLKF1
		12	13	14	15	16	17	18
Recettes	\$/an	26.000.000	26.000.000	26.000.000	26.000.000	26.000.000	26.000.000	29.000.000
Coûts totaux	"	17.079.500	16.364.500	17.184.400	17.733.400	15.713.200	17.082.100	18.479.000
Marge brute	"	8.920.500	9.635.500	8.815.600	8.266.600	10.286.000	8.917.900	7.521.000
Taux de rentabilité brute	%	59,6	64,3	58,9	55,2	68,7	59,6	50,24
Impôts sur le bénéfice	\$/an	4.460.250	4.817.750	4.407.800	4.133.300	5.143.400	4.458.950	3.760.500
Taux de rentabilité nette	%	29,8	32,1	29,4	27,6	34,3	29,8	25,12

Tab. 57

PRODUCTION DE FERROMANGANESE AU GABON - CALCUL DE LA RENTABILITE

		(US \$/an)						
		Solutions						
		MGLKF2	MGLHF1	MGLHF2	MGLAM1	MGLAM2	MGLAF1	MGLAF2
		19	20	21	22	23	24	25
Recettes	\$/an	29.000.000	29.000.000	29.000.000	26.000.000	29.000.000	29.000.000	29.000.000
Coûts totaux	"	19.876.350	17.337.400	18.722.150	14.934.500	16.303.400	16.423.900	17.808.650
Marge brute	"	9.123.650	11.662.600	10.277.850	11.065.500	9.696.600	12.576.100	1.119.135
Taux de rentabilité brute	%	60,8	77,8	68,6	73,8	65,6	84,0	74,8
Impôts sur le bénéfice	\$/an	4.561.825	5.831.300	5.138.925	5.532.750	4.848.300	6.288.050	5.595.675
Taux de rentabilité nette	%	30,4	38,9	34,3	36,9	32,4	42,0	37,4

Tab. 58

PRODUCTION DE FERROMANGANESE DANS LA REPUBLIQUE POPULAIRE DU CONGO - CALCUL DE LA RENTABILITE

		Solutions		
		MCPKF	MCPHF	MCPAF
		26	27	28
Recettes	\$/an	1.900.000	1.900.000	1.900.000
Coûts totaux	"	17.894.700	16.740.500	15.827.000
Marge brute	"	11.105.300	12.259.500	13.173.000
Taux de rentabilité brute	%	74,0	82,0	88,0
Impôts sur le bénéfice	\$/an	5.552.650	6.129.750	6.586.500
Taux de rentabilité nette	%	37,0	41,0	44,0

Tab. 59

PRODUCTION DE FERROSILICIUM AU ZAIRE - CALCUL DE LA VALEUR AJOUTEE

(US \$/an)

	Solutions						
	SZLKM1	SZLKM2	SZLHM1	SZLHM2	SZLAM1	SZLAM2	SZLKF
	1	2	3	4	5	6	7
<u>Salaires</u>							
DL	935.000	935.000	935.000	935.000	935.000	935.000	935.000
DE	960.000	960.000	960.000	960.000	960.000	960.000	960.000
<u>Amortissements et frais financiers</u>							
DL	437.370	437.370	437.370	437.370	437.370	437.370	437.370
DE	1.993.430	1.993.430	1.993.430	1.993.430	1.993.430	1.993.430	1.993.430
<u>Taxes</u>							
DL	1.530.000	1.487.000	2.248.000	2.205.000	2.455.000	2.413.500	1.340.000
DE	-	-	-	-	-	-	-
<u>Bénéfice net</u>							
DL	-	-	-	-	-	-	-
DE	1.530.000	1.487.000	2.248.000	2.205.000	2.455.000	2.413.500	1.340.000
<u>Total valeur ajoutée</u>							
DL	2.902.370	2.859.370	3.620.370	3.577.370	3.827.370	3.803.870	2.730.370
DE	4.483.430	4.440.430	5.201.430	5.158.430	5.408.430	5.348.930	4.275.430
Total	7.385.800	7.299.800	8.821.800	8.735.800	9.235.800	9.152.800	7.005.800
<u>Valeur ajoutée locale x 100</u>	14,0	13,8	17,4	17,2	18,4	18,3	13,1
Investissement							

Tab. 60

PRODUCTION DE FERROSILICIUM AU GABON - CALCUL DE LA VALEUR AJOUTEE

	(US \$/an)			
	<u>Solutions</u>			
	SGMKM	SGMHM	SGMAM	SGMKF
	8	9	10	11
<u>Salaires</u>				
DL	935.000	935.000	935.000	935.000
DE	960.000	960.000	960.000	960.000
<u>Amortissements et frais financiers</u>				
DL	430.710	430.710	430.710	430.710
DE	1.962.120	1.962.120	1.962.120	1.962.120
<u>Taxes</u>				-
DL	1.555.000	2.125.000	2.499.500	1.377.500
DE	-	-	-	-
<u>Bénéfice net</u>				
DL	-	-	-	-
DE	1.555.000	2.125.000	2.499.500	1.377.500
<u>Total valeur ajoutée</u>				
DL	2.910.710	3.490.710	3.855.210	2.743.210
DE	4.477.120	5.047.120	5.421.620	4.299.620
Total	7.397.830	8.537.830	9.276.830	7.042.830
<u>Valeur ajoutée locale x 100</u>				
Investissement	14,2	17,1	18,8	13,4

Tab. 61

PRODUCTION DE FERROMANGANESE AU GABON - CALCUL DE LA VALEUR AJOUTEE

(US \$/an)

	Solutions						
	MGLKM1 12	MGLKM2 13	MGLKM3 14	MGLKM4 15	MGLHM1 16	MGLHM2 17	MGLKF1 18
<u>Salaires</u>							
DL	636.350	636.350	636.350	636.350	636.350	636.350	642.985
DE	1.106.300	1.106.300	1.106.300	1.106.300	1.106.300	1.106.300	1.120.300
<u>Amortissements et frais financiers</u>							
DL	318.100	318.100	318.100	318.100	318.100	318.100	318.100
DE	1.767.200	1.767.200	1.767.200	1.767.200	1.767.200	1.767.200	1.767.200
<u>Taxes</u>							
DL	4.460.250	4.817.750	4.407.800	4.133.300	5.143.400	4.458.950	3.760.500
DE	-	-	-	-	-	-	-
<u>Bénéfice net</u>							
DL	-	-	-	-	-	-	-
DE	4.460.250	4.817.750	4.407.800	4.133.300	5.143.400	4.458.950	3.760.500
<u>Total valeur ajoutée</u>							
DL	4.784.700	5.772.200	5.362.250	5.087.750	9.097.850	5.413.400	4.735.585
DE	7.333.750	7.691.250	7.281.300	7.006.800	8.016.900	7.332.450	6.634.000
Total	12.118.450	13.463.450	12.643.550	12.094.550	14.114.750	12.745.850	11.369.585
<u>Valeur ajoutée locale x 100</u>	32,0	38,2	35,8	33,4	60,0	36,1	31,6
<u>Investissement</u>							

Tab. 62

PRODUCTION DE FERROMANGANESE AU GABON - CALCUL DE LA VALEUR AJOUTEE

(US \$/an)

	Solutions						
	MGLKF2 19	MGLHF1 20	MGLHF2 21	MGLAM1 22	MGLAM2 23	MGLAF1 24	MGLAF2 25
<u>Salaires</u>							
DL	636.350	636.350	636.350	636.350	636.350	636.350	636.350
DE	1.106.300	1.106.300	1.106.300	1.106.300	1.106.300	1.106.300	1.106.300
<u>Amortissements et frais financiers</u>							
DL	318.100	318.100	318.100	318.100	318.100	318.100	318.100
DE	1.767.200	1.767.200	1.767.200	1.767.200	1.767.200	1.767.200	1.767.200
<u>Taxes</u>							
DL	4.561.825	5.831.300	5.138.925	5.532.750	4.848.300	6.288.050	5.595.675
DE	-	-	-	-	-	-	-
<u>Bénéfice net</u>							
DL	-	-	-	-	-	-	-
DE	4.561.825	5.831.300	5.138.925	5.532.750	4.848.300	6.288.050	5.595.675
<u>Total valeur ajoutée</u>							
DL	5.516.275	6.785.750	6.093.375	6.487.200	5.802.750	7.242.500	6.550.125
DE	7.435.325	8.704.800	8.012.425	8.406.250	7.721.800	9.161.550	8.469.175
Total	12.951.600	15.490.550	14.105.800	14.893.450	13.524.550	16.404.050	15.019.300
<u>Valeur ajoutée locale x 100</u>	36,8	45,3	40,7	43,3	38,8	48,4	43,8
<u>Investissement</u>							

Tab. 63

PRODUCTION DE FERROMANGANESE DE LA REPUBLIQUE POPULAIRE DU CONGO - CALCUL DE LA VALEUR AJOUTEE

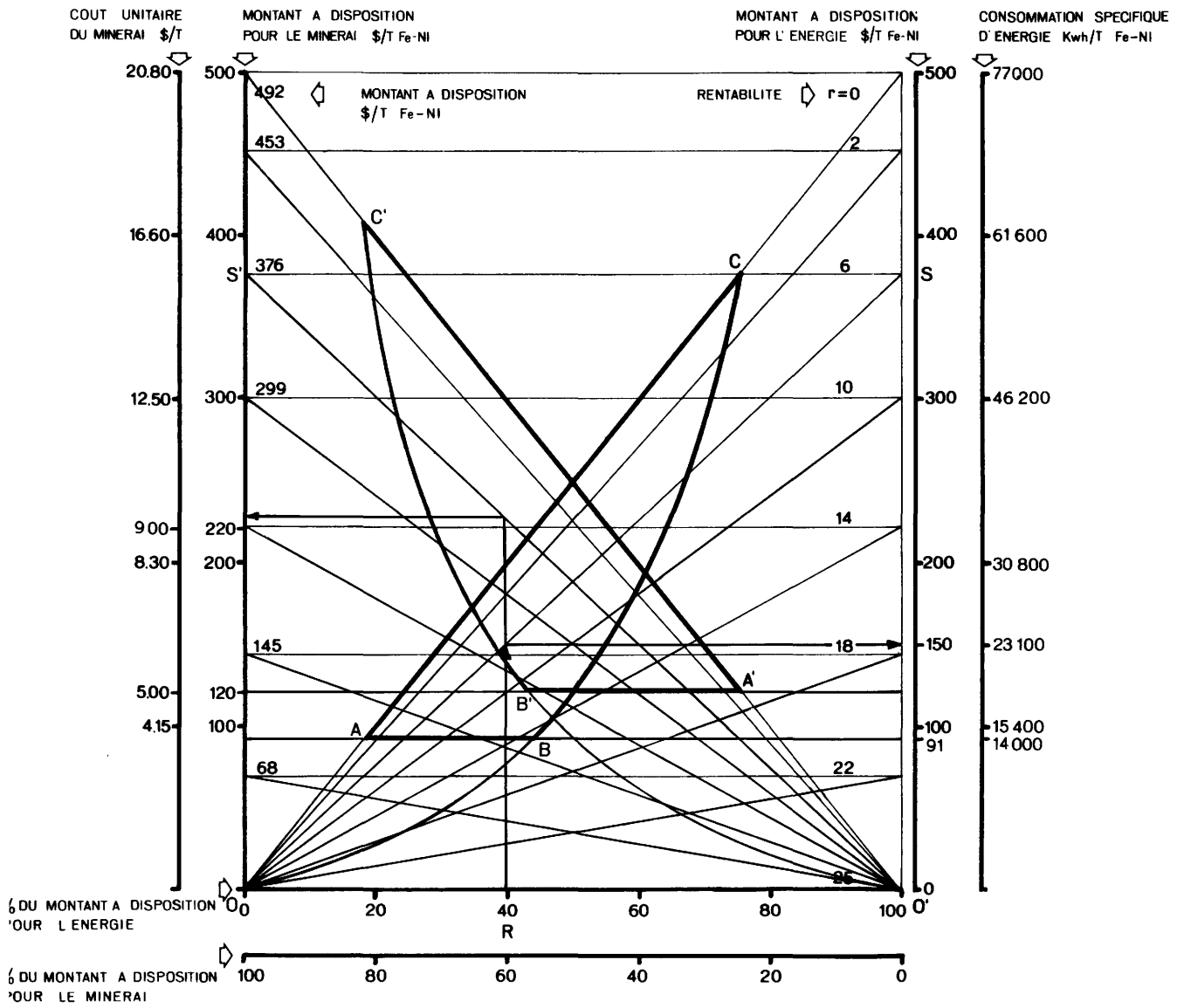
(US \$/an)

	Solutions		
	MCPKF 26	MCPHF 27	MCPAF 28
<u>Salaires</u>			
DL	636.350	636.350	636.350
DE	1.106.300	1.106.300	1.106.300
<u>Amortissement et frais financiers</u>			
DL	318.100	318.100	318.100
DE	1.767.200	1.767.200	1.767.200
<u>Taxes</u>			
DL	5.552.650	6.129.750	6.586.500
DE	-	-	-
<u>Bénéfice net</u>			
DL	-	-	-
DE	5.552.650	6.129.750	6.586.500
<u>Total valeur ajoutée</u>			
DL	6.507.100	7.084.200	7.630.950
DE	8.426.150	9.003.250	9.370.000
Total	14.933.250	16.087.450	17.000.950
<u>Valeur ajoutée locale x 100</u>			
Investissement	43,5	47,3	51,0

Tab. 64

USINE DE FERRONICKEL

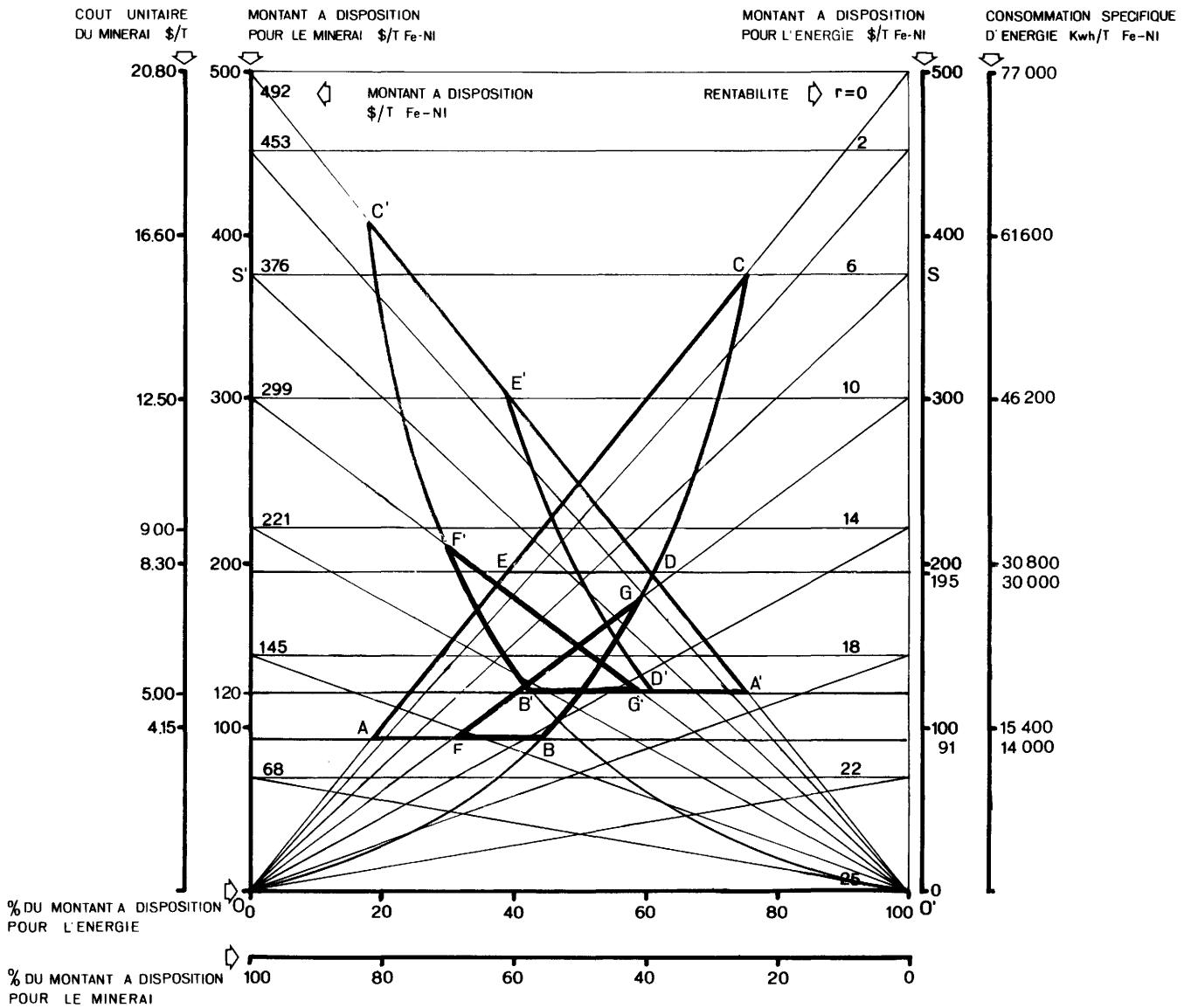
CHAMP DE VARIABILITE DU COUT UNITAIRE DU MINERAL ET DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE ELECTRIQUE, POUR DES NIVEAUX DE RENTABILITE PRE-ETABLIS



Graph. 1

USINE DE FERRONICKEL

CHAMP DE VARIABILITE DU COUT UNITAIRE DU MINERAL ET DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE ELECTRIQUE, POUR DES NIVEAUX DE RENTABILITE PRE-ETABLIS



Graph. 2

ANNEXE

1 LE FOUR POUR FERRO-ALLIAGES

En général, les fours pour ferro-alliages sont alimentés par un courant triphasé. La structure du four proprement dit et son équipement électrique sont semblables à ceux des fours électriques pour la fabrication de la fonte.

La cuve du four est de forme circulaire avec trois électrodes disposées aux sommets d'un triangle équilatéral. A ce propos, il n'est pas exclu de pouvoir appliquer deux groupes de trois électrodes aux futurs fours de grandes dimensions.

Certains fours de grande capacité sont dotés d'un lent mouvement de rotation, pour assurer une bonne uniformité des réactions et des températures sur toute la section du four, et pour empêcher la formation d'incrustations. Le mouvement de rotation est appliqué spécialement à la cuve des grands fours pour ferrosilicium.

Le revêtement intérieur de la cuve, qui est construite normalement en tôle d'acier, est fait avec des blocs de carbone ou de la magnésite ou des briques de silice. Le choix de la matière réfractaire de revêtement est fait en fonction du caractère chimique du ferro-alliage et de la scorie.

L'épaisseur du revêtement est grande pour réduire au minimum la perte de chaleur à travers les parois.

Dans les grands fours, les becs de coulée sont presque toujours au nombre de deux. Si on y fabrique un ferro-alliage ayant une grande production de scorie, les deux becs sont à des niveaux différents : le bec supérieur pour faire sortir la scorie, l'autre pour la coulée du ferro-alliage. Autrement, les deux becs sont pratiqués au même niveau, mais un seul d'entre eux est ouvert pour la coulée tandis que l'autre reste de réserve.

Les températures élevées de fonctionnement font évaporer des quantités considérables de composants de la charge, tandis que les gros volumes de gaz, qui se dégagent des réactions, emportent beaucoup de poudres. Pour cette raison, il est nécessaire de réaliser une installation efficiente de captage et d'épuration des fumées.

Un important équipement auxiliaire du four est celui de la circulation de l'eau pour le refroidissement intense, nécessaire aux parties du four les plus exposées à la chaleur, parmi lesquelles l'équipement électrique, y compris les dispositifs de suspension et glissement des électrodes.

En ce qui concerne la charge, elle est préparée dans la section de traitement des matières premières et de là, transportée aux trémies. De celles-ci elle est introduite dans le four par un système de chargement central, qui dans les grands fours est complètement automatique.

Les électrodes Soderberg conviennent parfaitement aux fours d'une puissance allant jusqu'à 30-35.000 kVA; pour les fours de puissance supérieure, il faut recourir aux électrodes de graphite (carbone amorphe).

L'électrode Soderberg est fabriquée constamment sur place, par auto-cuisson des composants et précisément au-dessus du four lui-même, en prolongeant les électrodes par une gaine en tôle d'acier qui est remplie avec le mélange des composants. Dans la descente, en s'approchant des zones à haute température, la pâte subit une cuisson complète, nécessaire à son fonctionnement dans le four.

Pour le mélange Soderberg, on emploie de l'antracite (avec au maximum 5% de cendres) du coke de pétrole, du brai et de la graphite (avec au maximum 10% de cendres).

2 STRUCTURE D'UNE USINE POUR FERRO-ALLIAGES

Schématiquement, une usine pour ferro-alliages comprend :

- une zone d'introduction des matières premières.

Cette zone, qui précède celle de la mise au parc, peut être desservie par des grues et des wagons ferroviaires, ou bien, dans le cas d'usines situées sur la côte, par des grues et des bandes transporteuses;

- le parc des matières premières.

La capacité de ce parc doit être telle qu'il puisse contenir une quantité de matières premières suffisante pour au moins trois mois de fonctionnement. Naturellement, si l'usine se trouve près des mines des matières premières, la capacité du parc pour les minerais pourra être réduite au minimum. Le parc des matières premières est subdivisé en autant de secteurs qu'il y a de matériaux qui composent la charge du ferro-alliage à fabriquer. Dans la plupart des cas, il s'agit, au moins pour les ferro-alliages traités dans la présente étude, de minerai et de réducteurs (coke ou charbon de bois ou antracite). Tout au plus, il peut être nécessaire d'entreposer quelques fondants.

Une zone séparée doit être prévue pour le stockage des matières nécessaires à la fabrication de la pâte pour électrodes, ainsi que le secteur pour la préparation des électrodes.

Si les matières premières n'arrivent pas avec les granulométries requises, il doit être prévu une zone pourvue de tous les équipements de concassage et criblage;

- une zone plus restreinte que les deux autres et parallèle à celles-ci dans laquelle on opère le chargement dans des trémies des différentes matières premières et des réducteurs. Les matériaux sont déchargés de ces trémies au moyen d'appareils doseurs, dans des chariots placés sous les trémies, les chariots déchargent leur contenu sur les bandes de chargement des différents fours;
- la zone des fours, elle aussi parallèle aux zones précédentes où les fours sont installés. Dans les cas considérés dans la présente étude, les fours* sont au nombre de deux pour chaque usine.

Il est utile qu'il y ait entre les deux fours un espace d'environ 30 m, afin que l'exploitation d'un four ne soit pas gênée par celle du second. En outre, entre chacun des deux fours et l'extrémité des rangées, un espace d'environ 20 m doit être ménagé.

Ainsi, globalement, la longueur de la rangée des fours, considérant l'encombrement des fours et les espaces nécessaires sera d'environ 90 mètres;

- la rangée de coulée se trouve derrière la rangée des fours. Le ferro-alliage est coulé dans des moules, tandis que la scorie est recueillie dans des récipients spéciaux qui sont dirigés vers la décharge.

Les dimensions et l'équipement de la rangée de coulage peuvent varier considérablement, selon le ferro-alliage fabriqué. En effet, dans les cas considérés dans la présente étude, on a les productions suivantes :

* Il s'agit de fours de 25.000 kVA pour la fabrication du ferromanganèse, de fours de 40.000 kVA pour la fabrication du ferrosilicium et des fours de 50.000 kVA pour le ferronickel.

- 2 fours pour ferromanganèse (77%) : 130.000 + 145.000 t/an de ferro-alliage et environ 15.000 t de scorie;
- 2 fours pour ferrosilicium (75%) : 63.000 t/an de ferro-alliage et une quantité négligeable de scorie;
- 2 fours pour ferronickel (25%) : 32.000 t/an de ferro-alliage et une énorme quantité de scorie (environ 320.000 t/an).

Toutefois, même si les quantités sus-mentionnées peuvent suggérer des dimensions différentes de la rangée de coulage, il n'y a pas lieu de donner trop de poids à cette considération, car il n'est pas exclu que dans le futur, il puisse être avantageux de passer à la fabrication d'un autre type d'alliage;

- la rangée de stockage du ferro-alliage et des équipements pour le chargement et l'expédition sera adjacente à la rangée de coulage;
- une zone de décharge doit être prévue pour les usines qui fabriquent des ferro-alliages produisant beaucoup de scories, comme notamment, l'usine qui fabrique du ferronickel;
- une zone pour les bureaux et les services sociaux, disposée par rapport aux zones de production dans une position qui ne soit jamais envahie par les fumées (direction d'où vient le vent dominant);
- un atelier de réparation, et éventuellement une petite fonderie, seront placés aux endroits les plus opportuns.

Une usine comprenant toutes ces sections, et pour les productions prévues dans la présente étude, peut demander une superficie d'au moins 5 hectares.

Il y a lieu d'observer qu'il n'est pas strictement indispensable que les secteurs soient tous parallèles entre eux, comme décrit ci-dessus. Si la conformation du terrain ou d'autres raisons s'opposent à une telle structure, on pourra adopter une disposition linéaire.