



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

15649-F

Distr.
LIMITEE

UNIDO/PC.145
18 juin 1986

ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

FRANCAIS
Original: ANGLAIS

Réunion d'un Group d'Experts sur
l'Elaboration de Directives concernant
la Création de Mini-Usines Sidérurgiques
plus particulièrement en Afrique

Vienna, Autriche, 2 au 5 décembre 1985

POSSIBILITES OFFERTES PAR UN PROGRAMME D'ACTION
POUR LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT
DANS LE DOMAINE DE LA SIDERURGIE
GRACE AU CONCEPT DE MINI-USINE*

Document établi par

Jacques Astier**

* Traduction d'un document n'ayant pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

** Président, COFRANSID (Groupement Français pour la Construction d'Installations Sidérurgiques), Paris.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
INTRODUCTION	1
I. LE CONCEPT DE MINI-USINE DANS LES PAYS INDUSTRILISEES	4
II. LE CONCEPT DE MINI-USINE DANS LES REGIONS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT	11
III. ANALYSE GLOBALE ET DETAILLEE DES PROBLEMES POSES PAR LA CREATION ET L'EXPANSION DE LA SIDERURGIE DES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT SUIVANT LE THEME DE LA MINI-USINE	15
IV. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	31
TABLEAUX I - XXIX	33 - 64
FIGURES 1 - 20	65 - 88
BIBLIOGRAPHIE	89
APPENDIX I: MINI-MILLS IN THE USA	90
APPENDIX II: MINI-MILLS IN CANADA	94
APPENDIX III: MINI-MILLS IN WESTERN EUROPE	96
APPENDIX IV: MINI-MILLS IN JAPAN	98
APPENDIX V: MINI-MILLS IN LATIN AMERICA	99
APPENDIX VI: MINI-MILLS IN ASIA	100
APPENDIX VII: MINI-MILLS IN THE MIDDLE EAST	110
APPENDIX VIII: MINI-MILLS IN AFRICA	112
APPENDIX IX: MINI-MILLS IN AUSTRALIA, NEW ZEALAND AND SOUTH AFRICA ..	117

INTRODUCTION

Il est maintenant bien connu que les grandes usines sidérurgiques intégrées, suivant le schéma haut fourneau et aciérie à l'oxygène, ne se développent plus guère dans le monde; ce développement est pratiquement nul dans les pays industrialisés tandis que, dans les régions en voie de développement, leur expansion reste très limitée.

On peut en avoir une confirmation par l'examen des productions respectives d'acier au convertisseur à l'oxygène et au four électrique dans le monde (voir Tableau I et Figure 1). Le point le plus important est, cependant, d'expliquer cette évolution et d'en tirer les conclusions pour trouver de nouvelles voies d'expansion de la sidérurgie.

Nous pensons que cette relative décadence des grosses usines intégrées est liée aux cinq aspects suivants:

1. De telles grandes usines, produisant plusieurs millions de tonnes d'acier par an, exigent d'importantes augmentations de la demande de produits sidérurgiques et ce n'est plus le cas, comme on le sait, dans les pays industrialisés où la croissance des besoins en produits sidérurgiques, est très limitée; dans les pays en voie de développement une expansion de la demande de produits sidérurgiques est, bien entendu prévisible mais, pour une région donnée, l'accroissement n'est pas, en général, suffisant, pour justifier une grande usine intégrée (voir la Figure 2). Nous pouvons ajouter qu'il se pose un problème important (et sur lequel nous reviendrons), lié au fait qu'une usine sidérurgique donnée ne peut pas élaborer tous les types de produits et que cela complique encore la situation.
2. Ces grandes usines intégrées sont très coûteuses de point de vue des investissements et exigent donc de très grosses ressources financières.
3. Tout cela est encore aggravé par le fait que ces grands ensembles sidérurgiques intégrés nécessitent de très importantes et très

coûteuses infrastructures tant du point de vue des matières premières et des fournitures (mines, énergie, réfractaires, etc.) que de transport (en particulier de l'évacuation des produits finis et des sous-produits ou co-produits) et de la population (ville, transport à nouveau ...).

4. Plus précisément, ces grandes usines et leurs infrastructures, internes ou externes, nécessitent un très grand nombre de personnes compétentes c'est à dire un personnel nombreux et bien formé; on devine aisément que pour une région en voie de développement, cela entraîne de très difficiles problèmes de recrutement, sélection, éducation et formation.
5. Et, enfin, ces grands ensembles intégrés sont très complexes et cela se manifeste dans les nombreuses difficultés que l'on rencontre au démarrage aussi bien qu'au cours des opérations "normales" de telles usines dans le monde entier. Il faut, en effet, souligner que ces problèmes ne sont pas limités aux régions en voie de développement et qu'ils se posent aussi dans les pays le plus industrialisés; il n'en reste pas moins que de tels problèmes, liés aux aspects de l'éducation et de la formation de personnel, sont encore plus difficiles à résoudre dans les pays en voie de développement.

La conclusion que l'on peut tirer de ce bref examen de l'évolution de la sidérurgie mondiale est qu'il y a une tendance à ne plus guère envisager la construction de nouveaux grands ensembles intégrés classiques mais d'étudier plutôt de nouvelles conceptions d'usines sidérurgiques caractérisées par:

- l'orientation vers l'élaboration d'un seul type de produits sidérurgiques (ligne "monoproduit")
 - la simplification, aussi bien pour le schéma et les équipements que pour la gestion, liée à une capacité limitée de production où l'on retrouve toute la philosophie des "miniusines".
-

On doit rappeler, à ce sujet, que lors de la troisième Consultation de l'ONUDI sur la sidérurgie (Caracas, Venezuela, 13 - 17 septembre 1982), il avait été recommandé^{1/} que les nouveaux producteurs devraient examiner très sérieusement cette voie des "mini-usines" - c'est en effet, non seulement une façon d'élaborer très vite les produits sidérurgiques adaptés aux besoins d'une région donnée mais, aussi, une façon, pour ces nouveaux venus dans le domaine de la sidérurgie, d'acquérir beaucoup plus rapidement la maîtrise de ces technologies, aussi bien que l'intégration d'une telle entreprise sidérurgique avec d'autres secteurs d'activités industrielles, qu'en construisant beaucoup plus lentement de grands ensembles sidérurgiques classiques.

Dans le présent exposé, visant à préparer les discussions et examen de cas concrets, nous passerons successivement en revue:

- tout d'abord l'évolution de tels concepts dans les régions industrialisées;
- ensuite, leur application aux régions en voie de développement avant de passer:
- dans une troisième partie à la présentation de thèmes à examiner et discuter de plus près pour favoriser la création et l'expansion de la sidérurgie des régions en voie de développement grâce à de telles conceptions d'usine,
- et dans une quatrième et dernière partie aux conclusions et recommandations.

^{1/} Voir le numéro 16 paragraphe (d) du rapport ID/291.

I. LE CONCEPT DE MINI-USINE DANS LES PAYS INDUSTRIALISES

Ce premier chapitre sera divisé en six parties consacrées respectivement :

- aux aspects historiques c'est-à-dire à l'évolution du concept de mini-usine dans les pays industrialisés;
- aux aspects géographiques, c'est-à-dire l'évolution des divers pays industrialisés dans le cadre de l'expansion des mini-usines;
- aux aspects technologiques;
- aux aspects économiques;
- aux aspects humains;
- et au point de vue prospectif, c'est-à-dire à ce qu'on peut actuellement penser de l'évolution des filières et des procédés métallurgiques applicables aux mini-usines.

1. Evolution historique de la sidérurgie dans les pays industrialisés (figure 3)

On peut la résumer par la constatation des trois phénomènes suivants :

- les grandes usines sidérurgiques intégrées, dites classiques (c'est-à-dire basées sur l'élaboration de la fonte au haut fourneau et sa conversion en acier à l'oxygène) se spécialisent dans l'élaboration des produits plats (bandes, tôles) et, souvent, des produits lourds (plaques, grosses poutrelles, rails) et c'est logique quand on se souvient des capacités des laminoirs correspondants (figure 4). Il est, en effet, beaucoup plus difficile d'associer que ce soit par la coulée "classique" en lingotière ou par la coulée moderne en continu, la production de gros tonnages d'acier liquide avec le laminage de bancs ou de petits fers,
- les mini-usines, d'un autre côté (figure 5) tendent précisément à se spécialiser dans l'élaboration des produits longs légers (bancs et petits fers, en visant, maintenant, le fil machine et les poutrelles);
- et il ne faut pas oublier que dans les régions industrialisées où la consommation d'acier n'augmente guère quand elle n'est pas stagnante ... ou décroissante, il y a beaucoup de ferrailles disponibles comme l'expliquent les calculs détaillés aux tableaux II et III qui conduisent aux valeurs du tableau IV.

2. Situation des divers pays industrialisés en ce qui concerne l'évolution des mini-usines

Si l'on passe de l'évolution, en fonction du temps, que nous venons d'évoquer à la répartition dans l'espace, c'est-à-dire du point de vue géographique, on peut voir beaucoup de différences d'une région à une autre ou d'un pays à un autre. Pour donner quelque idée de ces différences, nous examinerons successivement (voir le tableau V) :

- les Etats-Unis d'Amérique
- le Canada
- l'Europe Occidentale
- le Japon
- et l'Europe de l'Est.

Etats-Unis d'Amérique

Dans une étude récente, J.R. Miller (7) a donné une liste des mini-usines aux Etats-Unis et nous la reproduisons à l'annexe I. On pourra y voir quelles sont leur structure et leurs produits. Un examen de cette liste et la comparaison avec d'autres sources (MILLIN, Metal Bulletin, etc ...) fait apparaître la difficulté de cerner complètement le phénomène mini-usine qui est, en fait, compris entre :

- la production totale d'acier au four électrique (variant pour les Etats-Unis entre 20 et 30 Mt pour les dernières années) qui inclut :
 - les aciers spéciaux pas toujours faciles à séparer de la production des "mini-usines" classiques
 - l'acier produit dans les grosses aciéries électriques des grandes sociétés sidérurgiques américaines et qui n'est pas, non plus, très facile à classer.
- la production des "market mills" c'est-à-dire des petites usines indépendantes produisant des aciers courants par la filière "ferrailles - four à arc".

On trouvera donc au tableau V, non seulement pour les Etats-Unis mais pour d'autres pays, une "plage" de capacité en mini-usine plutôt qu'une seule valeur.

Canada

La situation est très voisine de celle des Etats-Unis et l'on trouve-là, 9 mini-usines qui couvrent à peu près 10 % de la production de la sidérurgie canadienne (voir l'annexe II).

Europe occidentale

On trouvera à l'annexe III une liste approximative des très nombreuses mini-usines qui se sont développées dans cette région et l'on attirera l'attention sur le cas de l'Italie où :

- la production d'acier au four électrique a dépassé celles des convertisseurs à l'oxygène; il est à noter que c'est aussi maintenant le cas de l'Espagne;
- les grandes usines intégrées (qui appartiennent au secteur public, c'est-à-dire NUOVA ITALSIDER) ont concentré toute leur production sur les bandes, les plaques et les tôles, c'est-à-dire les produits plats;
- les mini-usines produisent environ 20 % de tout l'acier élaboré en Italie.

Europe de l'Est

Il s'agit d'une région où l'on n'a découvert que tardivement les avantages de mini-usines et on doit noter que le ministre de la sidérurgie de l'URSS vient, tout récemment, de recommander un développement de cette filière de production de l'acier.

La première mini-usine de l'URSS semble être celle de BYELORUSSKIY METALLURGICHESKIY ZAVOD à ZHLOBIN qui est un ensemble de 720 000 t/an (voir le tableau VI).

Japon

Ici encore, l'aciérie électrique et les mini-usines se sont développées et l'on trouvera des détails sur ce sujet à l'annexe IV.

3. Aspects technologiques

Si nous essayons de résumer ce qui se dissimule derrière le concept de

mini-usine, du point de vue métallurgique, dans une région industrialisée, on trouve à peu près toujours (voir les figures 5 et 6) que :

- la base ferrifère est constituée essentiellement par des ferrailles, pour "l'amont";
- cette mini-usine produit essentiellement des produits longs légers (barres, petits fers, parfois fil machine, quelquefois des poutrelles), pour "l'oval";
- le procédé et le four utilisés pour l'élaboration de l'acier sont l'aciérie électrique et le four à arc;
- la coulée est presque toujours faite en continu, en billette bien qu'il reste encore quelques unités qui font la coulée en petits lingots (dits "pencil lingot");
- le laminage est fait, en général, sur un train de laminoir, parfois deux mais très rarement plus.

4. Aspects économiques

Ce qu'on peut appeler la "mini-usine classique" c'est-à-dire celle qui est représentée, de façon simplifiée sur la figure 6 peut être caractérisée du point de vue économique par les valeurs du tableau VII c'est-à-dire :

- pour les investissements, un montant de l'ordre de 250 dollars des Etats-Unis (de 1985) par tonne annuelle d'acier; c'est une valeur très favorable si on la compare (voir le tableau VIII) aux données correspondantes pour des grandes usines intégrées classiques, toujours, bien sûr, dans les régions industrialisées;
- pour les frais de fabrication des valeurs de l'ordre de celles qui sont au tableau IX où l'on peut voir l'importance relative :
 - a) des ferrailles qui constituent le poste le plus important
 - b) de l'énergie électrique qui est doublement importante en ce sens que :
 - sa disponibilité est généralement très bonne dans les régions industrialisées aussi bien en quantité nécessaire qu'en qualité (c'est-à-dire en puissance du réseau qui doit être suffisant pour absorber les perturbations qu'apporte le four à arc et, notamment, le phénomène de "flicker");

- son prix peut varier considérablement d'une région à l'autre comme l'indique, schématiquement, la figure 7.

- c) des électrodes qui constituent un autre poste très important pour le prix de revient;
- d) des coûts de main-d'oeuvre qui ne sont pas très élevés bien que les coûts unitaires de la main-d'oeuvre soient en général, très élevés dans les pays industriels. Mais la haute productivité de ces mini-usines permet d'arriver à la valeur souvent citée de 1 000 t d'acier peu employé et par an ce qui correspond à moins de 2 heures par tonne d'acier;
- e) des autres frais venant des additions et fournitures diverses (ferro-alliages, chaux, etc.) et de l'entretien des unités;
- f) et des amortissements.

5. Problèmes humains

Tout ce que nous venons d'indiquer montre que, dans les régions industrialisées, l'expansion des mini-usines n'a pas posé trop de problèmes, sur le plan humain pour les trois motifs suivants :

- de telles entreprises n'exigent pas des effectifs considérables, en tout cas bien inférieurs à ceux que demandent les grandes usines intégrées : cela facilite donc beaucoup la résolution des problèmes de logement, de transport ou de formation;
- même si l'on construit toute une série de mini-usines, cela se fait, en général, dans des localisations différentes où l'on n'aura besoin, par exemple, pour chacune d'elles que de 250 à 1 000 employés au lieu des 5 000 à 10 000 personnes qu'exige une grande usine intégrée;
- et, enfin, sur le plan de l'environnement, ces petites entreprises n'ont qu'un impact bien plus faible qu'en grand ensemble sidérurgique classique.

6. Possibilités pour l'avenir des mini-usines

Si nous passons à ce point de vue prospectif en partant des "mini-usines" classiques (voir les figures 5 et 6), toute une série d'évolutions peuvent être prévues et nous pensons qu'on pourrait les classer dans les quatre catégories suivantes :

- 1) Une première évolution des mini-usines dans le sens indiqué sur la figure 8, c'est-à-dire pour en faire des unités encore plus continues et plus efficentes. On notera qu'au cours de la réunion de Mars 1984, on a évoqué une évolution dans ce sens aussi bien en visant des accroissements de capacités (par exemple une ligne de 500 000 t/an) qu'en se proposant de revenir à des mini (ou des micro ?) usines continues de 100 000 t/an.
- 2) Une seconde évolution, assez différente sans être tout à fait opposée serait, pour une région donnée, de concevoir une mini-usine un peu plus versatile c'est-à-dire pouvant élargir, sans aller trop loin, sa gamme de produits (voir le schéma de la figure 9). Il s'agit-là d'une tendance classique pour une mini-usine qui a bien réussi, de s'agrandir, ajouter un nouveau four électrique, une nouvelle coulée continue et un nouveau train de laminoir.
- 3) Une autre évolution dont on parle de plus en plus, est l'entrée des mini-usines dans le domaine des produits plats. Si, en effet, nous examinons une structure simplifiée de la consommation d'acier dans le monde (figure 10), on voit que si la production des mini-usines dépasse 30 % de la production ou plus exactement, de la consommation d'acier d'une région industrialisée elle aura pratiquement couvert la plus grande partie du marché des produits longs. C'est déjà le cas de l'Italie (qui ne résoud ce problème qu'en exportant des produits longs et en restreignant l'expansion des mini-usines) mais c'est aussi la tendance aux Etats-Unis et dans certaines régions d'Europe de l'Ouest. Comme on le sait, l'entrée des mini-usines dans le secteur des produits plats se fait de plusieurs façons :
 - il y a tout d'abord la production de tôles fortes (plaques) à partir de fours électriques et cela doit représenter, déjà, entre 5 et 10 Mt/an dans le monde;
 - il y a l'essai d'adapter de "petits" trains à bandes (Steckel, semi-continus compacts ...) aux mini-usines, notamment aux Etats-Unis en attendant, peut être de reprendre les trains planétaires à chaud;

- et il y a, enfin, les espoirs que l'on peut mettre dans la coulée continue d'ébauches minces qui pourraient révolutionner tout ce domaine ...

- 4) Et, précisément, à propos de "révolution technologique", il faut signaler la possibilité de remettre en cause la filière de base des mini-usines : comme l'indique la figure 11, il apparaît de plus en plus possible d'envisager de futures mini-usines basées sur la production de métal liquide à partir de minerai de fer (spécialement par les nouveaux procédés de réduction et fusion simultanées rappelées sur les figures 11 a et 11 b) et la conversion de la fonte en acier à l'oxygène. Bien qu'on n'en soit pas encore au stade industriel, il s'agit-là d'études et de réalisations pilotes ou semi-industrielles qu'il ne faut pas sous-estimer pour l'avenir.

II. LE CONCEPT DE MINI-USINE DANS LES REGIONS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

Ce second chapitre sera subdivisé entre les trois parties suivantes :

- évolution comparée des mini-usines dans les régions en voie de développement et dans les pays industriels, tant du point de vue historique qu'économique;
- situation géographique des mini-usines des régions en voie de développement en examinant plus spécialement le cas de l'Afrique;
- principaux aspects techniques économiques et humains.

1. Contexte historique et économique du développement des mini-usines dans les pays en voie de développement

Il est un fait que les mini-usines ont commencé à se développer dans les pays en voie de développement à peu près en même temps que dans les pays industrialisés mais ce développement, et de façon plus générale, le développement de la sidérurgie de ces pays s'est fait dans un contexte tout à fait différent. La figure 12 (que l'on comparera à la figure 4) essaie d'illustrer ces différences que l'on peut résumer ainsi :

a) Dans beaucoup de régions en voie de développement, les dimensions des marchés n'étaient pas suffisantes pour construire de grandes usines sidérurgiques intégrées et, de plus (voir la figure 10) le marché des produits plats ne permettait pas de justifier la construction d'un train à bandes modernes.

De ce fait, ces grandes usines intégrées n'ont guère pu se développer et même, souvent, n'ont même pas pu être construites. Cela a donné, en revanche, des chances supplémentaires aux mini-usines, voire à des micro-usines. Le tableau IX montre, à cet égard, le niveau de population qu'il faut envisager, pour un niveau de développement donné (mesuré en consommation d'acier brut par capita et par année) pour créer le marché d'une micro- ou d'une mini-usine.

b) D'un autre côté, les ressources en ferrailles des régions en voie de développement sont très différentes de celles des pays industrialisés (on pourra comparer, à cet égard, le tableau XI aux tableaux II et III) et

cela soulève un premier problème qui, comme on le verra plus loin, peut être résolu par :

- des importations d'acier;
- ou par la "réduction directe" c'est-à-dire une production locale ou des importations de minerais préréduits (D.R.I., Directly Reduced Iron) ... sans oublier une amélioration de la collecte locale des vieux fers.

c) Un autre problème est soulevé par la disponibilité (ou la non-disponibilité) de l'énergie électrique; de nombreuses régions en voie de développement souffrent, en effet, d'un manque chronique d'énergie électrique et, même quand celle-ci est disponible, la puissance des réseaux de distribution est souvent insuffisante pour qu'on puisse envisager d'y raccorder un four électrique à arc.

C'est pourquoi toute une série de possibilités ont été explorées telles que :

- la construction d'une centrale électrique spéciale pour alimenter le four à arc;
- l'utilisation de nouveaux types de fours électriques par exemple alimentés en courant continu, ce qui diminue les phénomènes de "flicker" sur le réseau;
- ou, même, l'emploi d'autres types de fours d'aciérie tels que le four Martin ou de nouveaux procédés comme E.O.E.

d) Et, enfin, on va retrouver les problèmes habituels des régions en voie de développement et, notamment :

- le manque de main-d'oeuvre qualifiée;
- tous les problèmes d'entretien, de fournitures de pièces de rechanges et de produits divers essentiels au fonctionnement de l'usine;
- et, enfin, les problèmes d'infrastructure dont la fourniture d'énergie électrique, évoquée plus haut, n'est qu'un des aspects.

2. L'expansion des mini-usines dans les régions en voie de développement

Comme nous l'avons déjà indiqué, cette expansion a été, comme pour les pays industrialisés (voir le tableau IV) très différentes d'une région à l'autre. Comme pour les pays industrialisés, nous reportons en annexes les

détails de chacune de ces régions et nous les résumerons seulement ici :

Amérique latine (voir l'annexe V)

C'est la région où nous trouvons le pourcentage le plus élevé de mini-usines et certains pays de cette région montrant une structure de développement qui se rapproche beaucoup de celle des pays du sud de l'Europe comme l'Italie ou l'Espagne.

De plus, certains pays qui ont tendance à manquer de ferrailles mais disposent de ressources importantes en gaz naturel, comme le Mexique, le Vénézuéla ou l'Argentine, se sont tournés vers la "réduction directe" et alimentent en grande partie en minerais préréduits leurs aciéries électriques.

Le travail de Millin (que l'on trouvera dans la conférence de Milan, référence (3)) montre (voir les figures 13 et 14) des importantes différences dans la structure des mini-usines et, spécialement, la taille des unités

- aux Etats-Unis et au Japon, d'une part (figure 13)
- en Amérique latine (et aussi comme on le verra plus loin pour les pays de l'Asie du Sud-Est) (figure 14) d'autre part.

Asie (voir l'annexe VI)

Ici, la situation est tout à fait différente d'un pays à l'autre. Le travail de Millin, déjà cité plus haut, montre que pour l'Asie du Sud-Est, la structure est assez voisine de celle de l'Amérique latine.

Pour l'Inde, on trouve toute une série de micro-usines, beaucoup d'entre elles n'ayant des productions ne dépassant pas 10 000 t/an.

Par contre, Singapour et la Corée du Sud ont des mini-usines de capacité très voisines de celles qui existent au Japon ou aux Etats-Unis.

Moyen-Orient

Un certain nombre de données sont rassemblées à l'annexe VII et l'on constate, spécialement ici, la difficulté de bien définir ce qu'est une mini-usine (nous y reviendrons dans le III^e partie de la présente étude). On trouve, en effet :

- tout d'abord, de "vraies" mini-usines comme l'étaient IRMCO en Iran ou Lebanon Steel mill au Liban;

- ensuite des petites usines très diversifiées produisant, notamment, des tubes comme GECOSTEEL en Syrie;
- et, enfin, de grosses mini-usines basées sur la réduction directe comme en IRAQ, au QATAR en ARABIE SAOUDITE et en IRAN où l'on sort du domaine de mini-usines classiques avec des capacités de 2 ou 3 millions de tonnes, voire plus ...

Afrique

On trouvera, là-encore, les principales données sur ce continent en une annexe séparée (VIII). On peut remarquer ici que l'on trouve tout l'éventail des possibilités que nous avons déjà évoquées avec :

- des usines de relaminage, achetant leurs billettes pour produire, en général, des "ronds à béton";
- de "vraies mini-usines", c'est-à-dire basées sur le four à arc avec quelques cas particuliers où elles sont basées sur le four Martin;
- de "grosses mini-usines", comme au Moyen-Orient (environ 0,8 Mt/an à EL DEKHILA et 1 Mt/an à WARRI) basées sur la réduction directe par le gaz naturel;
- et une mini-usine intégrée basée, cette fois sur le haut fourneau et le convertisseur à l'oxygène en Tunisie.

III. ANALYSE GLOBALE ET DETAILLEE DES PROBLEMES POSES PAR LA CREATION ET L'EXPANSION DE LA SIDERURGIE DES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT SUIVANT LE THEME DE LA MINI USINE

Nous venons de voir comment le concept de mini-usine a été utilisé, en général, avec succès, tant dans les pays industrialisés que dans les régions en voie de développement pour l'évolution et l'expansion de leur sidérurgie; néanmoins, de telles conceptions ne peuvent être envisagées sans problèmes et nous allons essayer de les définir en établissant une liste de thèmes pour les discussions et les recommandations concernant l'expansion de la sidérurgie dans les pays en voie de développement. Ces thèmes seront regroupés sous les trois titres de:

- la définition de ces mini-usines, c'est à dire d'une précision de ce concept
- d'une étude des possibilités d'application de ce contexte aux régions en voie de développement
- d'un examen plus large de l'ensemble du contexte d'un projet de mini-usine dans une région en voie de développement.

III.1. Le concept de mini-usine en capacité, spécialisation et schéma de production

D'après ce que nous venons d'indiquer, le concept de mini-usine peut être précisé de trois points de vue:

- capacité de production
- type de produits
- et schéma métallurgique.

Capacité

A l'opposé des "méga-usines" de plusieurs millions de tonnes par an, les mini-usines dont on parle ici ont des capacités se chiffrant en général pour les régions industrialisées dans la zone de 100 000 à 1 000 000 t/an.

Néanmoins, surtout pour les régions en voie de développement, il est nécessaire d'inclure des unités plus petites et l'on pourrait donc distinguer (voir Tableau XIV):

- une zone mal étudiée et peu définie de très petites usines artisanales, de petites entreprises de villages ou de communautés, "auto contrées" et qui pourraient mériter, pour l'avenir, des études plus approfondies;
- des micro-usines de l'ordre de 100 t/j ou 30 000 t/an allant jusqu'à 100 000 t/an;
- des mini-usines dans une zone dix fois plus puissante, de l'ordre de 1 000 t/j (300 000 t/an) soit de 100 000 à 1 000 000 t/an.

Types de produits

Nous avons vu, plus haut, à la première partie du présent rapport que les mini-usines se sont, en fait, développé essentiellement pour la production des barres, des "ronds à béton" avec un élargissement progressif vers d'autres produits longs et légers, petits fer, fil machine, etc... Il faut souligner le fait qu'il s'agit là du vrai domaine actuel des mini-usines.

Les autres types de produits que peuvent ou pourraient élaborer les mini-usines ne doivent, évidemment, pas être négligés mais ne doivent être considérés qu'avec prudence pour un projet de nouvelle mini-usine; cela vient de deux motifs tout à fait différents qu'il faut rappeler:

- La capacité des divers types de laminoirs (revoir la Figure 4) qui s'adaptent plus ou moins bien au concept de mini-usine, c'est à dire à la gamme de capacités indiquées au Tableau XIV; un des grands problèmes de l'extension du domaine des mini-usines aux produits plats dans les pays industrialisés est, en effet, de réaliser un train de laminoir performant à des capacités inférieures au million de tonnes par an: toute une série de solutions sont en cours d'étude, mais si des solutions apparaissent dans la zone de 100 à 500 000 t/an, il n'est pas sur qu'on puisse en trouver à 100 000 t/an, malgré les efforts fait dans le domaine des trains planétaires...

- La production des nuances d'acier recherchées pour chacun des nouveaux types de produits envisagés; notons à ce sujet que le problème est très complexe puisqu'il faut considérer à chaque fois:

- o les exigences recherchées notamment dans les analyses chimiques des aciers
- o les possibilités de chacun des schémas envisagés (voir le paragraphe suivant)
- o les types de matières premières c'est à dire, par exemple, pour un four électrique à arc, les emplois de divers types de ferrailles ou de minerais préréduits.

Schéma métallurgique

Là encore, nous avons vu l'évolution des mini-usines tant dans les régions industrialisées (1ère partie) que dans les pays en voie de développement (2e partie): pour de nouveaux projets dans de telles régions et, encore plus, pour les pays les moins avancés, il nous paraît utile d'être très clair à propos des schémas que l'on peut envisager. On peut, en effet, distinguer:

- o le laminoir qui est la base d'une mini-usine et peut en être le premier élément, isolé pendant un temps plus ou moins long,
- o la possibilité d'intégration au départ du minerai de fer, ou de semi intégration (à partir d'un métal primaire) qui sont répertoriés au Tableau XV.

Parmi tous ces schémas on trouve des situations tout à fait différentes:

- o pour les mini-usines semi intégrées, c'est à dire basées sur un métal primaire, le schéma classique et pratiquement universel est basé sur le four électrique (référence 01) avec des situations particulières autorisant l'emploi d'un four Martin (référence 02); de nouveaux procédés peuvent apparaître ou sont en cours de mise au point mais

aucun développement industriel important n'a encore été fait dans cette nouvelle direction.

o pour les mini-usines intégrées, c'est à dire basées sur le minerai,

les solutions classiques sont de deux ordres:

-- la variante de la solution précédente avec minerais pré-réduits

(11 voire, plus difficilement 12);

-- les variantes basées sur le haut fourneau surtout, dans les cas

favorables, avec le charbon de bois (22).

Ici aussi, de nouveaux procédés apparaissent (24) (revoir les Figures 11 et 11 b) mais n'en sont pas encore au stade industriel.

III.2. Les possibilités d'application des mini-usines aux régions en voie de développement

Si nous reprenons les divers aspects de ce concept de mini-usine, comment peut-on les appliquer aux régions en voie de développement? Rappelons que ces régions sont caractérisées, surtout pour les pays les moins avancés, par:

- une faible consommation d'acier qui pourra, cependant, augmenter à l'avenir en fonction du développement de la région ou du pays considéré (revoir la Figure 10);
- des ressources matérielles au sens large, c'est à dire, allant des minerais de fer, des ferrailles et de l'énergie; fossiles, charbon, pétrole, gaz naturel ou des ressources hydroélectriques, jusqu'aux produits d'addition, fondants, etc...) extrêmement variées,
- et, sans examiner pour l'instant tous les problèmes d'infrastructures, le "contexte" qui fait l'objet du chapitre suivant, un manque de formation, plus ou moins accentué suivant les régions, des personnes, des ressources humaines. Ce point est capital quant on connaît la complexité de la sidérurgie ou plus précisément, les complexités très différentes des diverses opérations et schéma d'usines.

Dans ces conditions, il nous apparait que les possibilités d'application du concept de mini-usine à des régions peu développées, doit s'inscrire dans le cadre des trois points suivants pour l'usine proprement dite, avant tout examen du contexte local, régional ou national (ce qui fera l'objet du chapitre suivant III.3.):

1. Le marché (voir Tableau XVI) est "l'entrée" essentielle; il faut, bien entendu, l'examiner du double point de vue:

- de sa situation actuelle par produit et par spécification (quantités et qualités)
- et, ce qui est beaucoup plus délicat à estimer de son évolution à moyen et long terme.

Cet examen doit conduire à se fixer:

- un (ou plusieurs) type de produit
- le laminoir correspondant
- et la capacité de production correspondante.

2. Le schéma métallurgique (voir Tableau XVII) qui découlera:

- d'une part des données ci-dessus (conclusions du Tableau XVI)
- d'autre part des possibilités que nous avons répertoriées au Tableau XV.

3. Les aspects humains liés à la complexité du schéma et du détail de la mini-usine projetée. Nous nous permettons à ce sujet de reprendre une autre étude de l'ONUDI qui met en évidence:

- d'une part l'importance des quatre variables essentielles attachées (Figure 15) à une fonction quelconque:
 - (a) le savoir faire (SF) qui est le niveau et le contenu de compétence nécessaire à l'exercice de la fonction;
 - (b) le comportement (CO) qui est la manière d'exercer la fonction au sein d'un système complexe de relations;

(c) les pouvoirs (P) c'est à dire la capacité de liberté d'action pour l'exercice de la fonction

(d) les responsabilités (R) contre parties des pouvoirs, elles sont directes (verticales) soit indirectes ou collégiales (horizontales).

On peut donc caractériser l'exigence de chaque fonction en appréciant pour celle-ci, la valeur de ces quatre coefficients.

- d'autre part, dans l'étude d'une chaîne d'opération choisie (il s'agit des opérations de la coulée continue, interface capitale dans une mini-usine, entre l'aciérie et le laminoir) pour les vingt poste clés (voir Tableau XVIII) l'importance du facteur comportement et la nécessité d'un équilibre bien déterminé des variables pour chaque poste (Figure 16).

III.3. Le contexte d'un projet de mini-usines dans un pays en voie de développement

Après avoir vu les principaux aspects du concept de mini-usine (III.1.), d'une part, leur application aux régions en voie de développement (III.2.), d'autre part, nous allons examiner plus en détail dans quel contexte peut et doit se développer un tel projet. Six points de vue nous paraissent spécialement à considérer pour de tels projets; ce sont:

- le marché, à nouveau
- les aspects technologique
- les infrastructures
- la formation
- les possibilités de coopération régional
- les besoins en matières premières et fournitures diverses.

1. Le marché

Cet aspect nous paraît devoir être souligné et élargi au-delà de ce que nous avons déjà indiqué plus haut (voir notamment le Tableau XVI) en ce

sens que, dans une région en voie de développement, il faudrait examiner attentivement les liens entre la production envisagée pour l'usine sidérurgique considérée et les besoins, présent et futur, de cette région; cet examen doit porter, en priorité sur les liens avec d'autres industries ou d'autres activités (agricoles, commerciales, etc...) existantes ou envisagées.

A cet égard, il semble que, très souvent, on commette l'erreur de concevoir le projet d'usine sidérurgique, dans une région en voie de développement, en visant les mêmes produits et les mêmes usages que dans un pays industrialisé, depuis longtemps. Dans ces derniers pays, il faut se souvenir, qu'il y a toute une tradition et une spécialisation, basées, l'une et l'autre sur l'existence d'un grand nombre de producteurs ce qui n'est, en général, pas le cas d'une région en voie de développement.

Autrement dit, il nous semblerait utile de développer deux nouvelles approches du marché de la façon suivante:

- on peut, tout d'abord, pour un projet de mini-usine basé sur un seul type de produits sidérurgiques, le rond à béton par exemple, essayer de développer des usages non classiques de ces ronds: nous avons pu voir dans plusieurs pays qu'en soudant astucieusement des ronds, on peut faire des poteaux, des supports de lignes électriques, etc... Toute une réflexion pourrait être faite, dans cette direction...

- on peut, par ailleurs, essayer de recenser les besoins locaux, dans une région donnée, et remonter de cette conception "auto centrée" au type de sidérurgie qui paraîtrait le mieux adapté: ce peut être, en priorité, un petit ensemble de laminage et de parachèvement de "petits fers plats" pour des outils agricole qui pourrait être conçu et réalisé en même temps, par exemple, qu'une mini-usine à fer à béton... De façon plus générale, il paraît indispensable d'avoir une "approche intégrée" quand on fait le projet d'une usine sidérurgique, c'est à dire de l'intégrer aux autres projets, en

cours ou prévus, dans les autres domaines, agricoles aussi bien qu'industriels, pour la région considérée.

2. Aspects techniques

Comme pour le marché, ces aspects techniques doivent être vus, simultanément, de deux façons, différentes et complémentaires:

- Les aspects généraux, internationaux en général, basés sur l'évolution que nous avons rappelée, plus haut dans la première partie de la présente étude et qui, comme nous avons pu le voir dans la seconde partie sont, plus ou moins, suivis par les pays en voie de développement.

- Les aspects spécifiques, c'est à dire relatifs à un contexte politico-économique donné; on peut déplorer, à cet égard, que certaines technologies ou certaines méthodes qui pourraient intéresser plus particulièrement un certain nombre de pays en voie de développement, ne soient guère étudiées... C'est le cas, par exemple, de l'optimisation de l'aciérie électrique en minerais préréduits, allant au-delà du chargement continue (technique maintenant classique) à une marche beaucoup plus continue du four (pouvant entraîner des chargements de dessin de ces fours).

Une remarque très importante doit être faite sur ce sujet: c'est la difficulté, pour de tels projets sidérurgiques dans des pays en voie de développement de trouver la voie moyenne, dans la technologie, entre:

- des procédés tout à fait classiques et très surs, évitant la plupart des risques pour un nouveau projet et, surtout, le démarrage ou les opérations industrielles, mais courant un autre risque très sérieux, que est de devenir "obsoletes" c'est à dire de créer des unités déjà "dépassées" par les progrès de la technique mondiale lors de leur mise en service;

- des procédés beaucoup plus nouveaux, souvent très efficaces et parfois mieux adaptés que les "procédés classiques" au contexte de certaines régions.

3. Infrastructure

Comme cela a été indiqué à plusieurs reprises dans la présente étude, le sujet des infrastructures est spécialement difficile pour les pays en voie de développement. Cela est vrai pour les grandes usines intégrées mais, même pour une mini-usine, le "poids" des infrastructures ne devrait pas être sous-estimé. Pour donner quelques ordres de grandeur de cet aspect, le Tableau XIX indique les coûts auxquels on peut arriver pour une mini-usine de référence en partant du coût des équipements, toujours indispensables, et en ajoutant ce que nous appellerons les infrastructures internes, également toujours nécessaires, c'est-à-dire le génie civil, les bâtiments et le montage de ces équipements.

A partir de cet ensemble, c'est-à-dire les équipements et les infrastructures internes qui leur sont liées, il faut ajouter des infrastructures externes qui peuvent être subdivisées en trois catégories:

- les infrastructures du premier ordre que sont liées à tout ce qui est nécessaire pour faire fonctionner l'usine considérée et qui sont toujours comprises à l'intérieur de cette usine. Cela comprend (voir le Tableau XXI) les bureaux, les laboratoires, l'entretien général et les systèmes de transport et de manutention, toujours compris à l'intérieur de l'enceinte de l'usine. Il est bien entendu que tout cela est indispensable aussi bien dans un pays industrialisé que dans une région en voie de développement; néanmoins, le "poids" total de cet ensemble risque d'être beaucoup moins élevé dans une région industrialisée où l'on peut réduire, par exemple, l'importance des ateliers d'entretien et des magasins de pièces de rechange en raison de la proximité d'autres établissements industriels. Inversement, dans une région en voie de développement, beaucoup de travaux d'entretien devront être faits sur place et l'on devra disposer d'un beaucoup plus grand nombre de pièces de rechange.

- les infrastructures du second ordre (voir Tableau XXII) sont relatives cette fois à des installations qui sont en dehors des limites de l'usine sidérurgique. Comme un exemple typique, nous pouvons citer les logements du personnel de l'usine et de leurs familles. On pourrait également citer les installations de raccordement aux sources d'énergie électrique, au réseau des eaux (eaux fraîches d'appoint et eaux usées), à d'éventuels gazoducs ou oléoducs, etc... Une fois de plus, dans une région industrialisée, la plupart de ces infrastructures existent avant que l'on n'installe une usine sidérurgique: les villes ou les villages existent et les raccordements aux divers réseaux sont, en général, faciles et peu coûteux.

- les infrastructures du troisième ordre (voir Tableau XXIII) concernent encore des installations qui sont en dehors des limites de l'usine sidérurgique, mais que ne sont jamais de ressort de cette usine dans les pays industrialisés. Elles sont toujours faites par d'autres services nationaux ou par d'autres entreprises, publiques ou privées. Malheureusement, dans les régions en voie de développement, elles doivent à peu près toujours être créées à l'occasion de la construction de l'usine sidérurgique....

En résumé (Tableau XXIV), le coût d'une mini-usine peut être accru et, souvent, dans des proportions considérables, en raison de l'addition au coût de l'usine proprement dite, de ces diverses infrastructures et cela complique beaucoup les comparaisons relatives aux investissements nécessités par, pratiquement la même mini-usine suivant qu'elle est construite dans une région industrialisée ou dans un pays en voie de développement.

4. Problèmes humains et formation

Cet aspect capital que nous avons rappelé plus haut (voir III.2) doit être repris sous le triple point de vue:

- Des programmes d'éducation du pays ou de la région considérée avec tous les aspects de coopération régionale que nous évoquerons plus loin (voir le point 5c, ci-dessous). Il est, par exemple, possible qu'une seule école d'ingénieurs ou de techniciens métallurgistes soit suffisante, mais nécessaire dans une région donnée...

- de la formation pour toutes les disciplines, en dehors de la sidérurgie proprement dite, qui sont nécessaire dans un projet sidérurgique, aussi petit soit-il, que ce soit pour l'usine elle-même aussi bien que pour ses infrastructures. A cet égard, beaucoup de ces formations sont valables, aussi bien pour le projet de mini-usine sidérurgique qui fait l'objet de la présente étude, que pour d'autres projets et d'autres entreprises.

- De la formation plus spécifique pour la métallurgie, formation que nous avons évoquée plus haut (en III.2) et sur laquelle nous ne reviendrons pas.

5. Possibilité de coopération régionale

Bien que cet aspect puisse paraître évident, il nous paraît nécessaire d'y insister et de le faire sous le triple aspect, des:

a) coopération pour les produits avec les possibilités de spécialisation de la production (c'est à dire pour la partie "aval");

b) coopération pour les matières premières, l'énergie et les fournitures diverses (c'est à dire pour la partie "amont");

c) et la coopération pour la gestion, la formation et, de façon générale les aspects humains d'un tel projet.

Chacun de ces aspects revêt une importance considérable, surtout pour des projets et usines que ne seraient pas trop éloignés les uns des autres,

c'est à dire pour une coopération régionale. Citons par exemple:

- a) Pour les produits, la possibilité pour plusieurs usines de la même région de restreindre leur gamme de production et de se spécialiser. Même pour le cas du fer à béton, cela est loin d'être sans intérêt. Dans certains pays industriels, par exemple, les mini-usines sont très spécialisées en types et dimensions et c'est là un avantage pour les opérations, la diminution des démontages et remontages de cages, des calibrages, etc... sans oublier les stockages des produits et les aspects commerciaux;

b) pour les matières premières, que ce soit des matières principales, minerais de fer ou ferrailles ou pour des additions ou approvisionnements divers (voir ci-dessous, le chapitre suivant, réf. 6). On pourrait, par exemple, concevoir dans une région donnée, que le pays qui dispose d'un gisement de minerai de fer intéressant pourrait, par "réduction directe" (réduction à l'état solide par la source d'énergie la mieux adaptée: gaz naturel, charbon, charbon de bois, énergie hydroélectrique...) fournir des minerais préréduits (DRI ou Directly Reduced Iron) aux mini-usines de la région;

c) pour la coopération technique, couvrant les aspects humains, la gestion, les opérations et les aspects technologiques, enfin, une coopération entre usines, de la même région peut être du plus haut intérêt. Le fait, par exemple, pour des spécialistes d'une même activité, quelle soit métallurgique ou commerciale, de pouvoir se réunir de façon régulière aussi bien que de façon impromptue, à l'occasion d'incidents ou de problèmes particuliers, peut être très utile, voire indispensable.

Un des moyens que l'on pourrait envisager pour développer cette coopération régionale nous paraît être la promotion et le développement des

entreprises multinationales de production et des arrangements coopératifs d'entreprise à entreprise entre les pays en développement.

Les entreprises multinationales de production telles qu'elles sont prévues par le programme de l'ONUDI et le mandat défini par l'Assemblée générale concernant la CEPD se limitent à des arrangements de participation au capital d'entreprises qui sont concius entre deux pays en développement ou davantage, ou entre leurs ressortissants, dans le but d'accroître la production industrielle et/ou d'encourager la mise en valeur des ressources nationales par un processus d'actions concertées tendant à la création et à l'expansion et/ou à la meilleure utilisation des capacités de production, ainsi que de promouvoir les échanges commerciaux entre ces pays de d'améliorer leur pouvoir de négociation sur le marché mondial de manière que tous tirent parti des économies d'échelle et de la spécialisation générées, ainsi que de la complémentarité de leurs ressources. Dans ce contexte, les entreprises multinationales de production créées entre des pays en développement sont un élément particulier du système d'arrangements coopératifs d'entreprise à entreprise institué entre ces pays.

Pour que les entreprises multinationales de production réunissant des pays en développement soient profitables pour ces pays et que leurs caractéristiques, telles que l'ONUDI les conçoit, soient bien définies par opposition à celles des entreprises transnationales/multinationales traditionnelles, elles doivent satisfaire à plusieurs autres critères, dont par exemple les suivants:

1. Que tous les investisseurs bénéficient du même traitement en ce qui concerne la distribution des bénéfices, le pouvoir de contrôle dont ils disposent, l'accès à la technologie et aux autres ressources de l'entreprise;
2. Que l'entreprise contribue à la réalisation d'objectifs nationaux et à la satisfaction de besoins nationaux spécifiés;

3. Qu'elle favorise le développement technologique des investisseurs en renforce leur pouvoir de négociation avec le reste du monde;
4. Qu'elle contribue à la meilleure utilisation des ressources locales disponibles et à la création de conditions propices à des économies d'échelle et à une spécialisation;
5. Qu'elle facilite les autres formes de CEPD entre les pays concernés.

La première phase de ce programme, à laquelle une grande importance est attachée dans le mandat établi par l'Assemblée générale et qui consiste à définir ce concept dans le contexte des pays en développement et à déterminer les possibilités qu'il offre de mieux utiliser les ressources existantes, est en voie d'accomplissement. La deuxième phase tiendra compte des expériences sectorielles et visera à établir les principes directeurs généraux de la mise en oeuvre du concept et les principes spécifiques à suivre en vue de son application sectorielle.

Dans le cas des mini-usines sidérurgiques, on peut penser aux trois aspects mentionnés plus haut et qui concerne la création ou l'expansion de telles mini-usines notamment en Afrique.

a) Des multinationales de production d'un métal primaire (fonte ou minerai préréduit). Cette production serait basée sur les sites les plus favorables, c'est à dire:

- probablement sur la côte pour faciliter les transports et la distribution de ce métal primaire à des mini-usines demarrant à partir d'un tel métal;
- à proximité de ressources ferrifères intéressantes des points de vue métallurgiques (c'est à dire très riche en fer ou facilement enrichissable dans le cas de la réduction directe) aussi bien qu'économique.
- Disposant d'énergie c'est à dire essentiellement gaz naturel (pour la réduction directe) ou charbon de bois (pour l'élaboration de fonte) sans oublier l'aide que pourrait apporter une énergie hydro-électrique bon marché.

Dans le cas de l'Afrique on constate qu'effectivement, certaines mini-usines manquent de ferrailles difficiles à importer (c'est le cas de SOSIDER au Zaïre mais probablement d'autres mini-usines), alors que:

- l'usine de réduction directe de Warri au Nigeria ne fonctionne pas à pleine capacité
- d'autres unités de réduction directe pourraient être conçues spécialement au Cameroun
- des matières première (concentrés fins ou "pellet fines") pourraient être produites, au Cameroun, par exemple.

b) Des multinationales de distribution de certains produits sidérurgiques qui seront délicates à créer car elles devraient s'inscrire entre:

- l'intérêt de diminuer les coûts de transport et de créer des unités de production "autocentrées" sur une région donnée
- l'intérêt de rationaliser la production et de spécialiser chaque unité sur un type de produit sidérurgique et, même, sur une gamme de dimensions aussi limitée que possible.

c) Des multinationales centralisent la production ou fourniture d'additions, matières ou pièces nécessaires à l'activité d'une entreprise sidérurgique. On peut ranger, dans cette catégorie, des fournitures de:

- fondants: chaux, dolomie, etc.
- ferroalliages
- brique et produits réfractaire
- électrodes
- cylindres de laminoirs
- pièces diverses d'usure...

Il est à noter qu'un certain nombre de mini-usines existantes signalent les problèmes qu'elles rencontrent dans ce domaine et les difficultés auxquelles elles se heurtent pour importer ces produits ou ces fournitures.

6. Besoin en matières premières et fournitures diverses

Sur ce dernier aspect, nous voudrions souligner l'importance de toute une série de matières premières et de fournitures diverses dont les disponibilités et les prix peuvent avoir une importance considérable dans un projet de mini-usines. Il est difficile d'en faire une liste exhaustive et, encore plus, d'en "peser" l'importance relative dans un projet donné. Néanmoins, nous pensons que les Tableaux XXV, XXVI, et XXVII donneront une idée de la variété et de l'importance de ces matières et produits très divers.

Il est à noter que suivant les localisations et, plus spécialement, dans une région qui n'en est qu'au début de son développement, de tels approvisionnements peuvent se révéler beaucoup plus difficile et beaucoup plus coûteux qu'on ne l'imagine.

L'étude de l'IISI sur le four à arc donne la très intéressante classification ci-dessous (Figure 20 et Tableaux XXVIII et XXIX).

Là encore des entreprises multinationales régionales pourraient certainement faciliter les choses...

IV. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La présente étude a montrée tout d'abord la pratique et le succès de ce concept de mini-usines dans les pays industrialisés où, même avec la définition la plus restrictive, on voit, d'une part qu'elles représentent une production de l'ordre de 50 à 70 Mt/an et, d'autre part, qu'en raison de leur rentabilité elles continuer à se développer.

Dans les régions en voie de développement, ce concept a également été utilisé avec succès et la capacité totale des mini-usines doit se situer entre 13 et 30 Mt/an mais il s'agit là d'un ensemble beaucoup plus hétérogène aussi bien:

- pour les capacités unitaires
- pour les filières et les procédés utilisés
- et pour les produits qui y sont élaborés

que pour:

- leurs problèmes d'opération et de maintenance
- leurs rentabilité
- et les problèmes spécifiques que pose leur création dans les régions les moins développés.

Dans une telle réunion d'experts, la première question à poser est la question préalable d'un accord ou d'un désaccord des participants sur les principes de ces études c'est à dire l'approche du développement de la sidérurgie par le concept de mini-usine, aussi bien pour la création de nouvelles unités que pour l'amélioration et l'expansion de celles qui existent dans les pays en voie de développement.

Si un accord est obtenu sur ces principes, on peut recommander leur mise en application sur les plans:

- nationaux
- régionaux
- et internationaux.

Pour préparer les discussions sur de telles recommandations, nous en donnerons quelques unes, ci dessous, à titre d'exemples:

1. Créer les liens par association ou Institutions (telles que l'ILAFA, l'UAFA, le SEAISI ou l'ATS en France) entre les personnes exerçant des fonctions analogues dans des mini-usines de la même région.
Cela pourrait concerner des fonctions:
 - techniques et métallurgiques (ingénieurs et techniciens)
 - de direction et de gestion
 - d'entretien, etc.
2. Créer des sociétés multinationales entre les pays en développement pour centraliser la résolution de certains problèmes comme il est indiqué et éviter un émiettement de ces problèmes dans chaque pays ou chaque entreprise. Cela rejoint les vœux des organismes internationaux comme la Banque Mondiale d'entrer des projets ambitieux mais aussi d'éparpiller des petits projets concurrents et coûteux.
3. Apporter une aide, sur le plan régional ou international aux opérations de mini-usines existantes non seulement par les moyens énumérés ci dessus (1 et 2) mais par des actions ponctuelles d'assistance technique.
4. Apporter une aide, que pourra être, là aussi, régionale ou internationale, pour l'étude et la création de nouvelles mini-usines dans les meilleures conditions telles que nous les avons résumées à la III^e partie du présent rapport, spécialement pour les pays les moins avancés. De telles études devraient, en particulier, utiliser au mieux toute l'expérience passée, les succès comme les échecs, de toutes les mini-usines construites depuis une vingtaine d'années.

Tableau I
Développement de l'aciérie en oxygène et
de l'aciérie électrique dans le monde
(basée sur les statistiques iisi)

Année	Production totale d'acier dans le monde	D'après les données statistiques recueillies par iisi		
		Sur un total de : Mt	Acier à l'oxygène Mt	Acier électrique Mt
1960	346	327	12,2	35,1
1965	454	447	81,5	54,4
1970	595	578	237	85
1971	583	563	245	85
1972	630	590	281	92
1973	698	654	329	106
1974	703	659	340 (51,6 %)	111 (16,9 %)
1975	643	595	311 (52,3 %)	100 (16,9 %)
1976	675	629	338 (53,7 %)	112 (17,8 %)
1977	675	621	336 (54,2 %)	116 (18,6 %)
1978	717	656	357 (54,5 %)	133 (20,2 %)
1979	746	681	381 (55,81 %)	142 (20,81 %)
1980	716	648	359 (55,31 %)	143 (22,38 %)
1981	708	641	358 (55,86 %)	144 (22,44 %)
1982	645	576	317 (55,03 %)	134 (23,21 %)
1983	663	591	(55,2 %)	(23,7 %)
1984	710	633,3	(56 %)	(24,6 %)

Tableau II

Quatre exemples de disponibilités
en ferrailles en pays industrialisés

	"Autrefois"		"Maintenant" (plutôt 1970 que 1985)	
	Expansion	Stagnation	Stagnation	Stagnation
	Pas de coulée continue	Coulée continue	Coulée continue	Coulée continue
	Autarcie	Autarcie	Exportation	Importation
Acier brut	140	108	108	108
Produits	100	100	100	100
Consom- mation	100	100	70	130
Il y a 15 ans	50	100	70	130
<u>Possibilités de récupération de ferrailles</u>				
Interne des usines	40	8	8	8
des uti- lisateurs 15 %	15	10 (10 %)	7 (10 %)	13 (10%)
de la collecte des vieux fers (50 % de 85 % de 50)	21,25	43,5 (50 % de 87 % de 100)	30,45 (50 % de 87 % de 70)	56,55 (50% de 87 % de 130)
Total	76,25	61,5	45,45	77,55

Tableau III

Disponibilités de ferrailles
dans les pays industrialisés

(Basées sur les données du tableau II)

Cas	"Autrefois"	Maintenant (1985 ou, mieux, 1990)		
Evolution de la sidérurgie	Expansion	Stagnation		
Coulée	Lingots	Continue		
Situation de la zone	Pas de commerce (autarcie)	Pas de commerce (autarcie)	Zone exportatrice	Zone importatrice

Nature et proportion des ferrailles

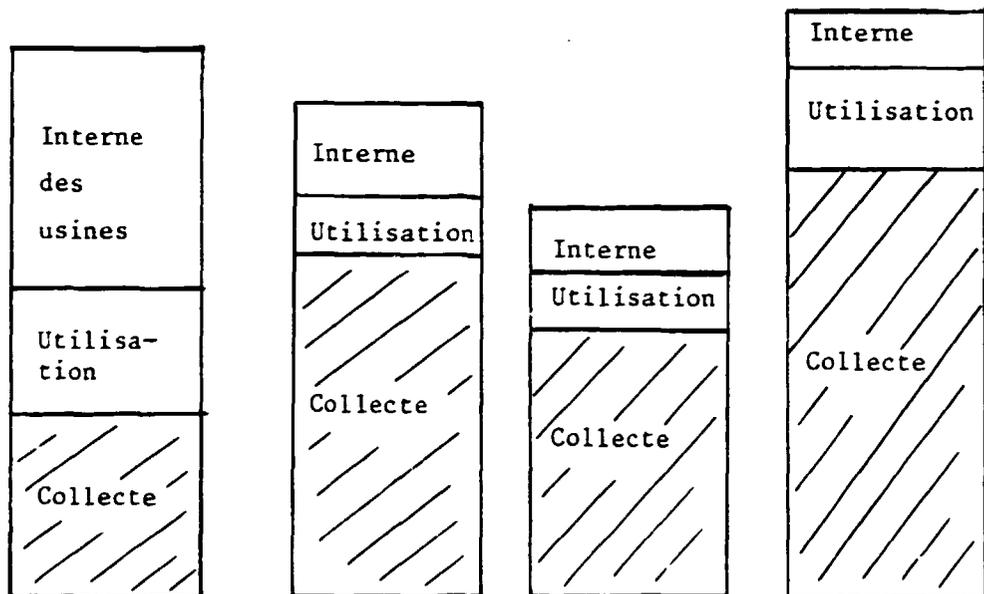


Tableau IV
Ordre de grandeur des coûts, en dollars des
Etats-Unis, pour produire 1 tonne métrique
d'acier laminé à chaud

Cas considéré	Grande usine 4 000 000 t/an Haut fourneau Aciérie à l'oxygène Coulée continue (brames) Train à bandes à chaux	Mini-usine 400 000 t/an ferrailles Aciérie électrique Coulée continue (billettes) Train à barres ou fil
<u>1) Frais de fabrication</u>		
Minerai/ferrailles	35	85
Energie	50	20
Main-d'oeuvre	30	20
Autres frais de fabrication (additions etc ...) et entretien	45	35
TOTAL	160	160
<u>2) Amortissement et frais financiers</u>		
Base : \$/tonne annuelle	(1 000)	(250)
	10 % 100	25
<u>3) TOTAL</u>	260	185

Tableau V
Estimation de la capacité des mini-usines
installées dans les régions industrialisées

Zone	Capacité totale de production d'acier Mt/an	Capacité en mini-usine Mt/an	%
Etats-Unis	120	14,7 /24	12 %/20 %
Canada	20	2	10 %
Europe occidentale (Italie)	150 (25)	18,35/20 (5,1)	12 % (20 %)
Europe de l'Est	200	1 ?	0,5 %
Japon	120	11,8 /24	10 %/20 %
Total	610	48 /71	8 %/12 %

Source : J.R. MILLER
 notamment Metal Bulletin et diverses autres publications

Tableau VI
La mini-usine de ZHLOBIN en URSS

Décision : février 1981

Démarrage : octobre 1984

Capacité (acier liquide) : 720 000 t/an

soit billettes à vendre : 200 000 t/an

fil machine : 150 000 t/an

barres et fers

marchands : 350 000 t/an

Coût total 550 M \$ US

2 fours électriques à arc : 100 t 75 MVA

2 coulées continues à 6 lignes de billettes 125 mm x 125 mm

1 four à réchauffer à longerons mobiles à 170 t/h

1 train de laminoir pour barres et petits fers

1 train de laminoir pour fil machine

Tableau VII
Efficiencce des Mini-usines pour
produire des fers à béton

- Investissement
250 \$/tonne annuelle d'acier
- Besoins en main-d'oeuvre
1 homme pour 1 000 t/an d'acier
soit environ
1,8 heures/t d'acier
(si l'on admet 1 800 heures/homme et an)
- Besoins en énergie
0,1 à 0,3 Gcal pétrole ou équivalent/t d'acier
+ 700 kWh/t d'acier (four à arc + coulée
continue + laminoirs
+ services)

Tableau VIII
Ordre de grandeur des investissements pour divers
types d'usines sidérurgiques
(régions industrialisées)

Four électrique à arc basé sur								
Filière :	Fer- Ferraille raille		R.D.**	Fer- raille		R.D.**		Haut fourneau et aciérie à l'oxygène
Laminoir :	à barres	à barres		Train à bandes semi-continu		Train à bandes continu		
Capacité Mt/an*	0,2	0,5		1,0	1,0	1,0	4,0	
Coûts unitaires								
M \$ Etats-Unis :								
agglomération (boulettes)	-	-	-	-	(100)	-	-	-
ou sinter	-	-	-	-	-	100	250	
Production du fer								
Fours à coke	-	-	-	-	-	100	400	
Haut fourneau	-	-	-	-	-	150	400	
Réduction directe	-	-	90	-	150	-	-	
Aciérie et coulée continue								
Laminoirs	20	50	50	150	150	150	450	
Infrastructure	10	25	40	100	150	300	1 100	
TOTAL	50	125	230	600	800	1 150	3 600	
\$ des Etats-Unis par t d'acier et par an								
	250	250	460	600	800	1 150	900	

* Mt = million de tonnes métriques par an

** RD = réduction directe, c'est-à-dire réduction des minerais de fer à l'état solide.

Tableau IX

Exemple de coûts de production de l'acier au four électrique

(voir aussi le tableau IV)

pour 1 t de billettes coulées en continu

Ferrailles	60 à 100 \$EU
Energie électrique : 500 kWh entre 10 et 50 \$EU pour 1 000 kWh	5 à 25 \$EU
Electrodes : 3 à 6 kg à 3 à 6 \$EU/kg	environ 15 \$EU
Main-d'oeuvre : 1/2 h à 1 à 10 \$EU/h	environ 5 \$EU
Fournitures diverses additions, entretien	environ 10 \$EU
TOTAL Sans amortissements	95 à 155 \$EU

Tableau X
Besoins spécifiques en petites barres d'une région
donnée en fonction de sa population et de
son niveau de développement
 (exprimé en consommation d'acier brut
 per capita et par an)

kg acier per capita et par an	100			
	10	50	a	b
1	3 000	15 000	20 000	16 000
5	15 000	75 000	100 000	80 000
10	30 000	150 000	200 000	160 000
50	150 000	750 000	1 000 000	800 000
100	300 000	1 500 000	2 000 000	1 600 000

Zone d'un
petit
train à
barres
(micro-usine)

mini-usine

dans cette zone
différents types
d'usines
peuvent être
envisagés

Tableau XI
Ressources en ferraille
cas des pays en voie de développement
 (on envisage deux cas suivant que la consommation
 d'acier est multipliée par 2 ou par 10 en 15 ans)

Cas :	Petit pays avec consommation con- centré sur barres et fers marchands	Grand pays avec con- sommation de tous les types de produits d'acier
	Coulée continue	Coulée continue
Usine	Une seule usine pour produit longs et légers	Diverses usines pour des produits variés
<u>Production :</u>		
Acier brut	108	108
Produits finis	100	100
<u>Consommation :</u>		
Maintenant	150*	100
Il y a 15 ans	15 *** ou 75**	10*** ou 50**
<p>Note : * tient compte des produits importés ** multiplié par 2 *** multiplié par 10</p>		
<u>Ressources possibles en ferraille</u>		
Interne des usines	8	8
des utilisateurs	20	13
de la collecte	5,1 ou 25,5	4,25 ou 21,25
des vieux fers	(40 % de 85 % de 15 ou 75)	(50 % de 85 % de 10 ou 50)
TOTAL	33,1 ou 53,5	25,25 ou 42,25

Tableau XII
Estimation de la capacité des mini-usines installées
dans les régions en voie de développement

Zone	Capacité totale de production d'acier Mt/an	Capacité des mini-usines Mt/an	%
AFRIQUE		1,1	
	15		14 %
MOYEN-ORIENT		1,04	
ASIE		6,0 *	
(Japon exclu)			8 %
(Corée du Sud)	75	(1,8)	
(Inde)		(1,1)	
AMERIQUE LATINE	30	5,4	18 %
(Brésil)		(2,3)	
(Mexique)		(1,4)	
(Argentine)		(0,7)	
TOTAL	120	13,5	11 %

Source : voir tableaux des annexes

* des données récentes concernant la Chine pourraient ajouter quelques 15 Mt/an

Tableau XIII

Les diverses filières sidérurgiques en fonction des ressources en matières premières ferrifères et en énergie

Source d'énergie \ Ressource ferrifère	Ferrailles	Minerais de fer	
Energie électrique	Four électrique à arc	Réduction directe	---
Gaz naturel ou pétrole	Four Martin ?	Réduction directe	---
Charbon	Gazogène ou centrale électrique	Réduction directe	Haut fourneau ou nouveaux procédés
Soleil ↓ biomasse ↓ charbon de bois		Réduction directe pour le charbon de bois	Haut fourneau à charbon de bois

Tableau XIV
Zones de capacité de l'ensemble
du domaine des mini-usines

Capacité approximative			Remarques
t/j		t/an	
10	soit	3 000	Zone pratiquement peu étudiée
1		300	
à 30		à 10 000	
100	soit MICRO-USINE	30 000	Zone d'un certain nombre de micro-usines notamment dans des pays en voie de développement
30		10 000	
à 300		à 100 000	
1 000	soit MINI-USINE	300 000	Zone des mini-usines classiques surtout dans les pays industrialisés
300		100 000	
à 3 000		à 1 000 000	

Tableau XIV bis

Situation des mini-usines d'Afrique dans les diverses zones de capacité (les usines de relaminage, tableau XV ter ne sont pas comprises)

Micro-usines

10 000 à 100 000 t/an	14/36 000 t/an	SAFA	Mauritanie
	20 000 t/an	LMI	Lybie
	20 000 t/an	SNS	Togo
	24 000 t/an	SMEA	Ouganda
	30 000 t/an	KUSCO	Kenya
	30 000 t/an	TEMA	Ghana
	34 000 t/an	NIGERSTEEL	Nigéria
	36 000 t/an	CISCO	"
	50 000 t/an	ASSAAA	"
	50 000 t/an	Sidérurgie Nacional	Angola
	63 000 t/an	SIDER-ORAN	Algérie
	80 000 t/an	Delta Steel mill	Egypte

Mini-usines

	150 000 t/an	Sosider	Zaïre
plus de 100 000 t/an	150 000 t/an	Copper Works	Egypte
	150 000 t/an	Elfonlath	Tunisie
	200 000 t/an	National Metal	Egypte
	800 000 t/an	Alexandring National Steel	Egypte
	1 000 000 t/an	Warri	Nigéria

Tableau XV

Les divers schémas envisageables pour des mini-usines

		0) Relamineurs (pas d'élaboration d'acier)
Fusion d'un métal primaire (ferrailles, minerai réduit acheté (DRI), fonte ...)	Four électrique	01) Solution classique pour le concept "mini-usines"
	Four Martin	02) Envisageable dans certains cas
	Autres types de fours	03) Solutions envi- sageables peut-être, dans l'avenir
		Ramène au cas précédents qui deviendront :
Elaboration d'un métal primaire	Minerai réduit à l'état solide ("réduction directe" RD)	11) RD + four électrique
		12) RD + four Martin
		13) RD + nouveau procédé
	Haut fourneau à coke	21) Solution classique des grandes usines difficilement applicable à de petites usines
	Haut fourneau à charbon de bois	22) Solution indus- trielle- ment appliquée dans divers pays
	Four électrique à fonte	23) Solution industriellement appliquée dans certains cas
	Nouveaux procédés	24) En cours de mise au point

Tableau XV bis
Situation des mini-usines d'Afrique
d'après leurs schémas

Fusion d'un métal primaire	01) Au four	14/36 000 t/an	SAFA	Mauritanie
	élec-	20 000 t/an	LMI	Lybie
	trique	20 000 t/an	SNS	Togo
		24 000 t/an	SMEA	Ouganda
		30 000 t/an	KUSCO	Kenya
		30 000 t/an	TEMA	Ghana
		34 000 t/an	Niger- steel	Nigéria
		36 000 t/an	CISCO	Niger
		50 000 t/an	ASSAAA	Niger
		50 000 t/an	Sidé- rurgie Nacional	Angola
		80 000 t/an	Delta	Egypte
	150 000 t/an	Sosi- der	Zaïre	
01 et 02) ensemble		150 000 t/an	Copper Works	Egypte
	02) Au four Martin	63 000 t/an	Sider Oran	Alger
		200 000 t/an	Na- tional metal	Egypte
Elaboration d'un métal primaire	11) Réduction directe	RD + four électri- que	1 000 000 t/an	Warri Niger
	Haut fourneau à coke (HF)	21) HF + conver- tisseur d'oxygène	150 000 t/an	Elfou- ladh Tunisie

Tableau XV ter

Mini-usines d'Afrique ne disposant que de laminoirs

Laminage de billettes pour fournir des produits longs	KATSINA	Nigéria	210 000 t/an
	JOS	"	210 000 t/an
	OSHOGBO	"	210 000 t/an
	SOLADO	Cameroun	40 000 t/an
	IMCI	Côte d'Ivoire	20 000 t/an
	SOMETAL	Maroc	40 000 t/an

Laminage de bobines laminées à chauds (coils) pour fournir des produits plats laminés à froid	MALAKU	Zaïre (avec galvanisation)	150 000 t/an
---	--------	-------------------------------	--------------

Tableau XVI

Projet de mini-usine :
approche par le marché

ENTREE		TEMPS →	
Estimation du marché actuel		Marché actuel potentiel	Marché futur potentiel (dans 10 ans ?)
Consommation actuelle t/an par produit	Taux de péné- tration envisagé pour l'usine projetée		
-----	-----	-----	-----
50 000 t/an de fer à béton de 8 à 20 mm	60 % →	30 000 t/an	Suivant hypo- thèses : 30 000 45 000 60 000
-----	-----	-----	-----

Tableau XVII

Projet mini-usine :
Approche par les ressources matérielles

ENTREE		TEMPS		
Capacité et type de production (quantité et qualité) envisagée		Choix actuel de schéma (voir tableau B)	Choix futur possible (dans 10 ans ?)	
45 000 t/an de fer à béton de 8 à 20 mm	ou	50 000 t/an d'acier en bilettes	01) Four électrique en ferrailles	Feu d'évolution probable ? (03)
		11) Idem avec réduction directe		
		22) Elaboration de fonte avec charbon de bois et conversion à l'oxygène	Nouveaux procédés possibles à terme ? (24)	

Tableau XVIII
Projet de mini-usine
Approché par les ressources humaines
 Liste et codes des fonctions-clés

DEPARTEMENT	LIBELLE DE LA FONCTION	CODE FICHE
APPROVISIONNE- MENT (non postés)	Chef acheteur de rechanges	1
	Chef acheteur de matières premières	2
	Gestionnaire magasins/parcs et dédouanement	3
	Responsable de réapprovisionnement des stocks	4
ENGINEERING	Responsable de la documentation technique des installations	5
postés	Magasinier de poste coulée continue	6
	Machiniste pomperie coulée continue	7
ENTRE- TIEN SECTO- RIEL non postés	Contremaître de poste d'entretien sectoriel coulée continue	8
	Chef magasinier/visiteur coulée continue	9
	Chef préparateur d'entretien coulée continue	10
	Contremaître chef d'entretien sectoriel coulée continue	11
PRODUCTION COULEE CONTINUE (postés)	Responsable de l'atelier des réfractaires de coulée continue	12
	Préparateur de distributeurs (tundish) à la coulée continue	13
	Contremaître chef de parc à billettes de coulée continue	14
	Surveillant des utilités et auxiliaires coulée continue	15
	Agent de mise en nuance à la coulée continue	16
	Couleur à la coulée continue	17
	Contremaître chef de machine coulée continue	18
	Opérateur en cabine coulée continue	19
Contremaître chef de poste coulée continue	20	

Tableau XIX

Valeur des investissements pour diverses configurations de la
mini-usine de référence en millions de dollars des Etats-Unis (1985)

	Coût de l'équipement M \$EU	Coût de l'infra- structure interne (génie civil bâtiments, montage) M\$EU	Coût total M \$EU
Laminoir à barres 100 000 t/an	25	15	40
Laminoir combiné pour barres, fil et profilés moyens 400 000 t/an	60	40	100
Laminoir ci-dessus semi-intégré avec aciérie électrique et coulée continue 400 000 t/an	+ 45 =105	+ 55 = 95	200
Ensemble ci-dessus intégré avec une réduction directe au gaz naturel 400 000 t/an	+ 50 =155	+ 50 =145	300

Tableau XX

Valeur des investissements pour diverses configurations
de la mini-usine de référence en dollars des Etats-Unis (1985)

	Equipement et infrastructure interne	
	Coût total (Voir tableau XIX) M \$EU	Coût en \$ EU par tonne annuelle
Laminoirs seuls :		
100 000 t/an	40	400
400 000 t/an	100	250
Laminoir ci-dessus semi-intégré avec aciérie électrique et coulée continue (420 000 t/an billettes) (400 000 t/an produits)	200	500
Ensemble ci-dessus intégré avec une réduction directe au gaz naturel	300	750

Tableau XXI

Coût des infrastructures du premier ordre
(pour la mini-usine intégrée de 400 000 t produits/an)

<u>Item</u>	<u>Ordre de grandeur du coût en M \$EU</u>
Bureaux	10
Laboratoires	3 à 5
Atelier d'entretien	10
Magasins pour pièces de rechange	5
Système de transport interne	5
TOTAL	33 à 35

Tableau XXII

Coûts de certaines infrastructures du second ordre
(pour la mini-usine intégrée de 400 000 t produits/an)

<u>Item</u>	<u>Ordre de grandeur du coût en</u> <u>M \$EU</u>
<u>Logement</u>	
Pour les familles de 1 380 personnes et les autres besoins associés	30 M \$EU
<u>Fournitures d'énergie</u>	
On comprend seulement ici les raccordements à des réseaux existants de :	
- gaz naturel ou pétrole ou charbon	40 à 60 M \$ EU
- énergie électrique	
- eaux etc ...	

TABLEAU XXIII

Ordre de grandeur des coûts de certaines infrastructures du troisième ordre
(pour la mini-usine intégrée de 400 000 t produits/an)

Item	Base	Coût total en M \$EU
Mine de fer (600 000 t/an de minerai classés à haute teneur en fer ou de boulettes)	de 15 à 75 \$EU/t	** 10 à 50 M \$EU*
Ouverture d'un gisement de gaz (pour 150 Mm ³ /an)	difficile à préciser	Varie d'un cas à l'autre
Centrale électrique (pour 400 GWh/an et 140 MW)	de 500 \$EU à 1 000 \$EU par MW	70 à 140 M \$EU
Prise d'eau (pour 3 Mm ³ /an)		1 à 5 M \$EU **
Port	difficile à préciser	

* 25 à 35 M \$EU devraient être ajoutés si l'on a besoin d'une unité de palletisation

** peut être considérablement accru s'il faut envisager des transports sur longue distance (chemin de fer pour le minerai de fer, canalisation pour l'eau ou des pulpes de minerai de fer).

Tableau XXIV

Coûts divers d'une usine avec l'infrastructure

(Coûts totaux en millions \$EU de 1985)

	Coût total de l'usine			Infrastructure	
	Equipement	Infra- structure interne	Infra- structure du premier ordre	Second ordre	Troisième ordre
Laminoir 100 000 t/an	15 à 25	+ 10 à 15 = 25 à 40	+ 5 à 10 = 30 à 50	+ 2 à 10 jusqu'à 60	?
Mini-usine classique semi-intégrée 200 000 t/an	55	+40 =95	+ 5 =50	---	---
Mini-usine semi-intégrée plus diversi- fiée 400 000 t/an	105	+95 =200	=30 =230	+ 10 à 50 jusqu'à 280	?
Mini-usine intégrée avec réduction directe 400 000 t/an	155	+145 =300	+ 40 =340	+ 70 à 100 410 à 440	+?
Usine sidérurgique classique 2 Mt/an	total 2 500 à 3 000			—————→	Peut atteindre 4 000 à 6 000
Usine sidérurgique classique 4 Mt/an	total 4 000 à 5 000			—————→	Peut atteindre 6 000 à 8 000

Tableau XXV

Ordre de grandeur des matières premières et fournitures nécessaires
pour élaborer une tonne d'acier au four à arc

	kg/t d'acier
Ferrailles	environ 1 100
Additions pour la chaux dolomie etc.	20 à 100
Electrodes	4 à 10
Ferro-alliages : Ferromanganèse Ferrosilicum	Quelques kilogrammes
Additions recarburantes (anthracite, coke ...)	
Réfractaires (voir le détail aux tableaux XXVIII et XXIX) et à la figure 21	-
ne pas oublier les réfractaires pour les poches de coulée et les éventuels traitements en poche	
Pièces mécaniques	-
Pièces électriques	-

Tableau XXVI

Principales matières premières et fournitures
nécessaires pour couler une tonne d'acier

Poudres de couverture

Huile

Lingotières (cuivre)

Pièces mécaniques

Pièces électriques

Etc...

Tableau XXVII

Principales matières premières et fournitures
nécessaires pour laminier une tonne d'acier

Huiles

Graisses

Etc...

Cylindres de laminoirs,

guides,

rouleaux de table,

etc...

Pièces et fournitures

électriques

etc...

Etc...

Tableau XXVIII

Classification des réfractaires pour la sidérurgie et notamment les fours à arc, les poches de coulée, etc.

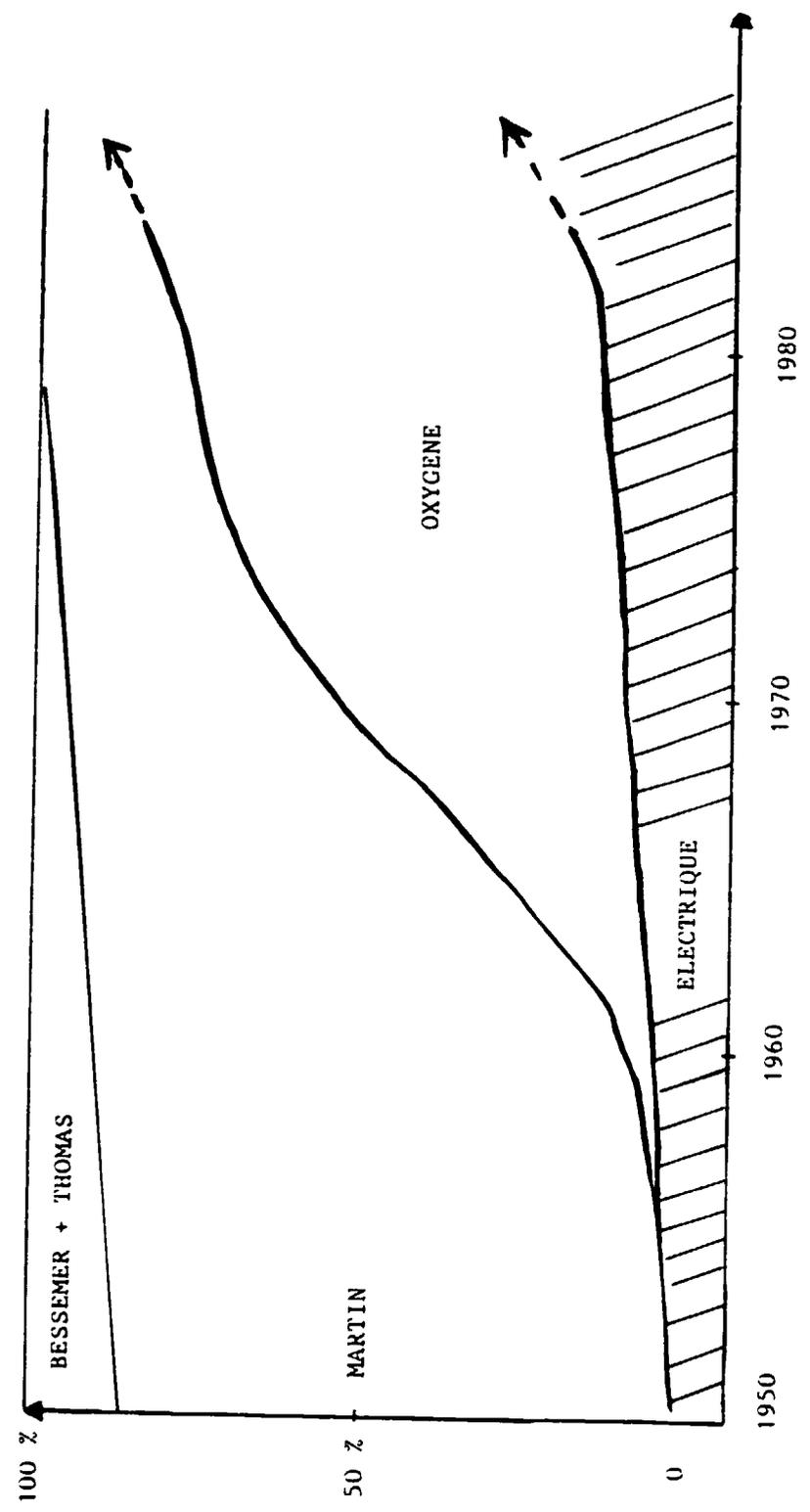
Réfractaire	<ol style="list-style-type: none"> 1. Magnesite (MgO) 2. Magnesite - chrome (MgO - Cr₂O₃) 3. Magnesite - carbon (MgO - C) 4. Magnesite - dolomite (CaCO₃ - MgCO₃) MgO 5. Dolomite (CaCO₃ - MgCO₃) 6. Lime (fused/sintered) CaO
Liant	<ol style="list-style-type: none"> 1. Burned brick - conventional 2. Burned brick - direct bonded 3. Burned brick - sintered 4. Burned brick - resin bonded - regular grain 5. Burned brick - resin bonded - fused grain 6. Fused cast 7. Chemically bonded (inorganic) 8. Chemically bonded (organic) 9. Impregnated (inorganic) 10. Impregnated (organic)
Matières premières	<ol style="list-style-type: none"> 1. Natural magnesite 2. Synthetic magnesite 3. Fused magnesite 4. Chrome ore 5. Simultaneous sinter ores - (Magnesite - Chromite) 6. Dolomite 7. Lime 8. Flake graphite 9. Conventional graphite 10. Carbon (lamp black, etc.)

Tableau XXIX

Les principaux réfractaires pour les fours électriques à arc

	Standard refractory material	New or experimental material
Creuset	MgO high purity, dolomite : Dolomite - MgO ramming	MgO high purity bricks Special CaO ramming
Niveau du laitier	As above, plus : MgO-Cr ₂ O ₃ rebonded fused grain	MgO - C bricks (C = 6 - 35 %) MgO - Cr ₂ O ₃
Bas des parois	MgO high purity impregnated	Special direct bonded bricks MgO - Cr ₂ O ₃ chemical bonded/ water cooled panels
Haut des parois	MgO - Cr ₂ O ₃ burned or chemical bonded dolomite	Water cooled panels
Point chauds	Fused cast MgO - Cr ₂ O ₃ High purity MgO	MgO - C bricks (C = 6 - 35 %) Water cooled panels
Trou de coulée	Monolithics, bricks, chocks or sleeves	Fused cast MgO - Cr ₂ O ₃ block
Bec de coulée	Basic monolithics 94 % MgO 86 % MgO bricks	Blocks made from refractory oxides such as ZrO ₂ , SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , MgO associated with SiC and C
Voûte	70-86 % Al ₂ O ₃ bricks, partial or complete MgO - Cr ₂ O	Water cooled membrane or panels
Section Delta	High Al ₂ O ₃ bricks and monolithics, 70-86 % (ramming or castable) MgO - Cr ₂ O ₃ materials	Castables 96-97 % Al ₂ O ₃ or basic material MgO - C bricks

Figure 1
L'évolution des procédés d'aciérie dans le monde



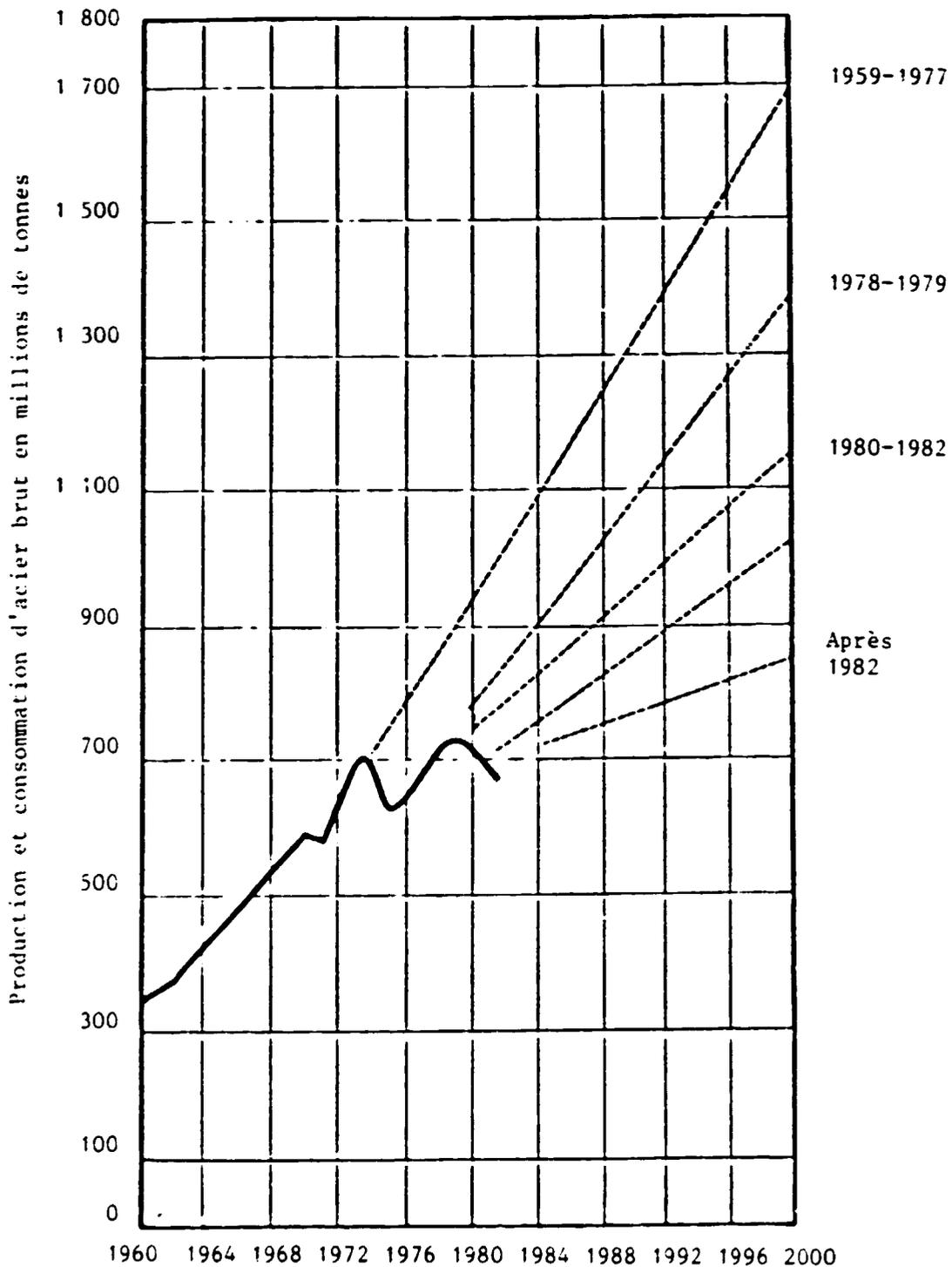
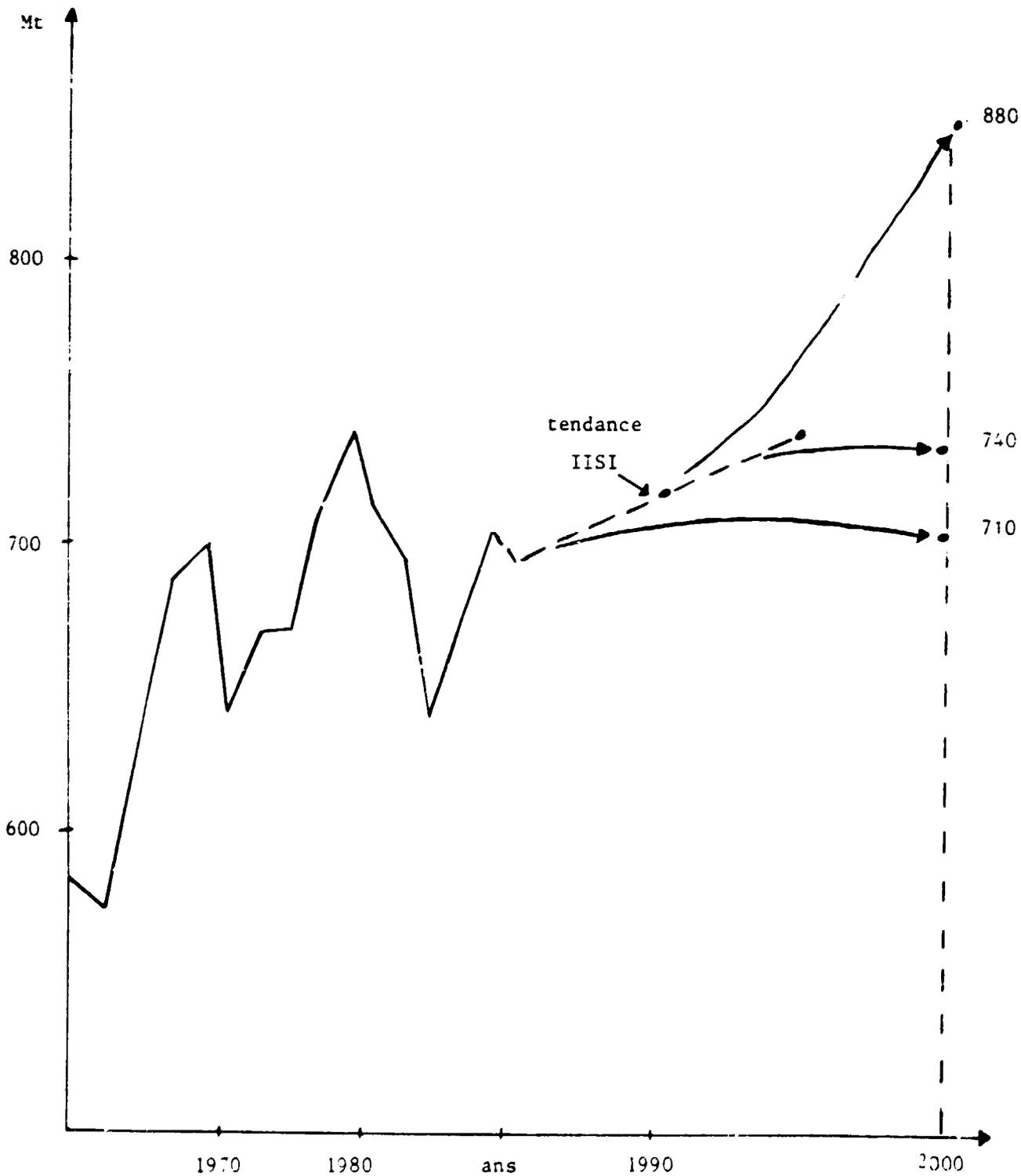


Figure 2

Lignes de tendance des prévisions de la production et de la consommation mondiales d'acier de 1975 à 2000 par rapport à la conjoncture

Figure 2 b
Evolution de la consommation mondiale d'acier
(Mt d'acier liquide)



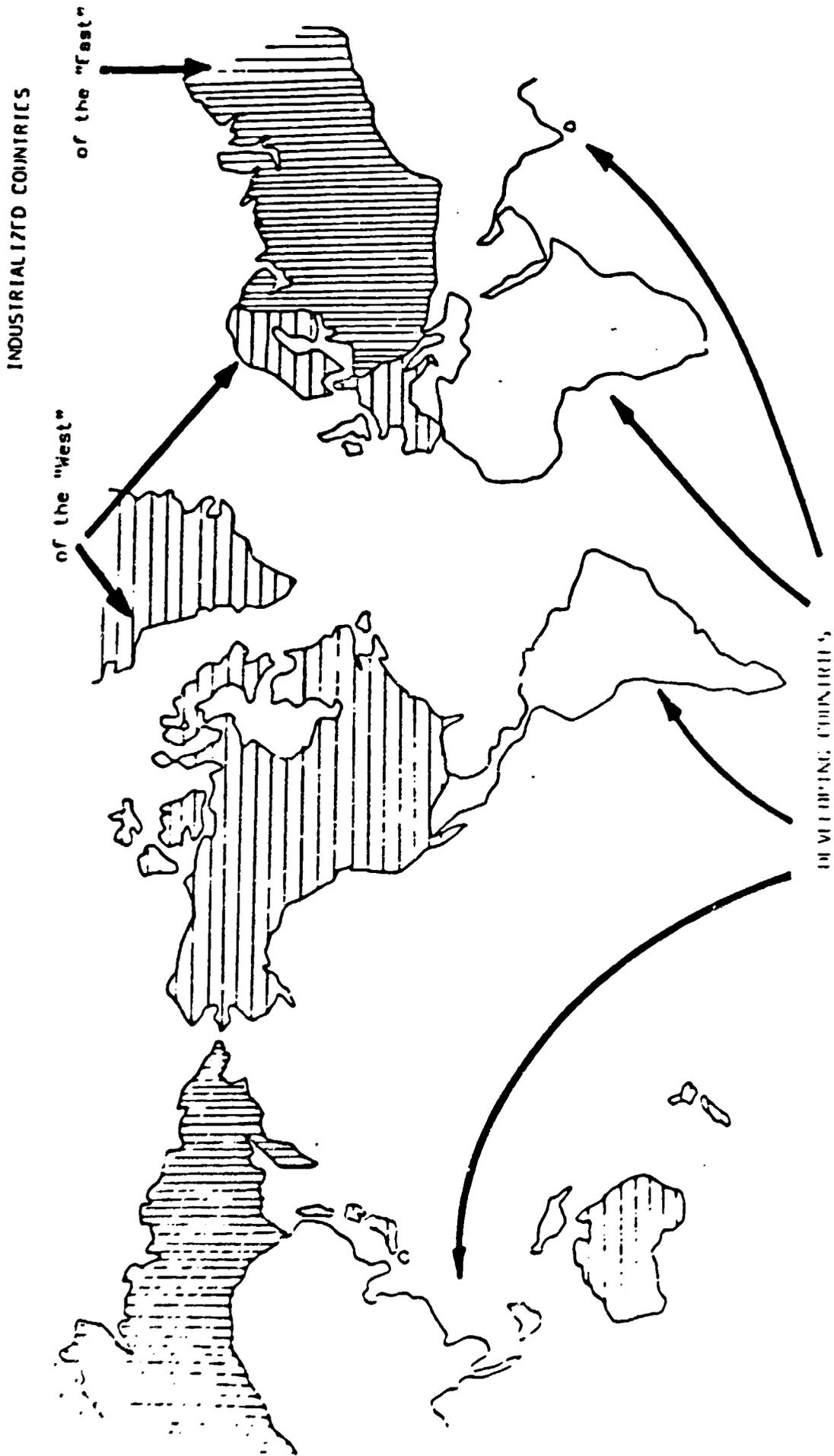


Figure 2 c
Division du monde en trois zones

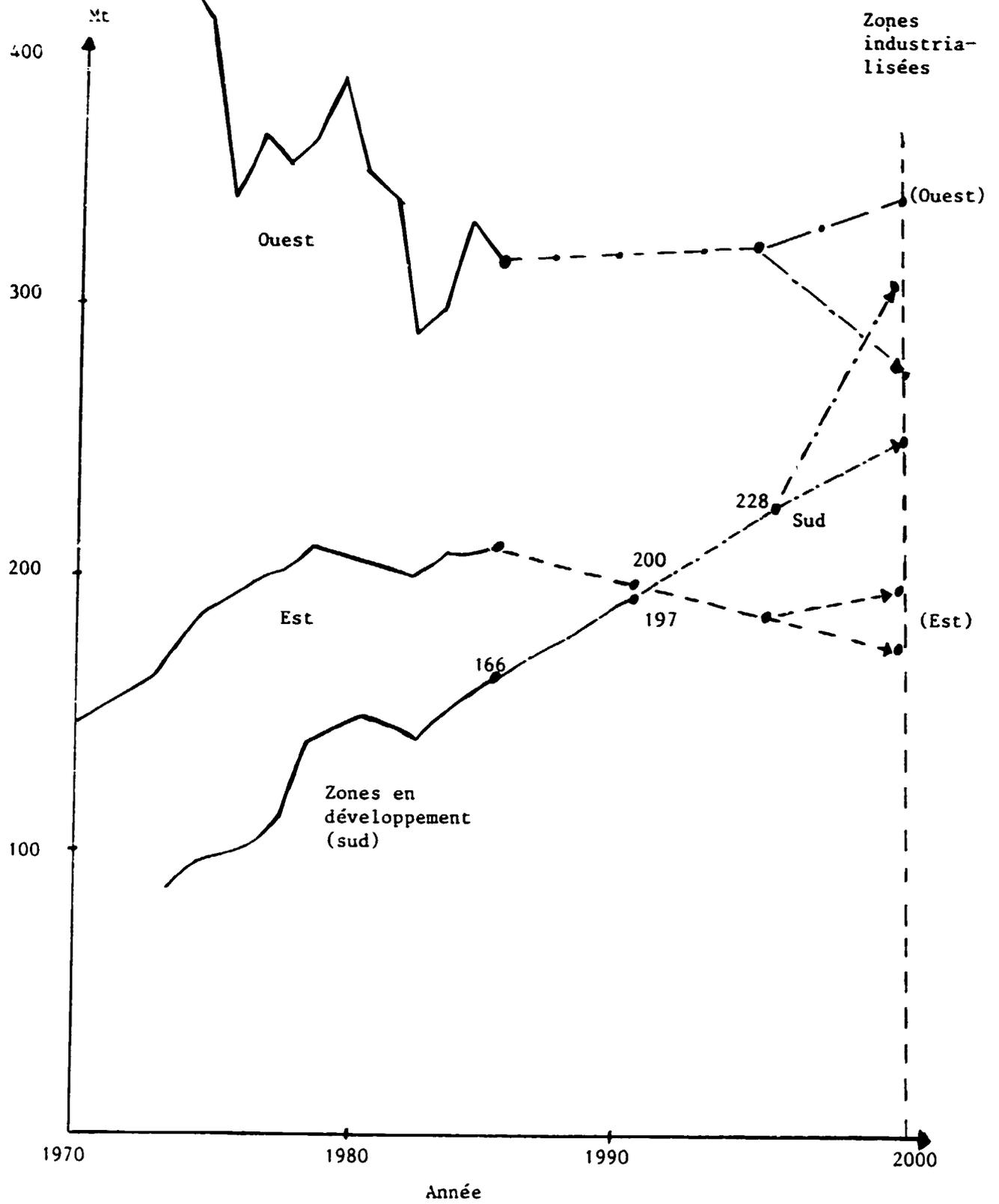


Figure 2 d
Possibilités d'évolution de la consommation d'acier
par zone (voir figure 2 c)
(Mt d'acier liquide)

Procédé et filière t acier/an	"Classique" (haut fourneau + convertisseur à l'oxygène)	Four électrique d'aciérie	Id avec réduction directe
moins de 100 000	Disparition progressive de ce type d'usine	Apparition des mini-usines, qui évoluent en grossissant	Difficile (taille trop petite)
100 000 à 1 000 000			Difficile à envisager économiquement
1 000 000 à 5 000 000	Evolution des grandes usines à produits plats		Difficile (taille trop grande)
plus de 5 000 000			Difficile (taille trop grande)

Figure 3
Evolution des procédés et filières sidérurgiques
dans les pays industrialisés

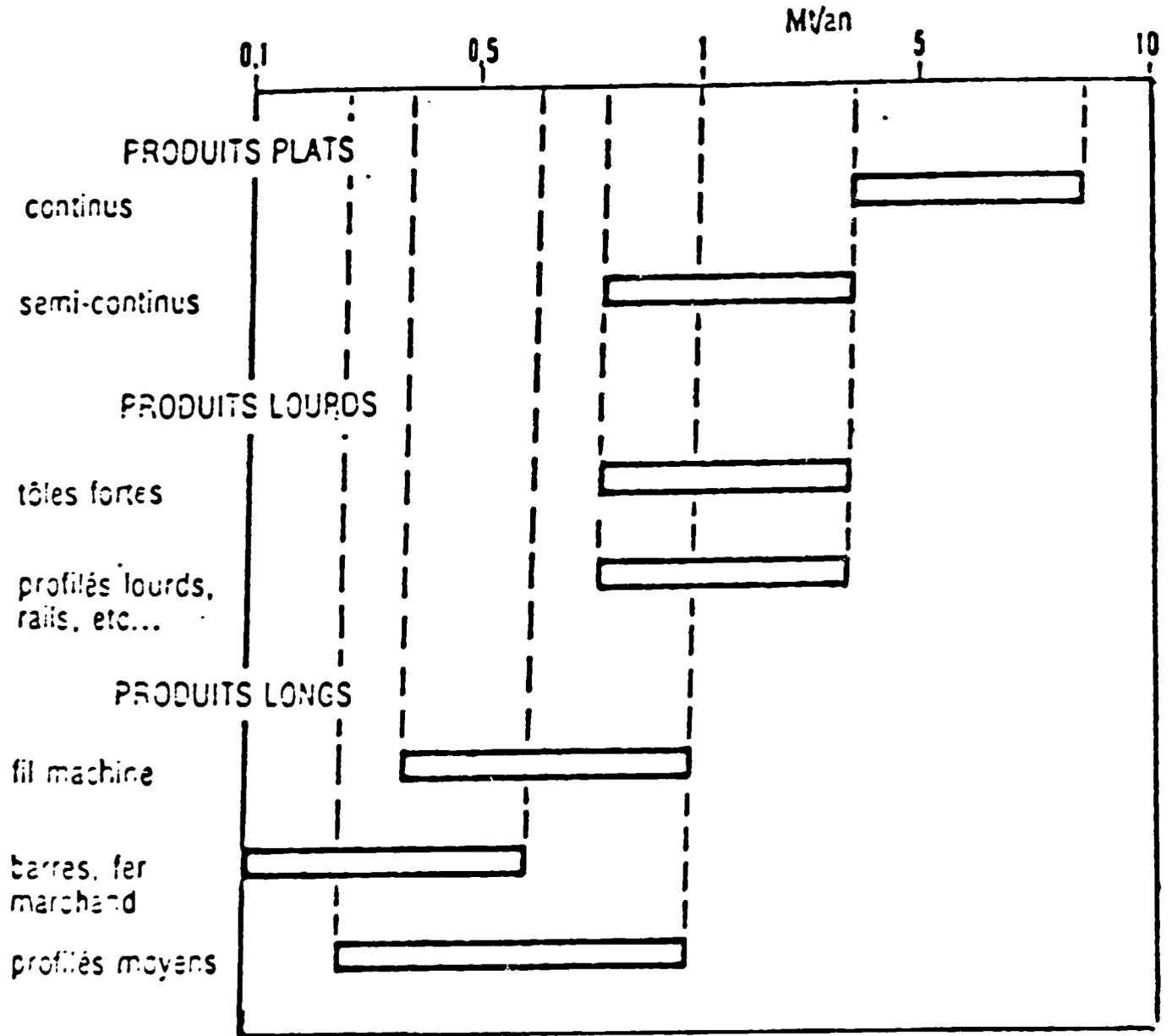


Figure 4

Capacités moyennes des laminoirs

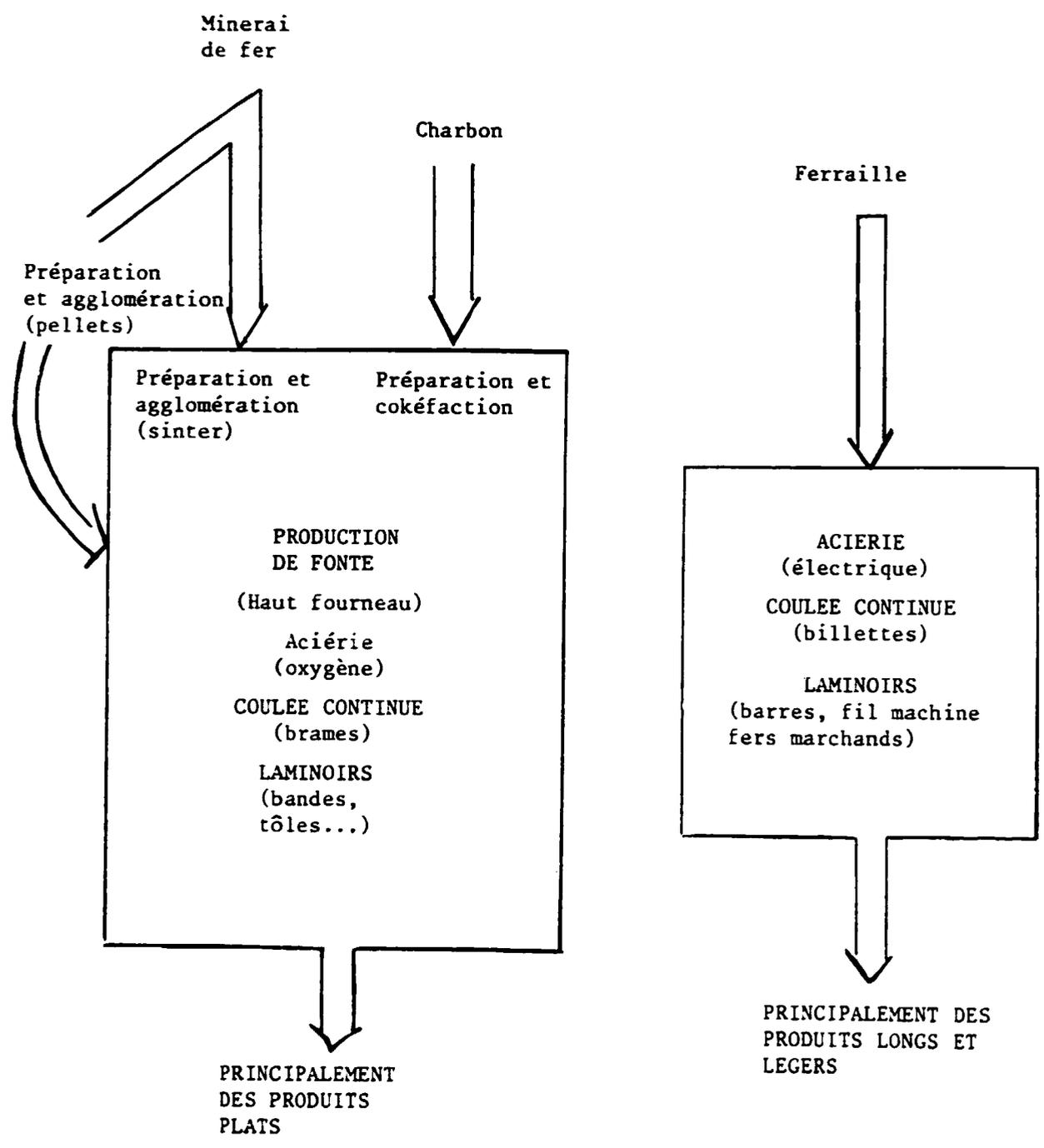


Figure 5

Tendance de divisions de la sidérurgie des pays industrialisés en deux types d'usine

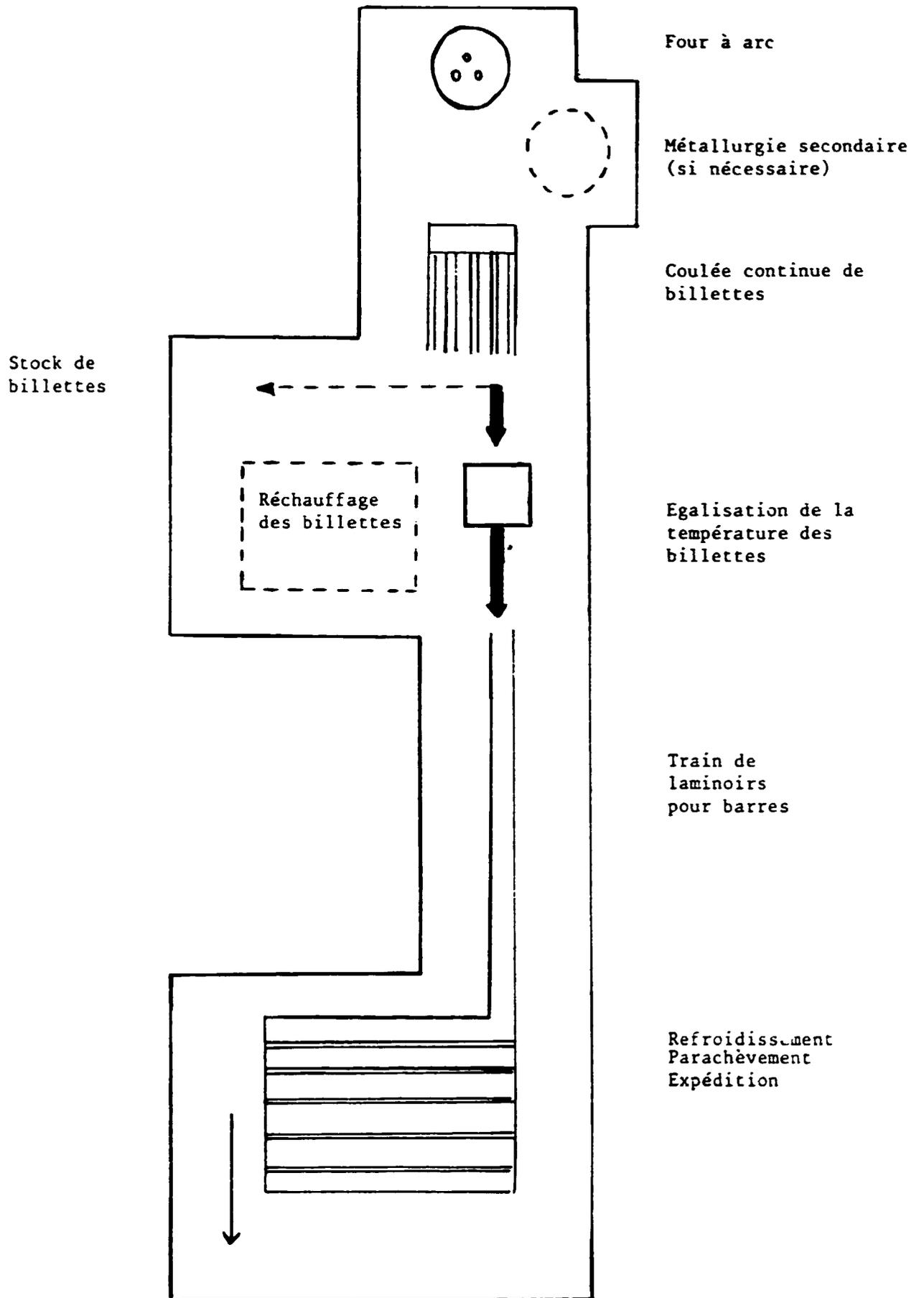


Figure 6
Une mini-usine typique

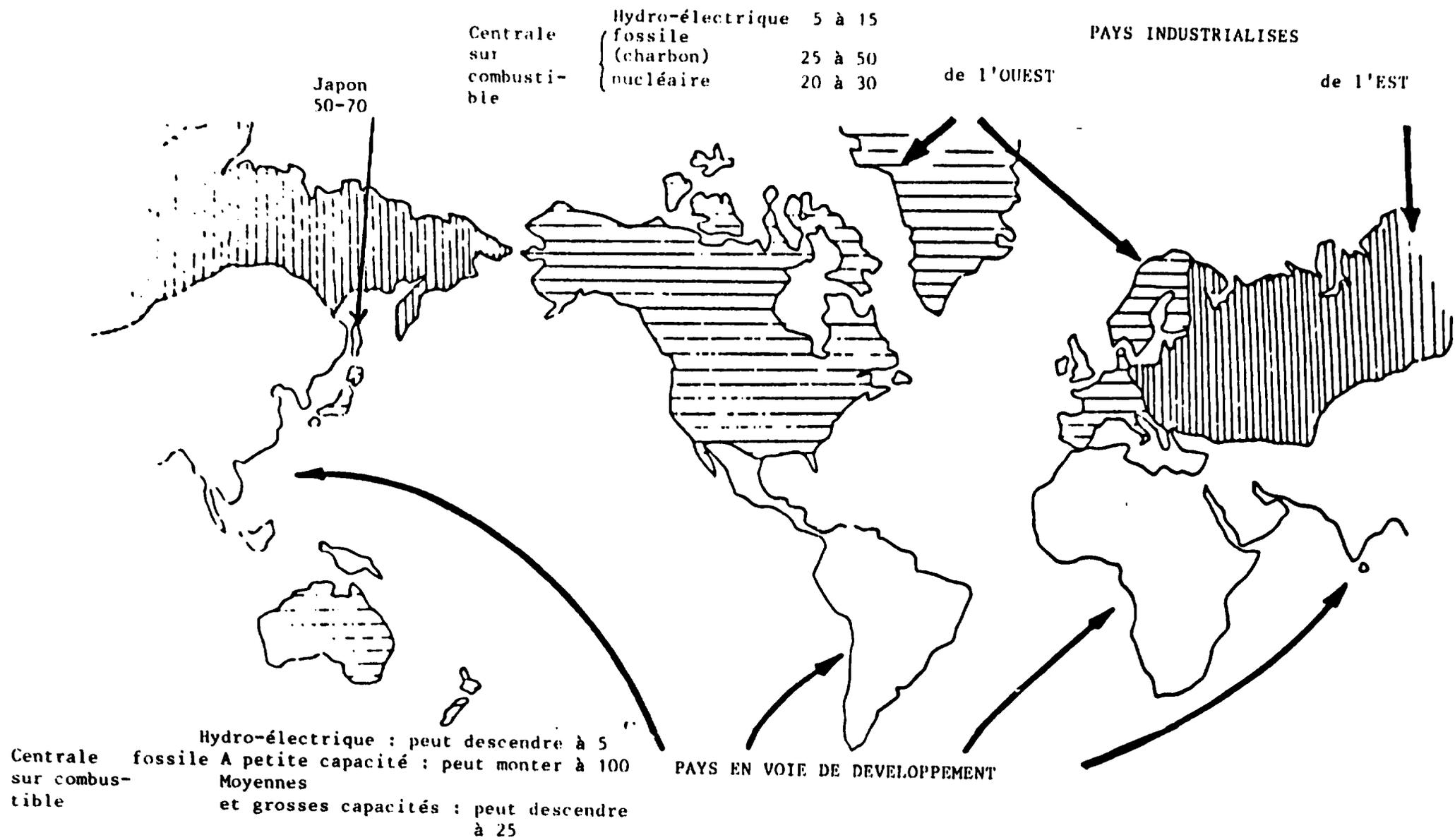


Figure 7

Ordre de grandeur de 1000 kwh dans le monde en \$US (1985)

Figure 8

Evolution possible d'une mini-usine vers des opérations continues

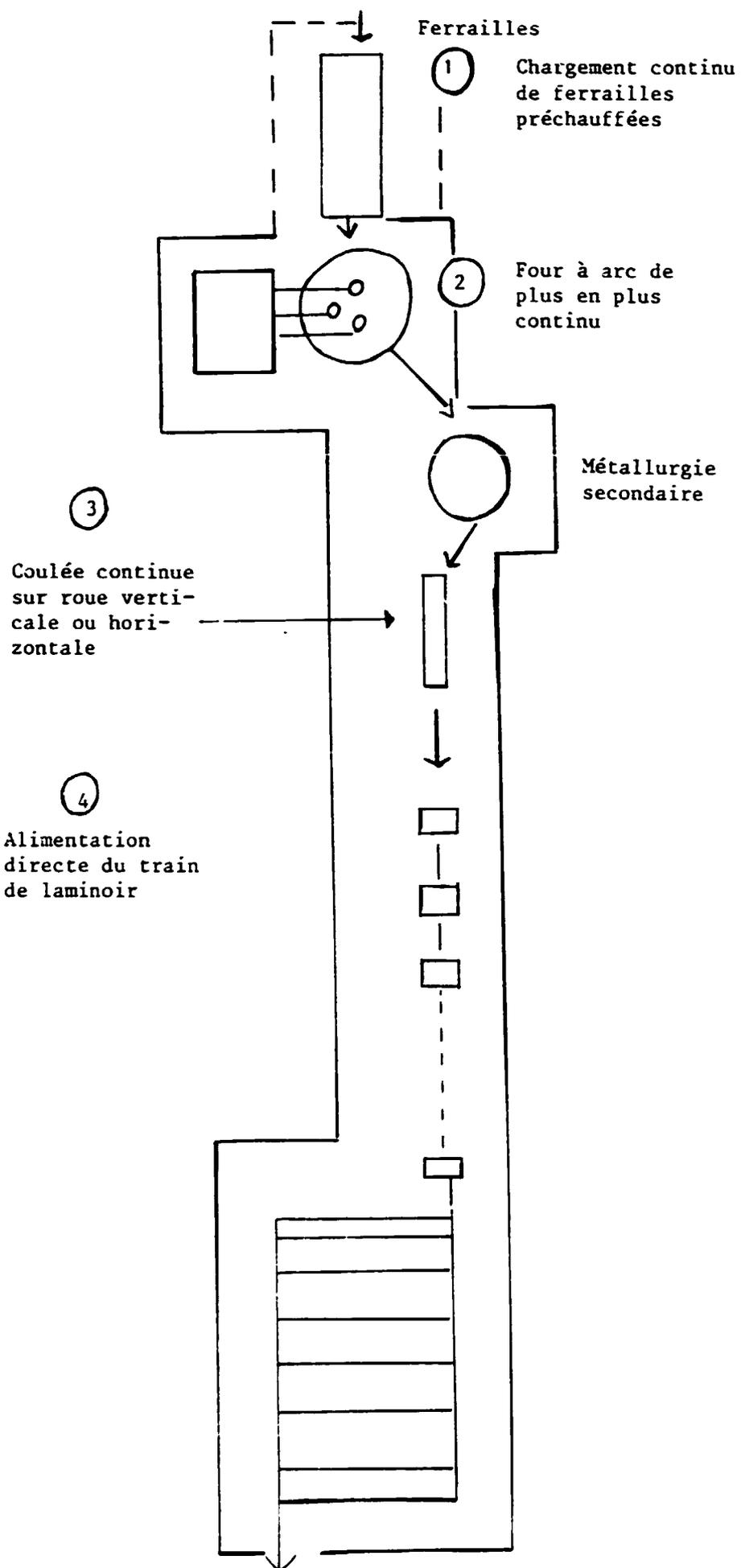
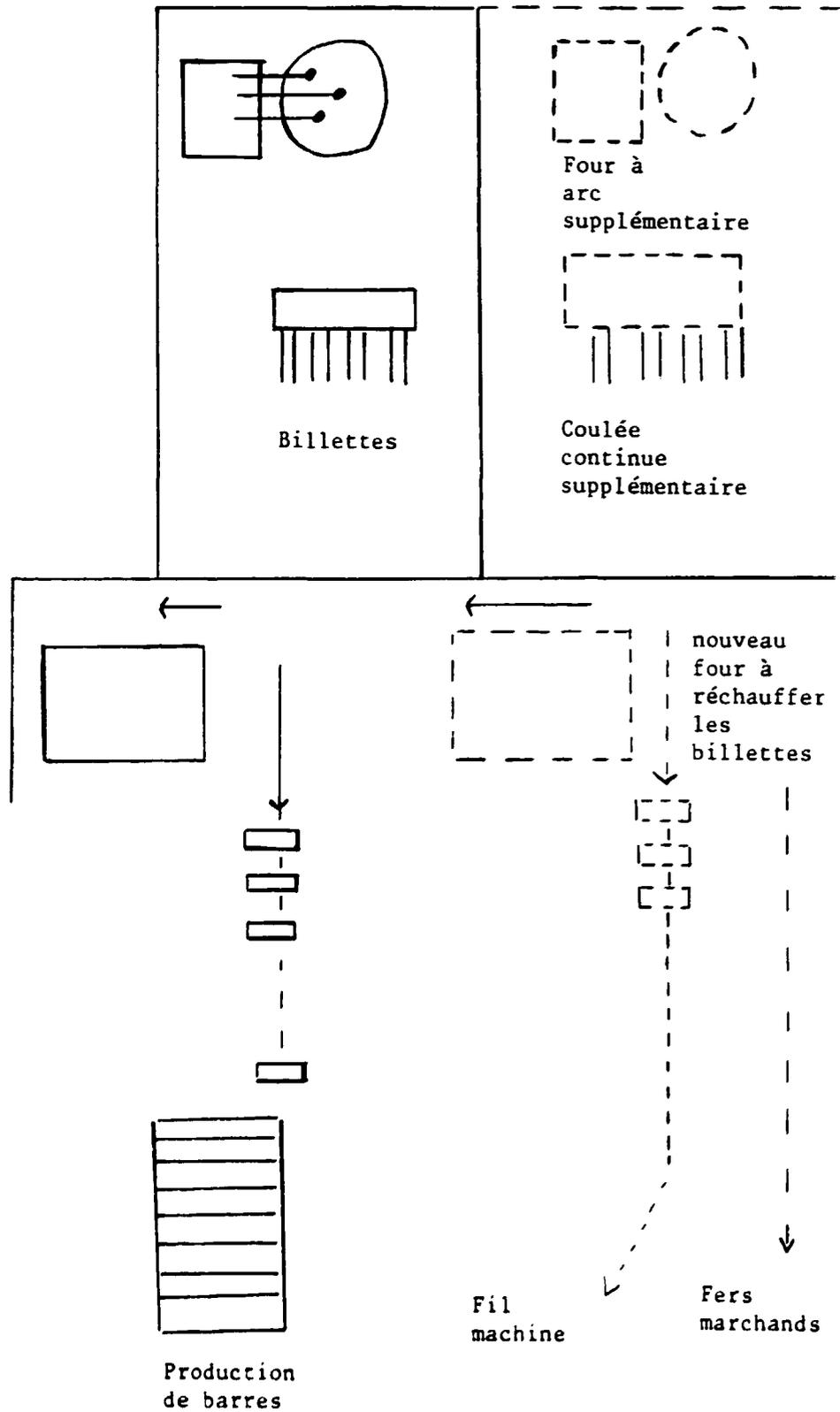


Figure 9

Evolution possible d'une mini-usine
dans le sens de la diversification

Ferraille



etc ...

Figure 10
Structure des consommations d'acier
en kg de produit
per capita et par an

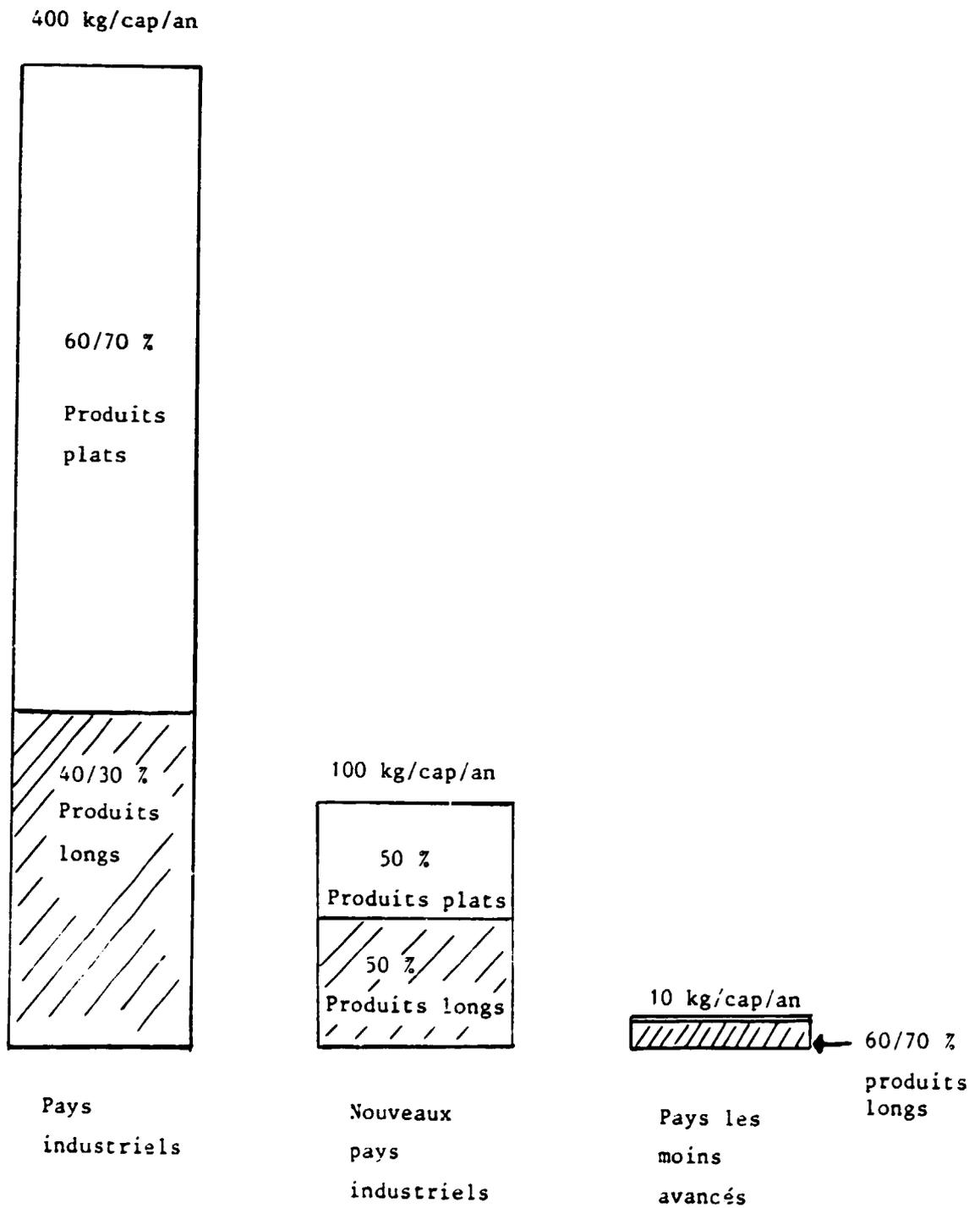


Figure 11

Les diverses filières de production de l'acier

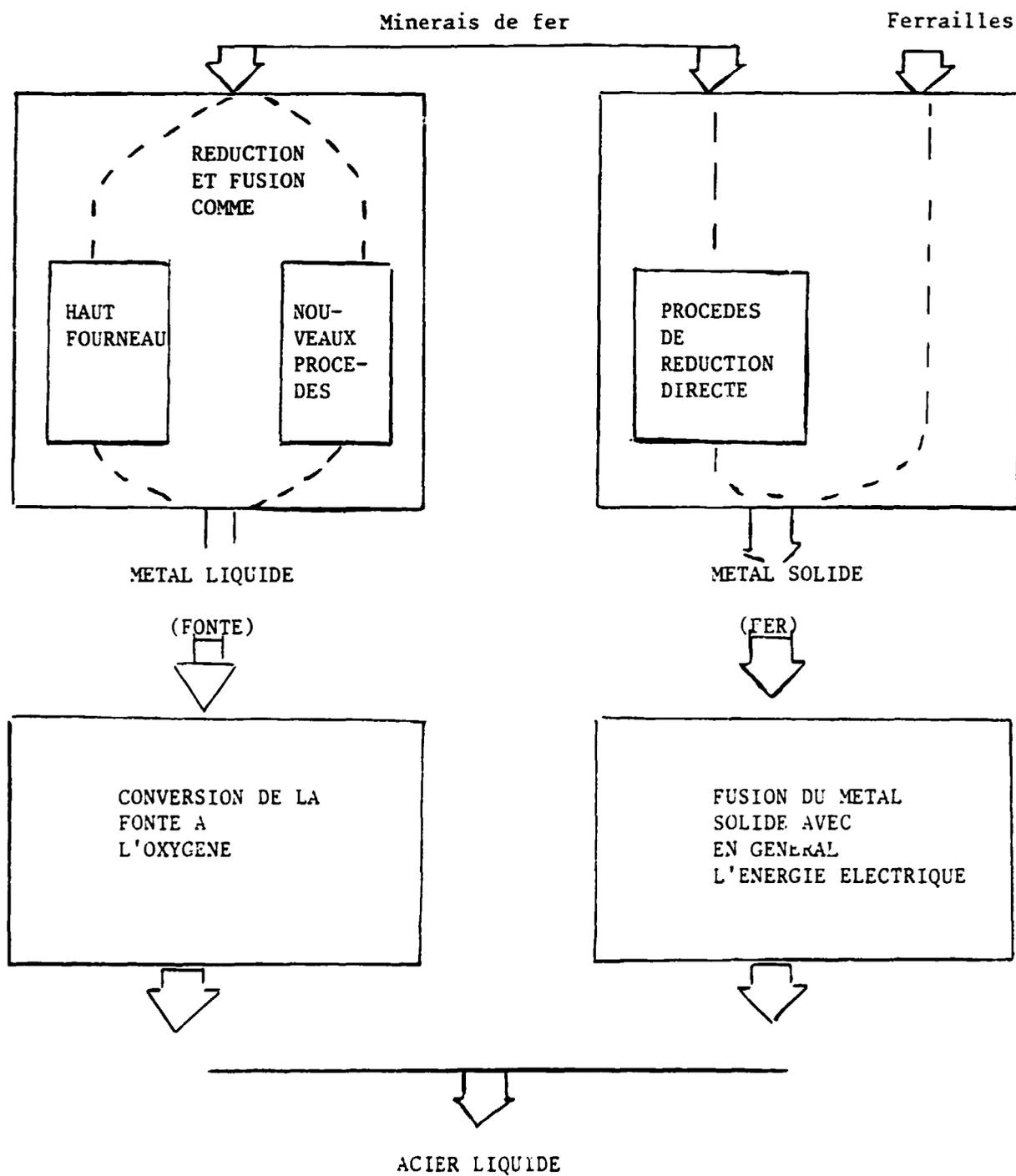


Figure 11 b
Principales méthodes de pré réduction
des minerais de fer

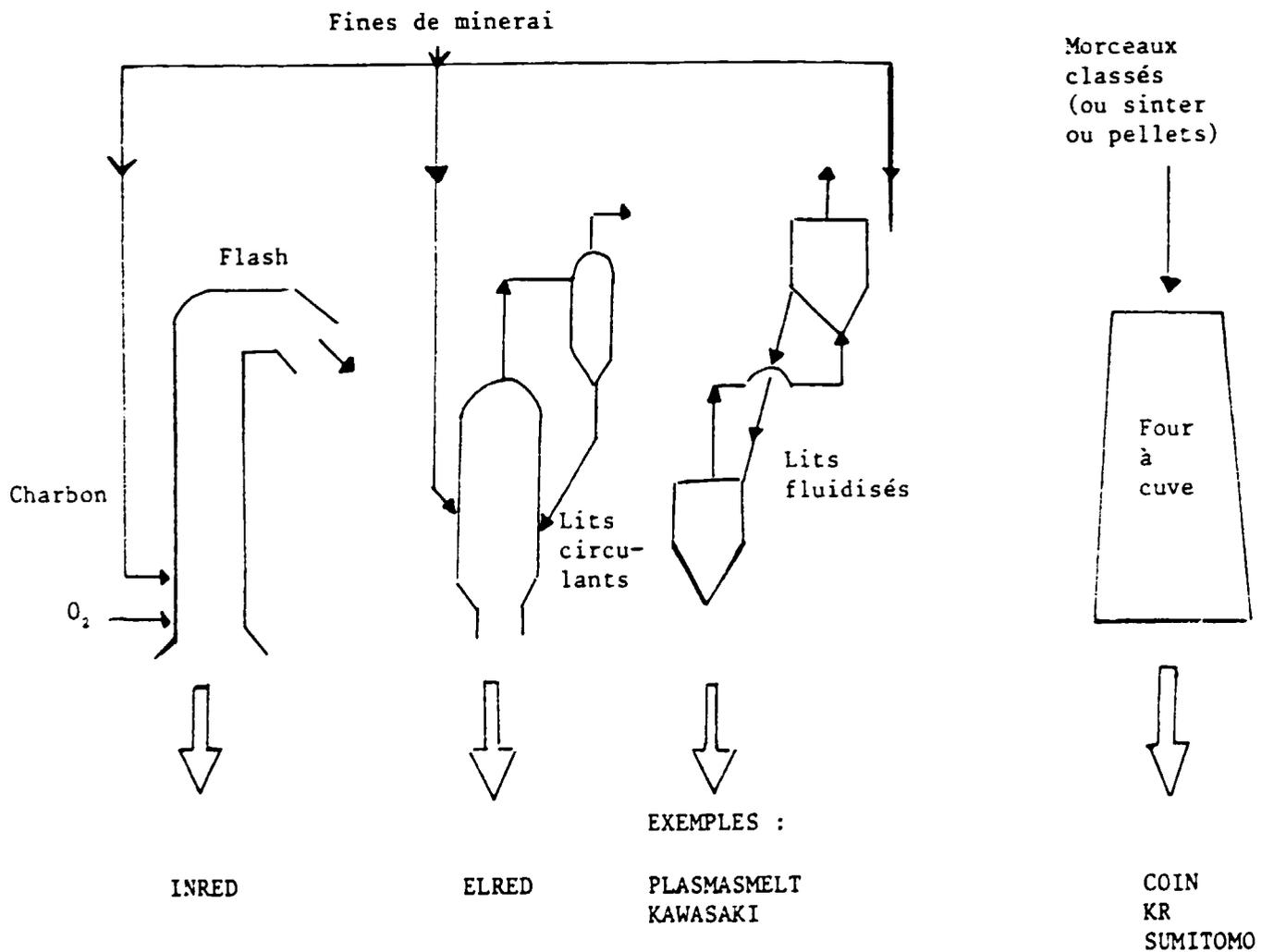


Figure 12
Les trois principaux types d'usines
sidérurgiques dans les régions en voie de développement

Capacité t/acier par an	Procédé et filière	"Classique" (haut fourneau et convertisseur à l'oxygène)	Four électrique	Id. avec réduction directe
Moins de 100 000		Possible en parti- culier avec le charbon de bois (<1000 000 t/an)	Mini-usines	Difficile (trop petit)
100 000 à 1 000 000			Limité par les ressources de ferraille	Usines moyennes voire grandes
1 000 000 à 5 000 000				LIMITE PAR LE MARCHÉ
Plus de 5 000 000				

Figure 13
Mini-usines des Etats-Unis et du Japon
distribution des capacités

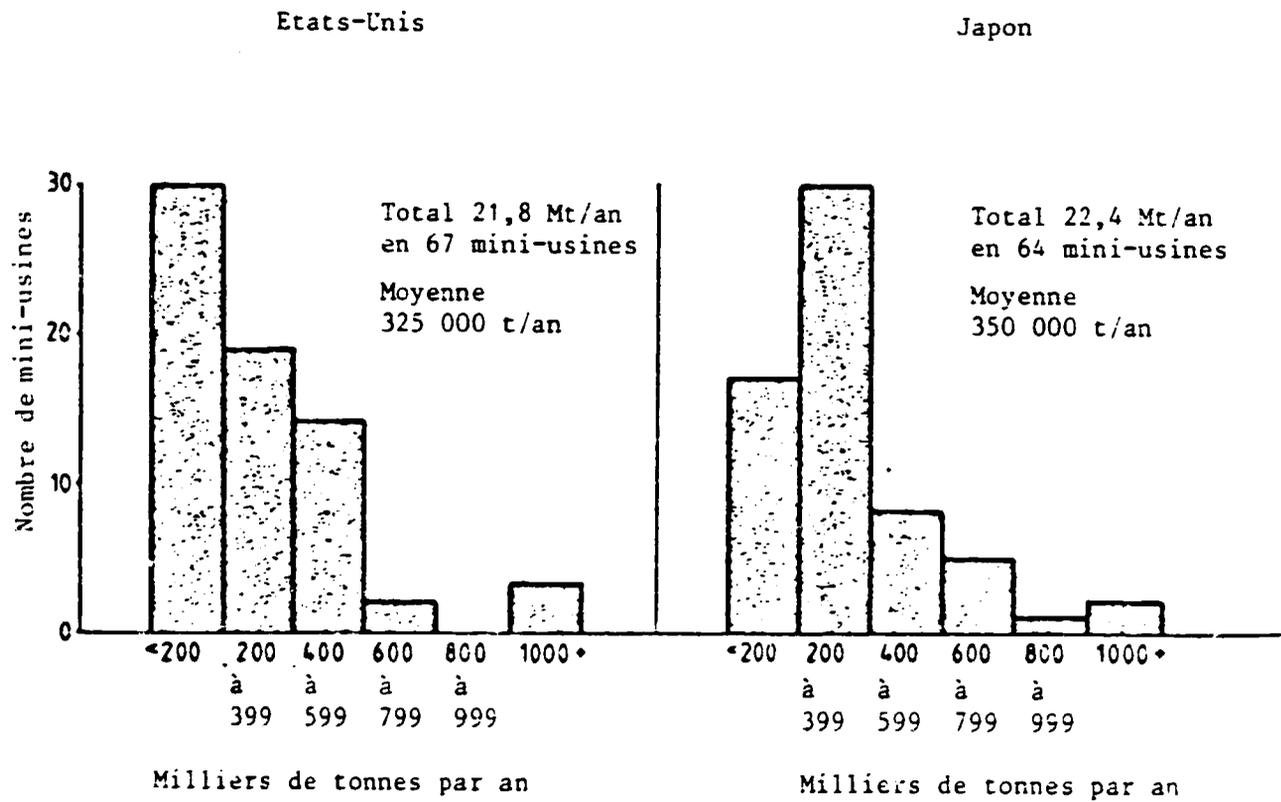


Figure 14
Mini-usines des membres du SEAISI* et de l'Amérique latine
Distribution des capacités

* Membres du SEAISI
(Indonésie, Malaisie, Philippines,
Singapour, Taiwan, Thaïlande)

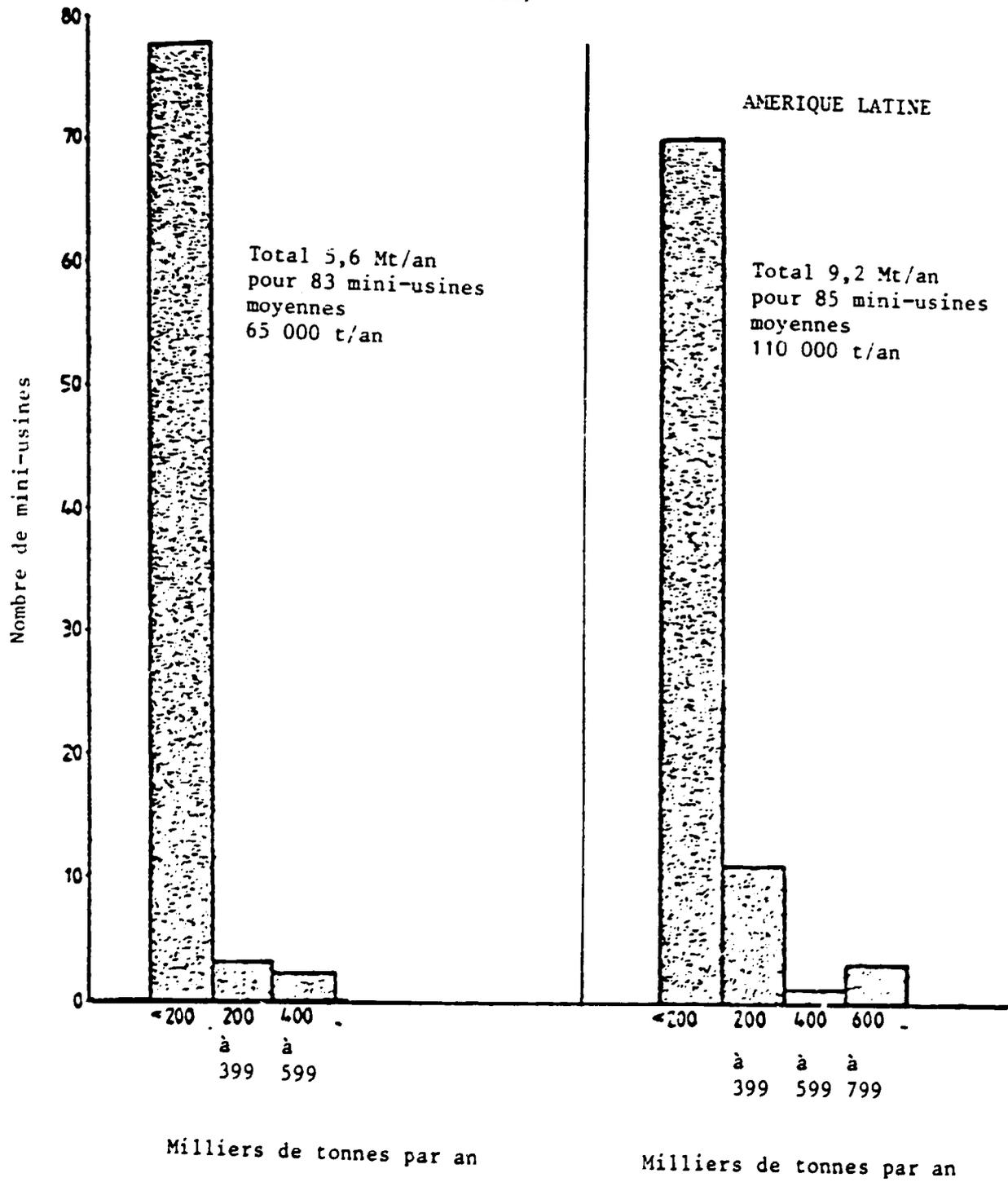


Figure 15

Les quatre variables conditionnant l'exercice d'une fonction individuelle

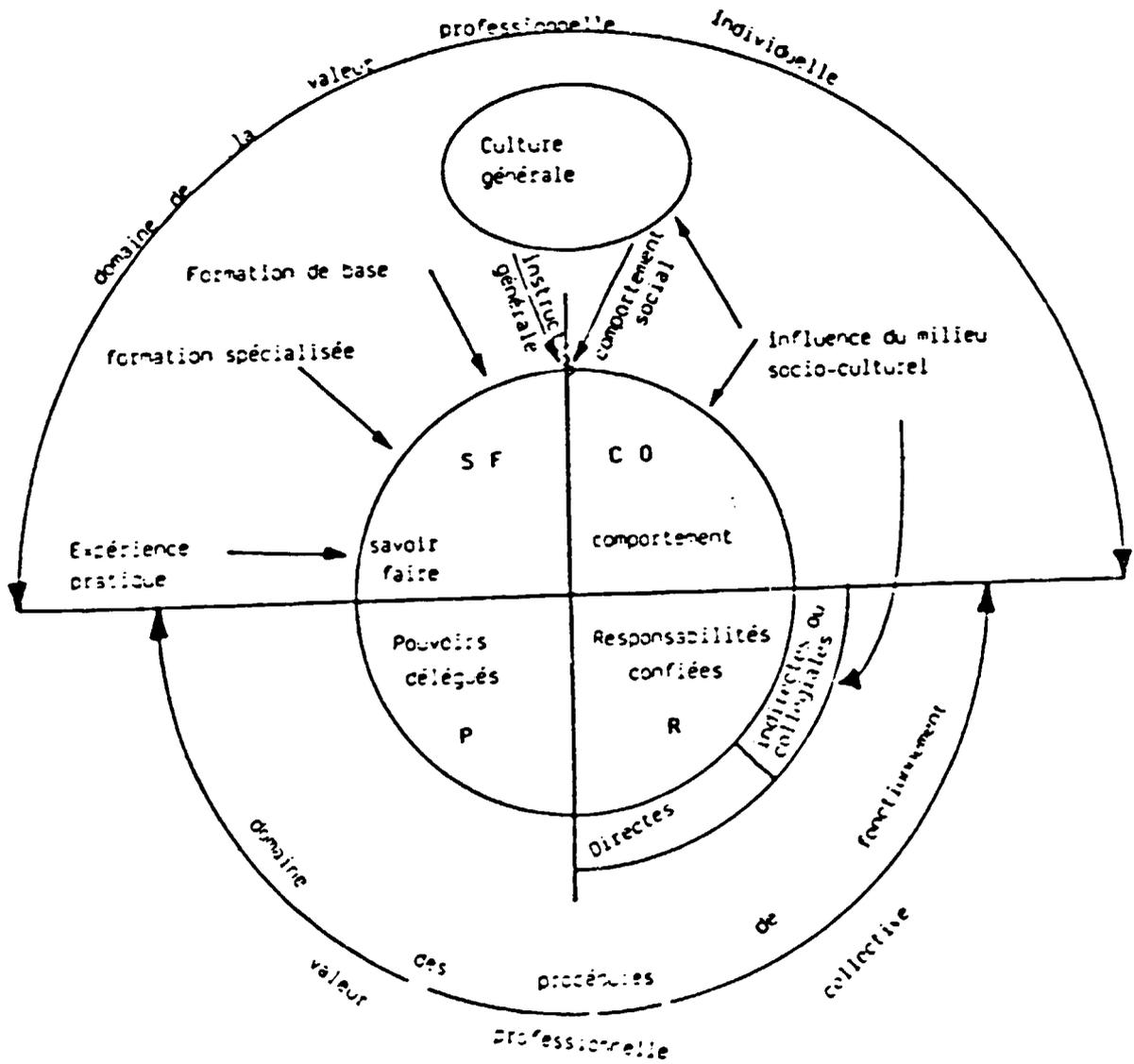
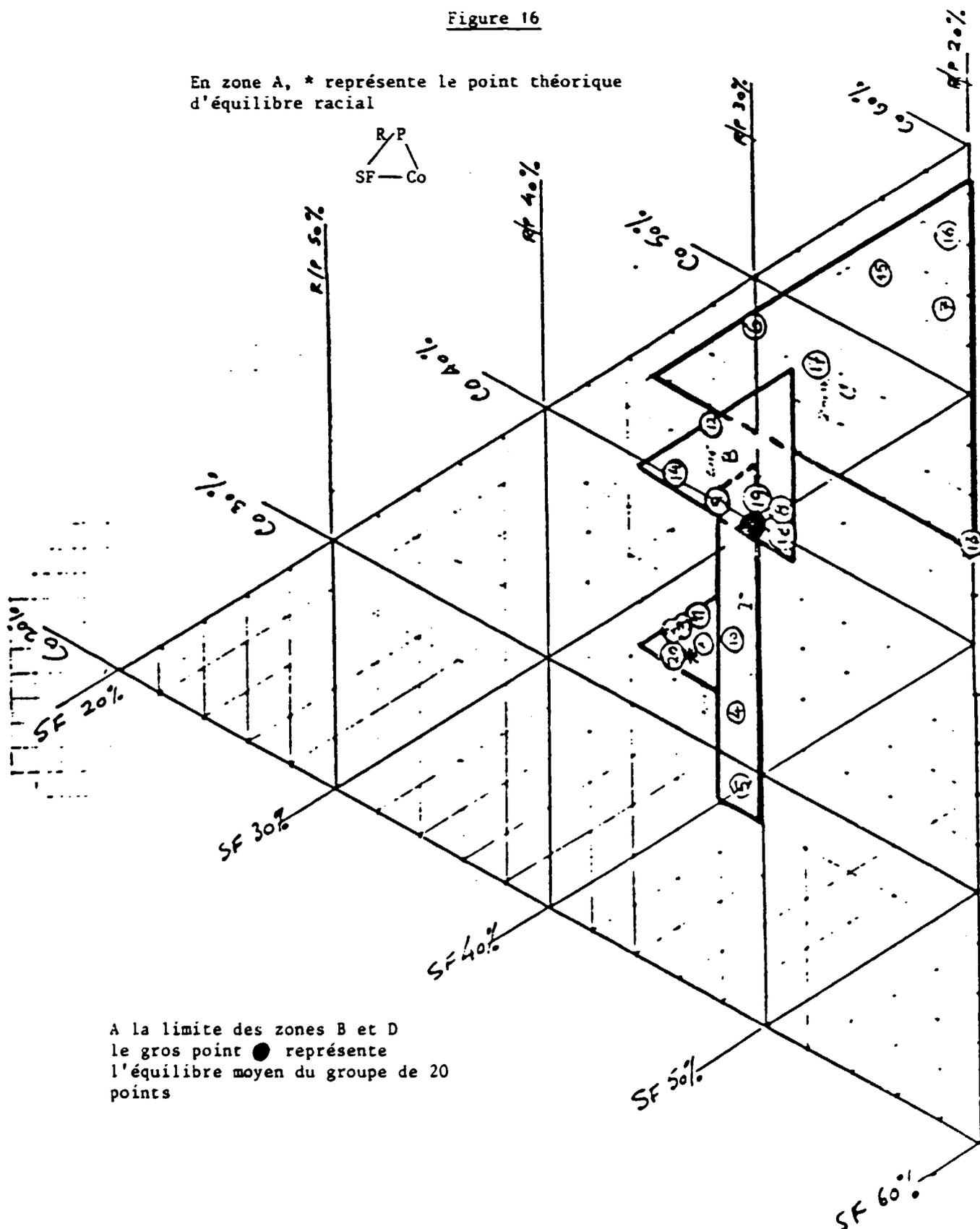


Figure 16

En zone A, * représente le point théorique d'équilibre racial



A la limite des zones B et D
le gros point ● représente
l'équilibre moyen du groupe de 20
points

Figure 17
La conception d'une usine sidérurgique

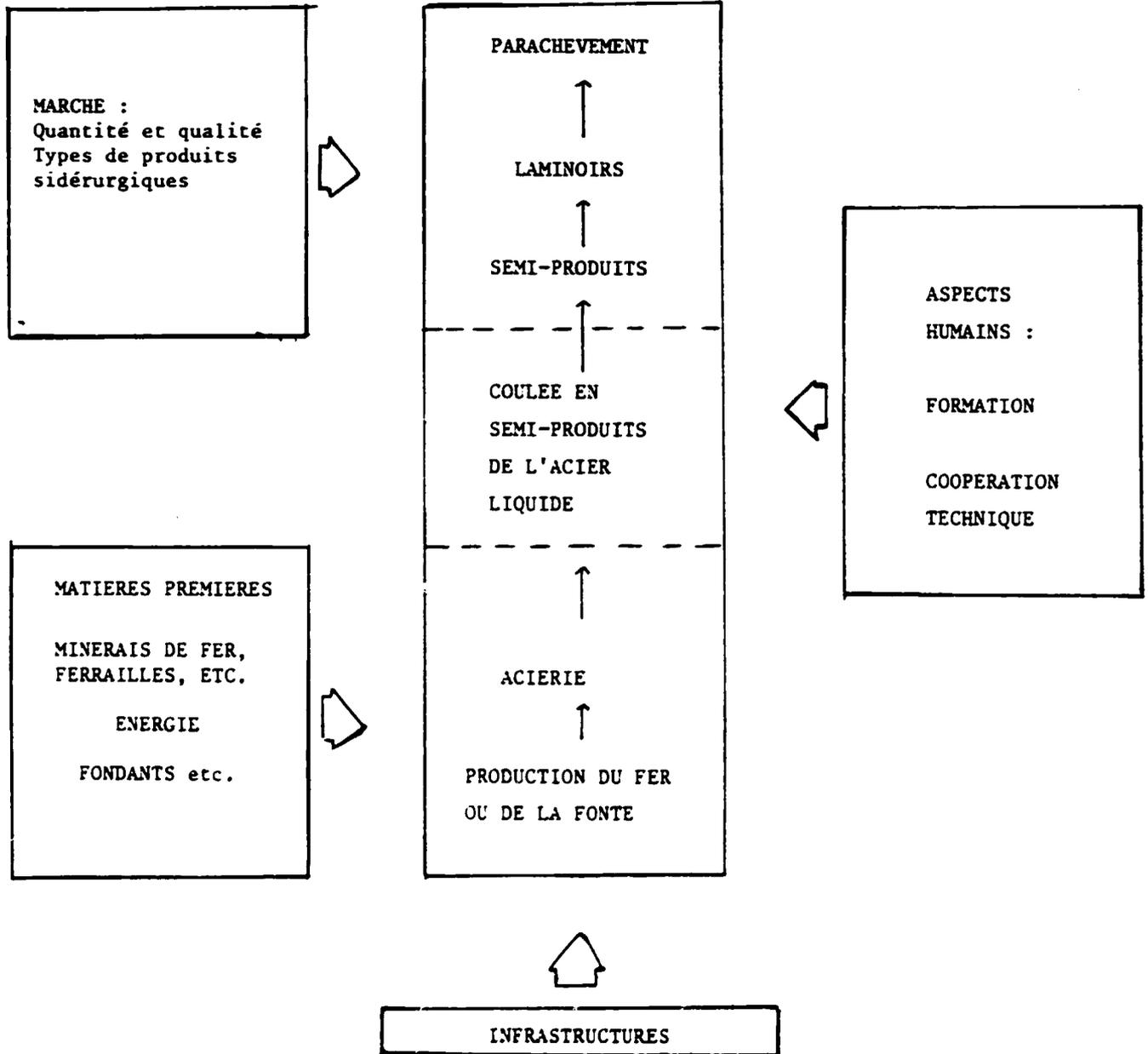


Figure 18
Configurations schématiques d'une mini-usine
de référence

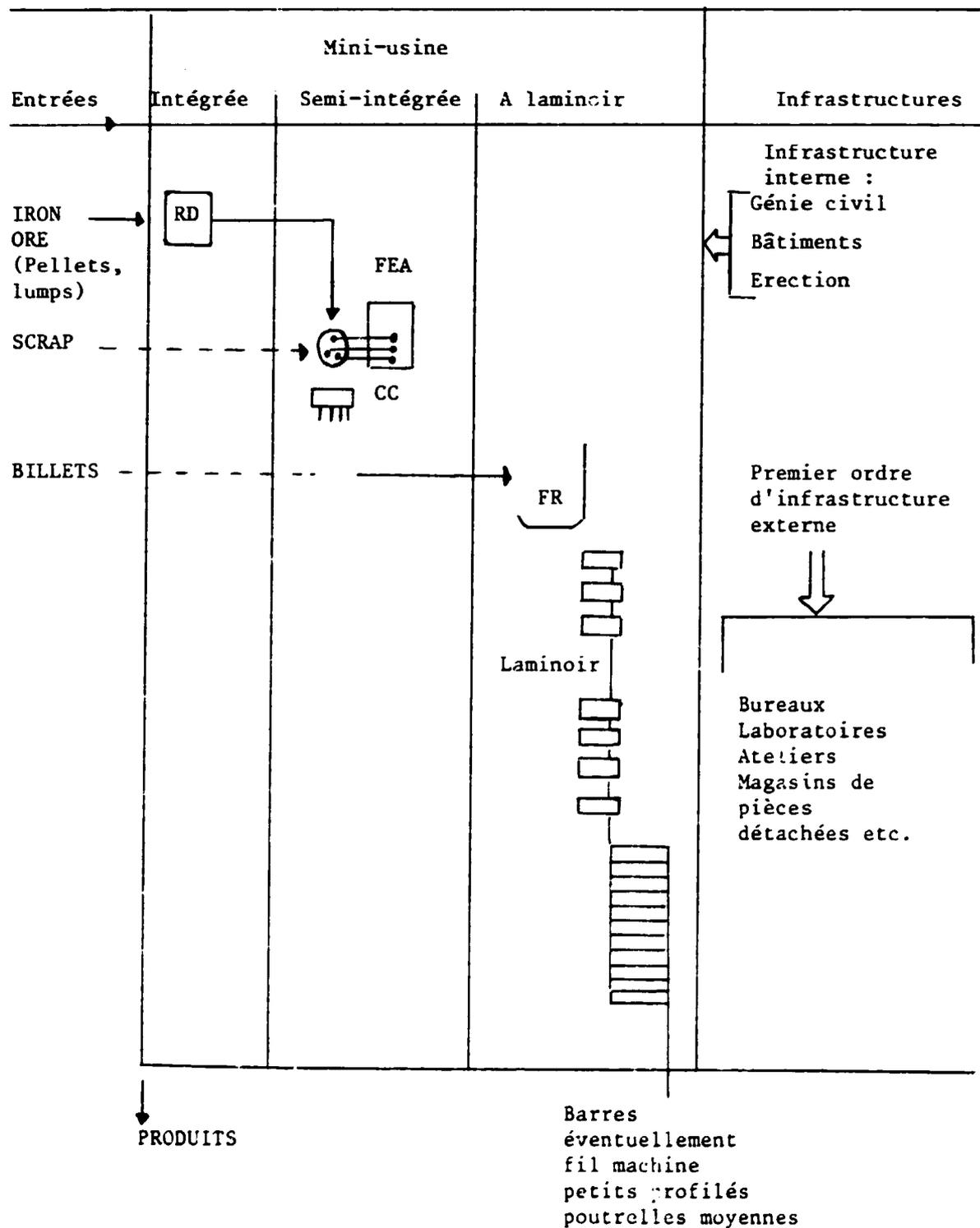


Figure 19
Les divers ordres d'infrastructure nécessitée
par une mini-usine

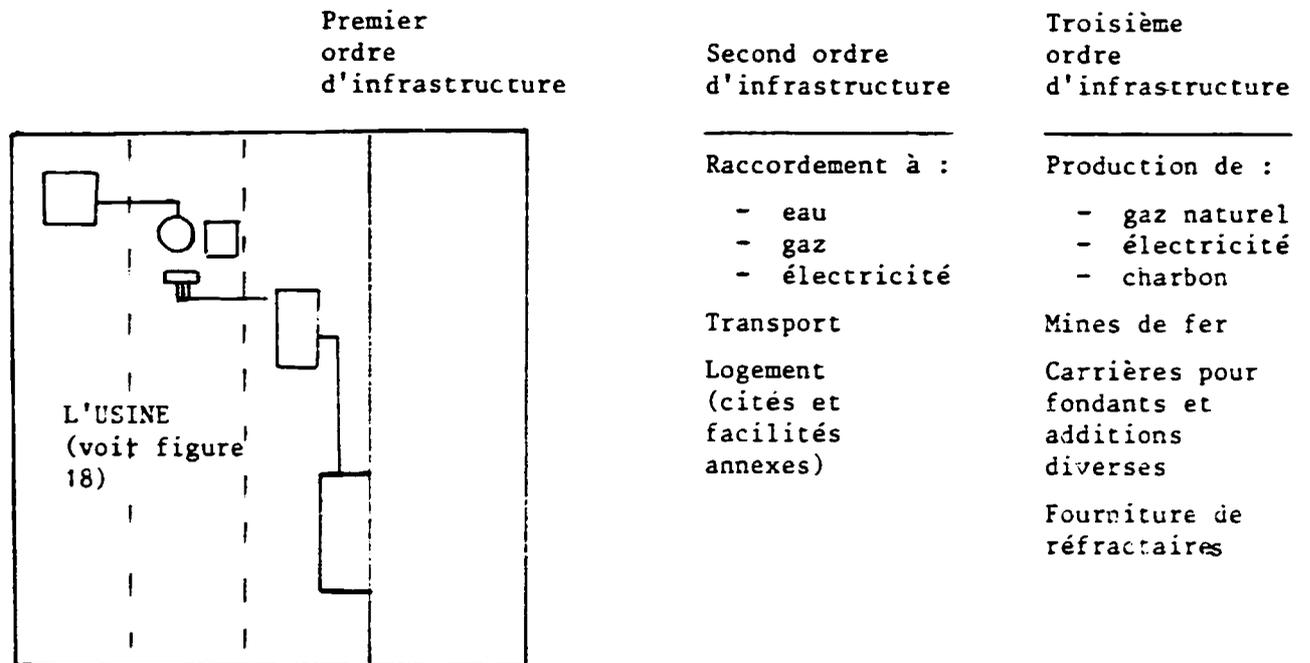
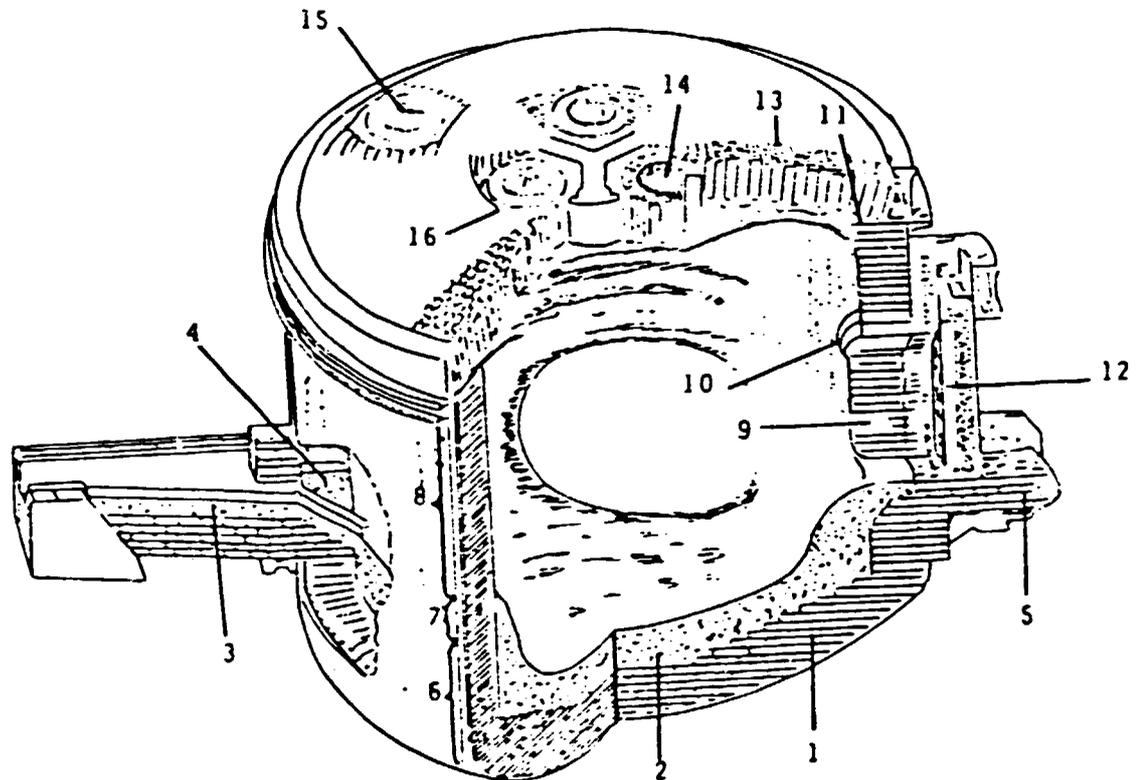


Figure 20

Les besoins de réfractaires dans un four électrique à arc

(Noter que l'emploi de panneaux et voûtes refroidies à l'eau modifie ce schéma de principe)



- | | |
|-------------------|--|
| 1. Sous-sole | 9. Montants de la porte |
| 2. Sole | 10. Voûte de la porte |
| 3. Bec de coulée | 11. Joint de la voûte |
| 4. Trou de coulée | 12. Porte |
| 5. Bec à scorie | 13. Briquetage de la voûte |
| 6. Bas des parois | 14. Passage des électrodes |
| 7. Niveau | 15. Passage des fumées |
| 8. Parois | 16. Section delta (entourage des électrodes) |

BIBLIOGRAPHIE

Nous signalerons en tête de cette bibliographie, les cinq conférences internationales que nous paraissent les plus importantes pour ce sujet:

- (1) ILAFA Miniplantas
(Buenos Aires, 12 - 17 August 1979)
book of 250 pages with 30 papers
- (2) SEAFISI Prospects for Mini-Steel Mills
(Singapore, 8 - 12 September 1980)
book of 565 pages with 30 papers
- (3) Metal Bulletin The market and the mini
(Milan, 31 March to 1 April 1980)
book of 167 pages with 14 papers
- (4) Metal Bulletin Mini-mills: the way ahead
(Vienna, 8 - 9 March 1982,
book with 14 papers
- (5) Metal Bulletin Mini-mills at the crossroads
(New Orleans, 19 - 20 March 1984)
with 14 papers
(to be printed in the near future)
- (6) United Nations The evolution of the specific consumption of steel
(New York 1984)
- (7) Miller, J.R. Giant Mini-mill companies
Iron and Steel Engineer (1984)

APPENDIX I

MINI-MILLS IN THE USA

It is quite interesting to compare the list from Metal Bulletin with the list of Jack R. Miller and data from MILLIN, which lists 67 mills producing 21.8 Mt/year.

1. The list from the Metal Bulletin (1974):

Country, company	Works	Hot furnace size and capacity (t/ann)	Continuous billet caster — no. of strands and capacity (t/ann)	Finishing mills — capacity (t/ann)	Finished products
USA (3)					
American-Steel Producing Division	Etowanda, Calif.	2 x 10ft. dia. (100,000) 1 x 11ft. dia. (60,000)	1 x 2 (150,000)	Bar/rod (150,000)	Rebars, wire rods. Also wire and mesh
Armco Steel Corp.	Sand Springs, Okla.	1 x 70-ton	1 x 6 (350,000)	Merchant (140,000)	Billets, merchant products
Atlantic Steel Co.	Atlanta, Ga.	2 x 85 (450,000)	No	Bar, rod, strip	Wire rods, rebars, heavy and light sections, tubes, hot and cold strip
	Cartersville, Ga. (8)	1 (200,000) (two more planned)	1 x 4	Bar & strip (150,000)	Bar, strip
Auburn Steel Co. Inc. (4)	Auburn, NY	1 x 50 (150,000)	1 x 3 (150,000)	Merchant (150,000)	Rebars, merchant bars, light sections
Bochheim Steel Corp.	Los Angeles, Calif.	1 x 75, 1 x 100	No	Bar (230,000) Bar/rod (245,000)	Rebars, wire rod (also wire fasteners, fabricated reinforcement)
Border Steel Rolling Mills Inc.	El Paso, Texas	2 x 25	1 x 3 (140,000)	Bar (130,000)	Bars, rebars, sections
Cascade Steel Rolling Mills Inc.	McMinnville, Ore.	2 x 25 (150,000)	1 x 2 (150,000)	Bar (140,000)	Rebars
The Coco Corp. Lamons Mfg. Co. Philon Mfg. Co. Southern Electric Steel Co.	Lemont, Ill. Philon, Pa. Birmingham, Ala.	3 x 30 3 x 20 2 x 14	No No No	Bar (240,000) Bar (130,000) Bar (148,000)	} Light sections, bars, rebars
Chaparral Steel Co.	Midoloth, Tex.	1 x 18ft. dia. (200,000)	1 x 4 (200,000)	Bar (400,000)		Rebars, rounds, angles
Florida Steel Corp.	Tempe, Fla. Indiantown, Fla. Crawf., NC	1 x 39; 2 x 15 2 x 35 (180,000) 1 x 25, 1 x 15	1 x 2 1 x 3; 2 x 2 (9) No	Bar (240,000) Bar (150,000) Bar (140,000)	} Rebars, light sections
Georgetown Steel Corp. (1, 6)	Georgetown, SC Baumont, Tex. (8), (6)	2 x 60 (450,000) 2 x 90 (500,000)	2 4-strand (500,000)	Rod/bar		Rebars, rounds, wire rods
Hawaiian Western Steel Ltd.	Ewa, Hawaii	1 x 15	No	Bar (104,000)	Rebars
Incoastal Steel Corp.	Chesapeake, Va.	2 x 11ft. (100,000)	No	Merchant (100,000)	Rebars, structural and light sections, rounds
Judson Steel Corp.	Emeryville, Calif.	1 x 50	No	2 bar (130,000)	Rounds, rebars
Kentucky Electric Steel Co.	Coolton, Ky.	2 x 15	1 x 2 (120,000)	Section (140,000) Bar (140,000)	Structural and light sections, flats and angles
Knoxville Iron Co.	Knoxville, Tenn.	—	1 x 2	Bar	Bars
Marathon Steel Co., Rolling Mill Div.	Tempe, Ariz.	3 x 25 (150,000)	No	Bar (150,000)	Rebars
Minimac Industries	Erie, Pa.	2 x 35	2 x 2	Rod (200,000)	Billets, wire rod
Mississippi Steel Div., Magna Corp.	Flowood, Miss.	2 x 10 (1 x 35-ton planned) (Total 180,000)	Planned	Bar (45,000)	Rebars
National Metal, Tushin Steel, Marubeni-Inds	US West Coast (planned)	—	—	—	Billets
New Jersey Steel & Structural Corp.	Sayreville, NJ	2 x 60	1 x 5 (300,000)	Bar/rod (250,000)	Rebars
North Star Steel Co.	St. Paul, Minn.	2 x 60 (330,000)	2 x 3 (330,000)	Bar (350,000)	Rebars, angles, channels
Nucor Steel	Darlington, SC Norfolk, Neb. Jewett, Tex.	2 x 30 2 x 35 —	1 x 2 (120,000) 1 x 2 (140,000) —	Bar Bar Merchant (200,000)	} Bars, rebars, light structurals
Oregon Steel Mills Inc. (6)	Portland, Ore.	3 (400,000)	No	Bar, plate		Rounds, angles
Pella Steel Co.	Marion, Ohio	—	1 x 3 (180,000)	Bar, section	Rebars, merchant bars, plates, fence posts
H. K. Porter Co. Inc., Connors Steel Div.	Birmingham, Ala. Huntington, W. Va.	1 x 9; 1 x 30 2 x 30	2 x 2 No	Bar Bar (150,000)	} Merchant bars, rebars. Also bright bars
Roanoke Electric Steel Corp.	Roanoke, Va.	2 x 11ft.; 1 x 9ft. dia. (180,000)	1 x 2 (75,000) 1 x 3 (120,000)	Merchant bar (180,000)		Rebars, merchant bars
Robin Steel Co.	Dunkirk, NY	2 x 12 5ft. dia. (100,000)	1 x 2 (100,000)	At another works	Billets, incl. alloy
Ross Steel Works Inc.	Amite, La.	3	None	Bar	Rebars
Schnitzer Steel Corp. (8)	Portland, Ore.	2 x 75 (200,000)	—	No	Billets
Sould Steel Co.	San Francisco, Calif.	2 x 15	2-strand	Bar (80,000)	Rebars, merchant bars, fence post sections
Southern Scrap Material, Kawasaki Steel Corp., Yamamoto Industry	New Orleans	—	—	Merchant	Rebars, sections
Southwest Steel Rolling Mills Inc.	Los Angeles, Calif.	1 x 18; 1 x 15; 1 x 30	None	Bar and strip (130,000)	Light structurals, bars, rebars, fence posts, hot strip
Structural Metals Inc.	Saginaw, Tex.	2 x 40 (125,000)	None	Merchant (100,000 and 30,000)	Rebars, angles, rounds
Tennessee Forging Steel Corp.	Hartman, Tenn.	2 x 25	None	Bar (120,000)	Rebars, angles, merchant bars, squares. Also forging billets

26. RENOKE ELECT. CO - Roanoke VA	500	1x18'φ 1x12'φ 1x11'φ	1x40 1x20	.	.	.	.	.	.	7
27 OREGON ST. MILLS - Portland OR	500	2x80 ^{NT}	-	.	.	.	.	.	.	8
28 HUNT ST. CO - Briar Hill, OH	360	2x60 ^φ	1x3 ⁰	.	.	.	.	.	.
29 STRUCTURAL METALS Inc - Seguin, TX	350	1x90 ^{NT}	1x3 ⁰	.	.	.	.	.	.
30 SHEFFIELD ST. CO - Sand Springs OK	350	2x75 ^{NT}	1x6 ⁰	.	.	.	.	.	.
31 TAMCO, Inc. - Etowanda, CA	300	1x20'φ	1x5 ⁰	.	.	.	.	.	.
32 CASCADE ST. R.M. Inc. - Mc Minnville ^{OR}	275	2x30 ^{NT}	1x3 ⁰	.	.	.	.	.	.
33 KENTUCKY ELECT. ST. CO - Coalton, KY	250	2x45 ^{NT}	1x3 ⁰	.	.	.	.	.	.
34 STEEL CO OF West K. Huntington ^{NY}	250	2x70 ^{NT}	1x3 ⁰	.	.	.	.	.	.
35 AUBURN ST. CO - Auburn NY	240	1x16'φ	1x3 ⁰	.	.	.	.	.	.
36. NEW JERSEY ST. CORP. - Sayreville, NJ	240	1x70 ^{NT}	1x5 ⁰	.	.	.	.	.	.
37 Thomas St. Co - Lemont, IL	230	2x40 ^{NT}	-	.	.	.	.	.	.	9
38 BORDER ST. MILLS Inc - Yinton TX	200	2x20 ^{NT}	1x3 ⁰	.	.	.	.	.	.
39 MAIZATHAN ST. CO - Tempe, AZ	200	3x25 ^{NT}	-	.	.	.	.	.	.
40. MISSISSIPPI ST. CO - Flowood, Miss.	200	1x12.5'φ	1x3 ⁰	.	.	.	.	.	.
41 NORTHWEST ST. R.M., Inc. - Kent, WV	200	2x35 ^{NT}	-	.	.	.	.	.	.
42. TEXAS ST. CO. - Ft. Worth, TX	200	1x30 ^{NT} 1x25 1x15 1x8	-	.	.	.	.	.	.
43. TENNESSEE FORGING ST. Harrison, TN	200	3x25 ^{NT}	1x3 ⁰	.	.	.	.	.	.
44 ROBIN ST. CO - Dunkirk, NY	180	2x25 ^{NT}	2x2 ⁰	.	.	.	.	.	.
45. Green River St. Corp - Owensboro, KY	175	2x65 ^{NT}	1x3 ⁰	.	.	.	.	.	.
46 RAZORBACK ST. CORP. - Newport, AR	160	2x25 ^{NT}	1x2 ⁰	.	.	.	.	.	.
47. KNOXVILLE IRON CO., Knoxville, TN	160	1x30 ^{NT}	1x3 ⁰ 1x2 ⁰	.	.	.	.	.	.
48 JUDSON ST. CO. - Emeryville CA	160	1x60 ^{NT}	1x3 ⁰	.	.	.	.	.	.
49. QUINEX CORP - Jackson, Mich	160	2x40 ^{NT}	2x2 ⁰	.	.	.	.	.	.
50. CALUMET ST. CO - Chicago, IL	150	2x30 ^{NT}	2x2 ⁰	.	.	.	.	.	.
51. SOULE' ST. CO - Carson, CA	120	2x11'φ	1x2 ⁰	.	.	.	.	.	.
52. BIRMINGHAM BAR CO - Birmingham AL	100	2x25 ^{NT}	1x3 ⁰	.	.	.	.	.	.
53. BIRMINGHAM BAR CO - Bartonsville, IL	100	2x15 ^{NT}	-	.	.	.	.	.	.

54	OVEN Elec. St. Co. - Cayce, SC	100	1-23 rd	-	.	.	.
55	INTERCOSTAL St. Co. Chesapeake ^{VA}	100	2-11 th	-	.	.	.
56	HORICADE INDUST Inc. - Seely, TX	90	1-16 th	-	.	.	.
57	HAWAIIAN Western St. Co. - Ewa HI	60	1-20 th	-	.	.	.

NOTES:

- (1) SOURCE: - "IRON AND STEEL WORKS OF THE WORLD", 8th Edition; Nov. 1983; Published by Metal Bulletin Books, Ltd.
- (2) NORTHWESTERN STEEL & WIRE Co. - Probably the first US minimill, started c. 1935, by Paul Dillon using EF to melt scrap heats to produce carbon steels.
- (3) was GEORGETOWN-TEXAS ST. CO. until Aug. 1983
- (4) INDIANTOWN plant closed 1982; startup expected 1984/1985
- (5) GEORGETOWN ST. Co - generally omitted from minimill lists due to DR production in Midrex plant, and sizes of DRI.
- (6) CONTINENTAL ST. Co - Continuous caster being installed; scheduled to operate in 1984
- (7) ROANOKE Elec. St. Co - FIRST continuous billet caster in US, installed in 1962
- (8) OREGON STEEL Co - Perhaps the leader; innovator among minimill operators. Installed first commercial DR plant (MIDREX) in 1969; initial trials of horizontal slab casting; among first to extend "standard" minimill product-mix (bars, rods, small sections) in U.S., specifically to medium and heavy plates
- (9) TOMBAS STEEL Co - A 3-strand continuous billet caster reported on order
- (10) Three (3) fully operable minimills are not included in Table:
 - 58. PHOENIX St. Co. - Claymont NJ 400,000 NT/yr - Chapter 11
 - 59. MARION St. Co. - Marion, OH 250,000 " - Chapter 11
 - 60. CONNERS St. Co. - Birmingham, AL 270,000 " - Offered for Sale.
- (11) Six (6) non-integrated plants, presently with rolling mills only, can readily be back-integrated to minimill status by installation of EF-CC cokers
 - 61. Ohio River St. Co. - Cincinnati, KY - 400,000 NT/yr - Program to add steel plant and raise output to 750,000 NT/yr in progress.
 - 62. McDonald St. Co. - McDonald, OH - 145,000 NT/yr
 - 63. MISSOURI ROLL MILLS, St. Louis, MO - 120,000 "
 - 64. CALIFORNIA ST. WORKS, LIVERMORE CA - 75,000 "
 - 65. AB ST. MILLS Inc. - Cincinnati OH 50,000 "
 - 66. OKLAHOMA ST. MILLS Co. - Oklahoma City, OK 18,000 "
- (12) See Text

By Jack Roach Miron²/Feb, 1984

APPENDIX II

MINI-MILLS IN CANADA
(From Metal Bulletin 1974 and 1984)

Country/Company	Works	Arc Furnace Size and Capacity (tons)	Continuous billet caster - no of strands and capa- city (tons)	Finishing Mill(s) capacity (tons)	Finished Products
Burlington Steel Div., Slater Steel Industries Ltd.	Hamilton	1 x 40 ton: 2 x 20 ton (320 000)	3-strand (250 000)	Merchant (300 000)	Bars, re- bars, light sections in carbon and low-alloy
Industrial Fasteners Ltd*	L'Original	(150 000)	(150 000)	Wire rod (250 000)	Wire rods
Lasco- Lake Ontario Steel Co. Ltd.	Whitby	2 x 65(330 000) +1	2 x 3(330 000)	Bar light structural (900 000)	Re-bars, light sec- tions
Manitoba Rolling Mills	Selkirk	2 x 40	2 x 2	Merchant (250 000)	Re-bars, light sec- tions, mer- chant bars
Planet Steel Ltd.	Octagon Pond	1 x 25(60 000)	1 x 2(100 000)	Bar (100 000?)	Re-bars, rounds
Questeel Div. of QSP Ltd. (1)**	Longueuil	1 x 50(40 000)	1 x 3(140 000)	Merchant (250 000)	Flats angles, channels, rounds

APPENDIX II continued

Country/Company	Works	Arc Furnace Size and Capacity (tons)	Continuous billet caster - no of strands and capa- city (tons)	Finishing Mill(s) capacity (tons)	Finished Products
Steel Co. of Canada Ltd.	Edmonton	2 x 75	1 x 4	2 bar (250 000)	Bars
Western Canada Steel Ltd.	Vancouver	1 x 40(110 000) (To be 200 000) (5)	No	Merchant(50 000) Rod (50 000)	Merchant bars re-bars, light struc- turals, rods
	Calgary	1 x 20(50 000) (To be 100 000)	No	-	Merchant bars re-bars, light struc- turals, rods

(1): Expansion planned or in progress. (2): Expansion planned or in progress beyond mini-scale.
 (3): Short tons. (4): Due to start up 1974. (5): Due to start up 1975. (6): Works has direct reduction plant.
 (7): Under construction. (8): Due to start up 1976. (9): Due to start up 1977.

+ COURTICE Cambridge

85 000
 Total around
 2 500 000

Billets, re-
 bars

* This is now IVACO (in operation)

** This is now SIDBEU DOSCO

APPENDIX IV

MINI-MILLS IN JAPAN
(From Metal Bulletin 1974 and 1984)

Company	Works	Hot former size and capacity (t/ann)	Continuous billet caster —no. of strands and capacity (t/ann)	Finishing mills —capacity (t/ann)	Finished products
Daigo Denshi Seiko KK	Amagasaki	—	2x2	Bar	Bars
Fusubashi Steel Works Ltd.(2)	Fusubashi	1 x 60 (214,000)	1 x 4	Bar	Rebars, rounds, flats
		2 x 15 (144,000)	—	—	—
		1 x 160 (700,000— being installed)	1 x 8	New mill (600,000)	—
Hoketsu Metal Co. Ltd.	Higashi-ohi	1 x 5.5 metres dia. (180,000)	1 x 4	Bar/rod (180,000) Merchant bar (30,000)	Rebars, channels, angles, wire rod. Also ferro-alloys, wire
Japan Iron-Sand steel Co. Ltd.	Himeji-City	1 x 60 (214,000)	1 x 4 (bloom) (275,000)	Merchant	Rebars, sections, rounds, rails
		1 x 70 (240,000)	—	—	—
Kansai Steel Corp	Sakai-City	—	None	Merchant	Bars, flats
Kokuzo Kogyo KK	Yokohama	1 x 40	1 x 3	—	—
Kokuhon Steel Works Ltd.	Osaka	1 x 20 (72,000)	1 x 2 (bloom)	Bar (170,000 and 190,000)	Rebars
		2 x 30 (252,000)	—	—	—
Kyoceri Iron Pkg Works Ltd.	Yasukubi	2 x 20 (120,000)	1 x 2 (140,000)	At another works	Billets
Kyoceri Steel Works Ltd.	Hirakata	1 x 60 (300,000)	1 x 4 (300,000)	Bar (300,000)	Bars
Mahyama Steel Products Ltd.	Osaka	1 x 30 (252,000)	1 x 4 (252,000)	Bar (252,000)	Bars. Also coated strip
Rinko Steel Works Ltd.	Osaka	1 x 15 (60,000)	—	Bar (16,000, 84,000, 144,000)	Flats, squares, rounds
		1 x 30 (120,000)	—	—	—
Tokyo Kasei Co. Ltd.	Oyama	1 x 20 (85,000)	1 x 4 (300,000)	Section (300,000)	Angles
		1 x 30 (240,000)	—	—	—
Tom Steel Works Ltd.	Kagawa	2 x 30 (420,000)	2 x 3 (420,000)	Bar (540,000)	Rebars
Toyo Kasei Co. Ltd.	Ishikawa(3)	1 x 70 (240,000)	—	Bar	Bars
		1 x 70 planned (240,000)	—	—	—
Yamaguchi Kogyo Ltd.	Onoda-City	1 x 55	1 x 2	—	—

APPENDIX V

MINI-MILLS IN LATIN AMERICA
(From Metal Bulletin 1974 and 1984)

Country, company	Works	Are furnace size and capacity listed	Continuous rolling mill - size of stands and capacity listed	Finishing mill(s) - capacity listed	Finished products
ARGENTINA Corusul SA	Avenida	2 65 (255,000)	2 6 (255,000)	Bar/rod (265,000)	Rebars, wire rods, engineering channels
BRAZIL Siderurgica Agropura SA	Ribeira	2 90 (132,000)	No	Bar (120,000)	Wire rod; wire and wire products
Agua Abengayra SA(1)	Magi das Cruzes	2 45 narrow (130,000)	No	Prod. section (72,000)	Rebars, bars (Special C and low alloy)
Cabre—Ca Ferro e Aço de Vitória(2)	Viçosa	1 32; 1 15 (100,000)	1 2 (100,000)	Merchant, wire rod	Rebars, flat, rebars, sections
Siderurgica Caldeira SA	San Paulo	1 15 (54,000)	No	4 merchant (210,000)	Rebars
	San Paulo	1 12 (41,000)	No	No	Rebars
	San Paulo	1 15 (54,000)	No	No	Rebars
	San Paulo	1 8 (28,000)	No	No	Rebars
	San Paulo	1 6 (21,000)	No	No	Rebars
Caçanga—Ca Siderurgica de Garamont(2)	Santa Cruz	1 60 (29,000)	Planned	Bar; wire rod	Rebars, wire rods, wire
Caçanga—Ca Siderurgica de Marabá(2)	Rio de Janeiro	Yes	No	Bar	Rebars, rounds
Construtora José Mendes Junior SA	Ind. de Fera (planned)	(20,000)	Planned	Wire rod, bar	Wire rods, bars
Usiminas—Usiminas—Indústria de Ferro e Aço SA	San Paulo	1 15; 1 6 (55,000)	No	Bar (70,000)	Rebars, square, flat
Usiminas—Usiminas Siderurgica de Baha SA(1)		1 90 (300,000)	1 6 (300,000)	Bar/rod (continuous casting)	Rebars, rods and bars
DOMINICAN REPUBLIC Nucleon—Complejo Industrializadora Dominicana C per A	Santo Domingo	1 x 8 (24,000) 1 x 12 (24,000)	1 x 2 (100,000)	Bar (75,000)	Rebars, also coils
MEXICO Acero Nacional SA	Tehuacan	1 x 116, dia.; 1 x 126, dia.; 1 x 136, dia. (261,000)	1 x 4 (262,000)	Bar (262,000)	Wire rods, wire and wire products
Acero Corc. SA(1)	Mineria City	1 x 96, dia. (20,000) 1 x 36—planned (60,000)	1 x 2 planned (60,000)	Merchant (70,000)	Angles, flat, rounds
Acero de Mexico SA	Apoeloa	2 x 100, dia. (60,000)	No	Bar (100,000)	Rebars, merchant bars, wire rod
Luzonera Aserradora SA	Mineria City	1 (60,000)	No	—	Rebars, wire rods, sections
Acero de Chihuahua SA	Mineria de Diaz	2 x 10 (70,000)	2 x 1 (70,000)	Bar/rod (75,000)	Rebars, rods, T-bars, also drop forged
Acero Esmeralda SA	Toluca	2 x 10 (70,000) 1 x 15 (65,000)	2 x 1 (70,000) 1 x 2 (70,000)	Merchant	Bars, sections, T-bars. Also square and flat
Ca Siderurgica de Guadalupe SA	Guadalupe	2 x 25 (10,000)	1 x 2 (10,000)	Medium section (100,000) Light section (100,000)	Rebars, flats, channels
Hysa de Mexico SA	Merida	2 x 776, dia. (60,000)	2 x 4 (60,000)	Bar/rod (200,000)	Rebars, wire rods, merchant bars, wire
PANAMA Acero Panama	—	1 x 20	No	Bar	Rebars
EL SALVADOR —	San Salvador	1 x 40/45 (100,000)	1 x 3	Bar	Rebars
VENEZUELA Acero Electrico del Curaco(1) (planned) Siderurgia del Ferrol Industria Siderurgica Venezolana SA	Panamama Burguillos Caracas	3 75 (200,000) (70,000) 2 x 23; 1 x 6 (175,000)	No New 2 x 2 (150,000)	Bar Merchant Merchant bar/rod (165,000)	Bars Angles, flats, bars Rebars, wire rods, flat

APPENDIX VI

MINI-MILLS IN ASIA

1. From Metal Bulletin (1974)

Country, company	Works	Ave. furnace size and capacity (tons)	Continuous billet caster —no. of strands and capacity (tons)	Finishing mill(s) —capacity (tons)	Finished products
HONG KONG					
Shun Fong Iron Works Ltd.	Kowloon	—	1 x 1	Bar	Rebars
INDIA					
KR Steelton Pvt. Ltd.	Kalyani	1 x 15 (30,000) 1 x 14 (30,000)	1 x 2 (60,000)	Bar	Rebars
Krishna Steel Industries Pvt. Ltd.	Nr. Bombay	2 x 15 (50,000)	None	Roughing only; finishing mill at another works	Billets
Medi Industries Ltd.	Medinagar	3 x 5; 3 x 10 (100,000)	None	Wire rod merchant	Wire rods, flats, rounds, squares, sections. Also wire.
Rainbow Steels Ltd.	Muzaffargarh	2 x 10/13-ton (50,000)	None	Bar (within group—9,500)	Bars (rounds, squares, flats)
Bala Rainbow Iron Ltd.(7)	—	4 x 20/25 (100,000)	2 x 2 (120,000)	Bar (within group—9,500)	Billets
SINGAPORE					
National Iron & Steel Mills Ltd.(1)	Jurong	2 x 20 (100,000) 1 x 40 (100,000); 2 x 50 under construction (100,000)	2 x 4(7)	Merchant (167,500)	Rebars, bars, wire rods, sections
TAIWAN					
Day Yang Steel Mfg. Co. Ltd.	Kaohsiung	1 x 20 (55,000) 2 x 10 (45,000)	No	Bar (30,000); Bar (25,000); Rod (20,000) Section (30,000)	Bars, rods
	Taipei	1 x 20 (55,000) 1 x 3 (5,000)	No	Bar (25,000)	Sections, bars
Feng Min Iron & Steel Co. Ltd.	Taichung Hsien	1 x 4.3 metres (100,000); 1 x 30(4)	1 x 7(4)	Merchant	Angles, rebars
Nan Fong Steel Enterprise Co. Ltd.	Chien Jen	2 x 20 (90,000)	No	Bar (55,000)	Rebars
THAILAND					
Bangkok Iron & Steel Works Co. Ltd.	Samutprakarn	3 x 6 (50,000)	No	Bar (40,000)	Rebars
Bangkok Steel Industry Co. Ltd.	Samutprakarn	1 x 20	No	Bar (40,000)	Rounds
GS Steel Co. Ltd.	Samutprakarn	3 x 20 (144,000)	No	Red and bar (120,000)	Wire rod, deformed bars

2. From AGRAWAL and BASU for India

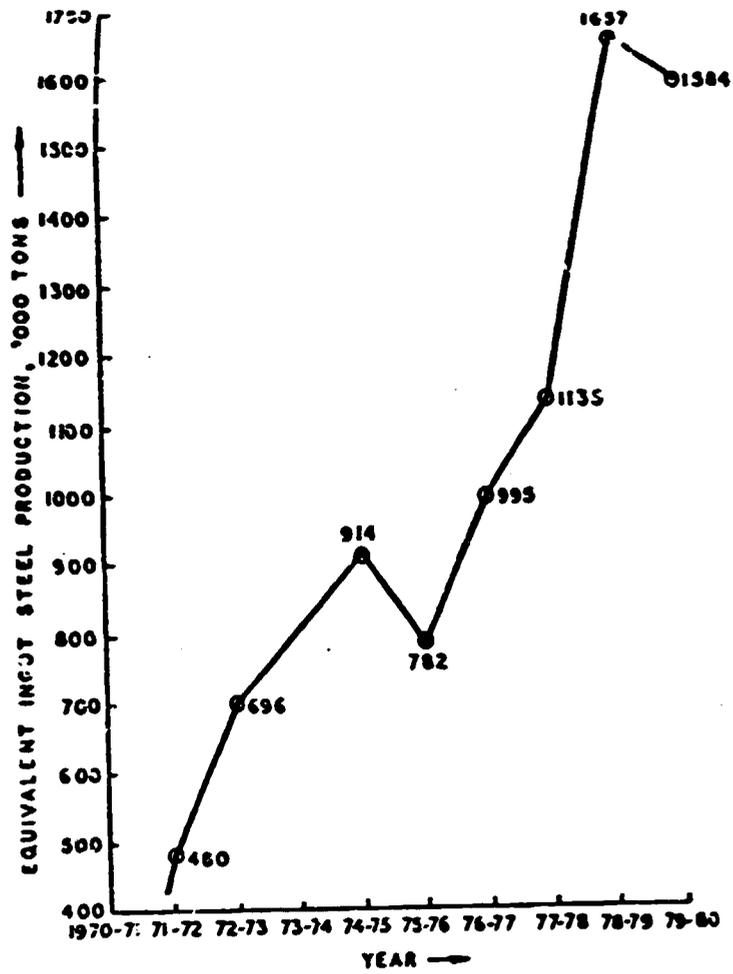


FIG. 1 PRODUCTION OF STEEL BY MINI-STEEL PLANTS

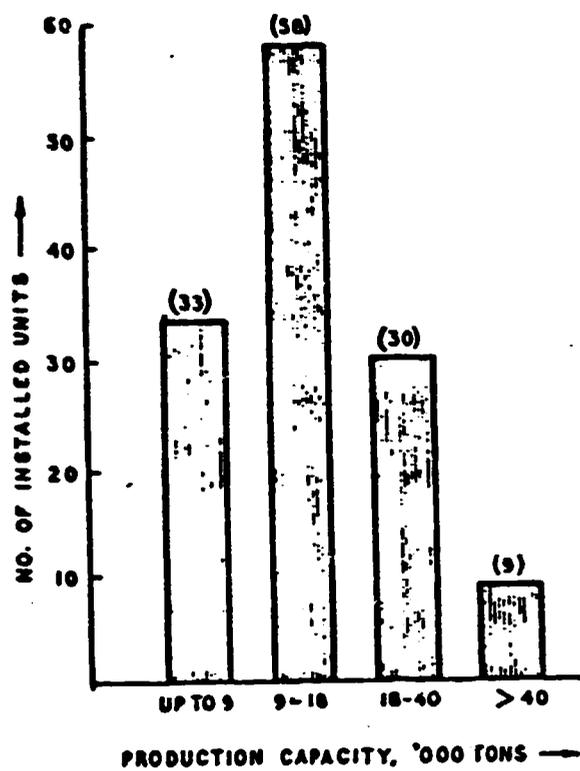


FIG. 2 CAPACITY-WISE DISTRIBUTION OF PLANTS

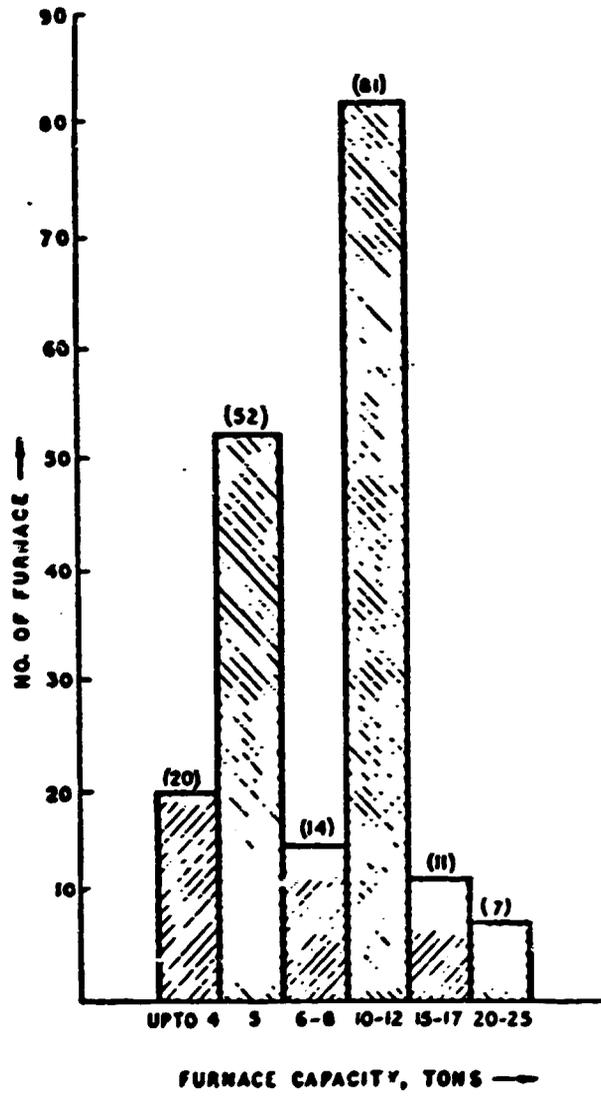


FIG. 3 CAPACITY-WISE DISTRIBUTION OF FURNACES

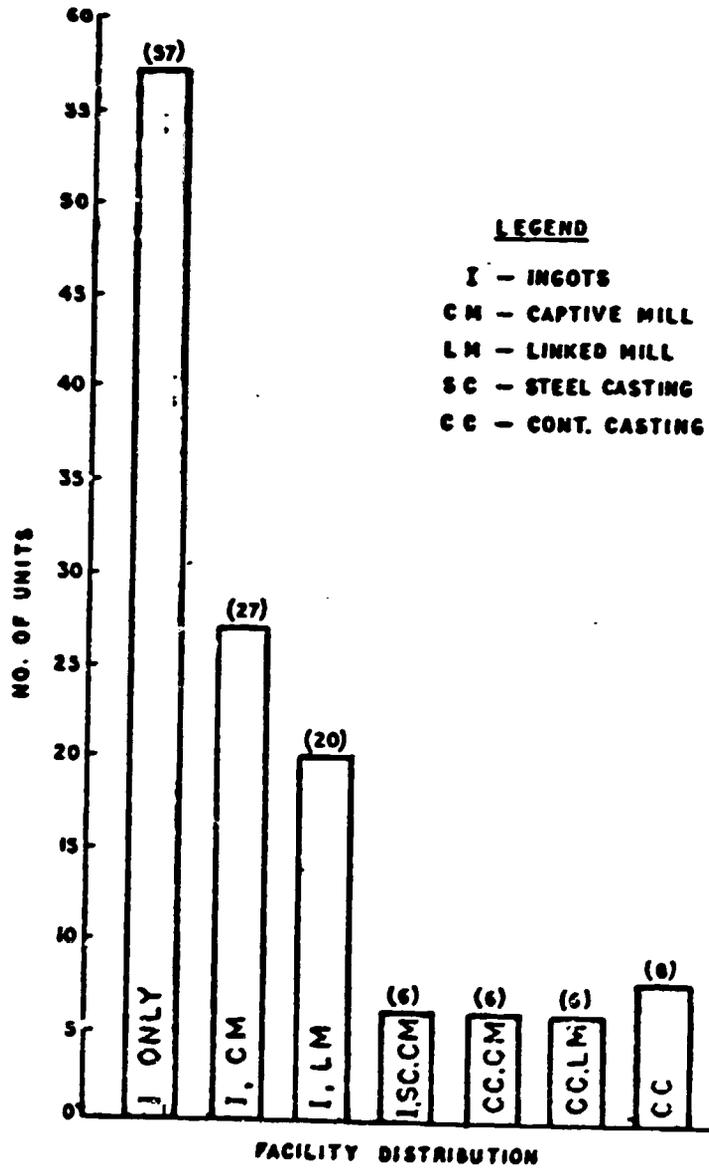


FIG. 4 FACILITY-WISE DISTRIBUTION OF PLANTS

3. From MILLIN for South East Asia

FIG.1 : MINI STEELWORKS — AVERAGE CAPACITY.

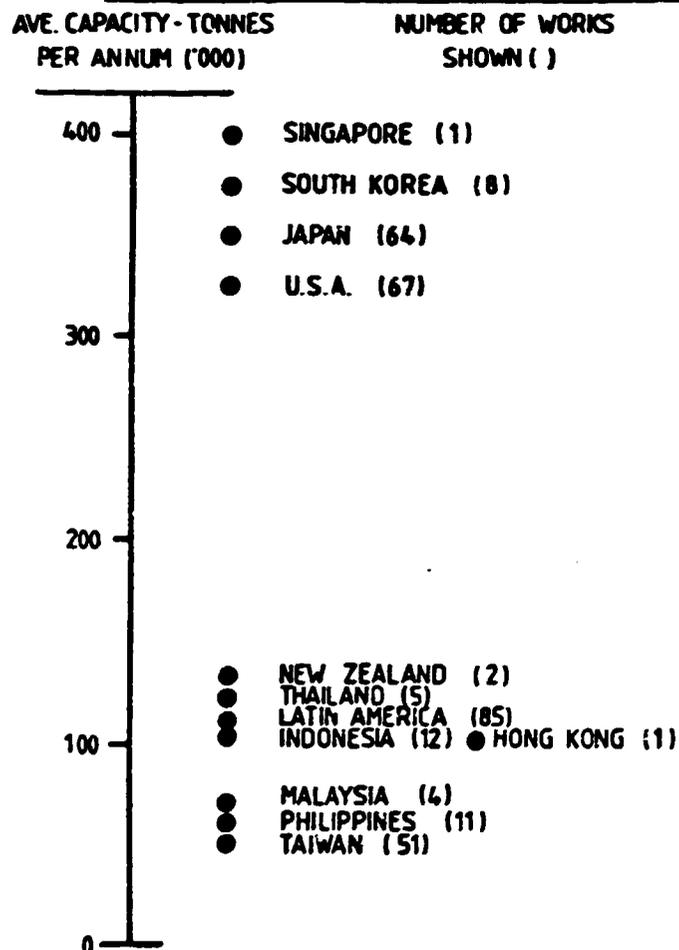


TABLE NO. 4 - INDONESIA

<u>MINI STEEL MILLS</u>	<u>RAW STEEL CAPACITY TPY</u>
<u>INDONESIA</u>	
	90,000
PT BUDIDARMA JAKARTA	20,000
PT DJATIM UTAMA STEEL MANUFACTURING	30,000
PT GUNUNG GAHAPI	40,000
PT INTI GENERAL YAJA STEEL	70,000
PT IROSTEEL WORKS	200,000
PT ISPAT INDO	540,000
PT KRAKATAU STEEL*	20,000 (e)
PT MASTER STEEL	30,000
PT MAXIFERO (STEEL) INDUSTRY CO. LTD.	30,000
PT PULOGADUNG STEEL MANUFACTURING CO. LTD.	20,000 (e)
PT TOYOGIRI IRON AND STEEL	
	(150,000)
PT BAJA INDONESIA (currently in liquidation)	

* included at its present size only for completeness.

TABLE NO. 5 - MALAYSIA

<u>MALAYSIA</u>	
	40,000
DAH YUNG STEEL MANUFACTURING CO.	170,000
MALAYAWATA STEEL BHD.	30,000
MALAYSIA STEEL WORKS (K.L.) SDH BHD.	30,000 (e)
UNITED MALAYSIAN STEEL MILLS BHD.	

TABLE NO. 6 - PHILIPPINES

<u>PHILIPPINES</u>	
	60,000
ALLENCO STEEL CORP.	60,000
APOLLO STEEL MILLS	60,000
ARMCO MARSTEEL ALLOY CORP.	30,000
ARMSTRONG INDUSTRIES, INC.	21,000
GLOBE STEEL CORP.	12,600
MASTER STEEL PRODUCTS INC.	54,000
MARCELO STEEL CORP.	30,000
MARSTEEL CORP.	42,000
NATIONAL STEEL CORP.	250,000
PHILIPPINE BLOOMING MILLS CO. INC.	7,500
UNION STEEL MANUFACTURING CO. INC.	

(e) = estimated

TABLE NO. 7 - SOUTH KOREA

<u>MINI STEEL MILLS</u>	<u>RAW STEEL CAPACITY - TPY</u>	
<u>SOUTH KOREA</u>		
Carbon Steel:		
DAE HAN SANG SA CO. LTD.	PUSAN	120,000
DONG KUK STEEL MILL CO. LTD.	PUSAN	665,000
" " " " " "	INCHON	120,000
" " " " " "	MASAN	290,000
INCHON IRON & STEEL CO. LTD.	INCHON	600,000 (Jan.81 1,000,000)
KANGWON INDUSTRIAL CO. LTD.	POHANG	500,000 (End 81 1,000,000)
KUMHO INDUSTRIES INC.	PUSAN	550,000 (by Aug. 80)
SEOUL STEEL MANUFACTURING CO. LTD.	INCHON	45,000
CARBON STEEL - Total		<u>2,910,000</u>
Speciality Steel:		
KOREA HEAVY MACHINERY IND. LTD.	SEOUL	100,000
KOREA INTEGRATED SPECIAL STEEL CO. LTD.	MASAN	225,000
PUSAN STEEL CO. LTD.	PUSAN	50,000

TABLE NO. 8 - SINGAPORE

<u>SINGAPORE</u>	
NATIONAL IRON & STEEL MILLS	400,000

TABLE NO. 10 - THAILAND

<u>MINI STEEL MILLS</u>	<u>RAW STEEL CAPACITY TPY</u>
<u>THAILAND</u>	
THE BANGKOK IRON & STEEL WORKS CO. LTD.	150,000
BANGKOK STEEL INDUSTRY CO. LTD.	100,000
G.S. STEEL CO. LTD.	160,000
THE SIAM IRON & STEEL CO. LTD.	140,000
THAI - INDIA STEEL CO. LTD.	45,000
	<u>595,000</u>

TABLE NO. 11 - HONG KONG

<u>HONG KONG</u>	
SHIU WING STEEL LTD.	180,000
SHUN FUNG IRON WORKS LTD.	100,000
	<u>280,000</u>

TABLE NO. 9 - TAIWAN

<u>MINI STEEL MILLS</u>	<u>RAW STEEL CAPACITY TPY</u>
<u>TAIWAN</u>	
CHIA HSIN METAL INDUSTRY CO. LTD.	15,500
CHIN TAI STEEL ENTERPRISE CO.	60,000
CHING SANG IRON WORKS CO. LTD.	25,000
CHIN YUNG SHENG STEEL MANUFACTURING CO. LTD.	40,000 (e)
CHOU'S IRON & STEEL CO. LTD.	N.A.
DAH YUNG SHENG STEEL MANUFACTURING CO. LTD.	110,000
EAST ASIA STEEL CORP.	54,000 (e)
FENG HSIN IRON & STEEL CORP.	80,000
FU SING STEEL MFG. CO. LTD.	5,000
HAI KWANG ENTERPRISE CORP.	90,000
HSINKO STEEL CO. LTD.	N.A.
HSIN YEE METAL INDUSTRY CO. LTD.	20,000 (e)
HWEITAI STEEL CO. LTD.	30,000
JIP TAY SAN STEEL MANUFACTURING CO. LTD.	50,000
KAOH SIUNG IRON WORKS LTD.	10,000 (e)
KIM HO SHENG INDUSTRIAL CO. LTD.	7,000
KINGSAN IRON WORKS CO. LTD.	14,000 (e)
KINHSIN IRON & STEEL CO. LTD.	20,000 (e)
KINTAISAN STEEL CO. LTD.	N.A.
KINYANG STEEL CO. LTD.	N.A.
KINYUENSEN STEEL CO. LTD.	N.A.
KUO MING STEEL MFG. CO. LTD.	N.A.
LI CHONG STEEL & IRON WORKS CO. LTD.	20,000 (e)
NAN FENG STEEL ENTERPRISES CO. LTD.	80,000
NAN KWANG STEEL & IRON CO. LTD.	30,000 (e)
NAN LUNG STEEL & IRON CORP.	12,000
SINFA STEEL CO. LTD.	20,000 (e)
SINTAIYANG MACHINE CO. LTD.	N.A.
SONG SHAN STEEL CO. LTD.	10,000
SOUTH CHINA STEEL CORP.	N.A.
SUANCHIN STEEL INDUSTRY CO. LTD.	100,000
TAI LI STEEL & MACHINES CO. LTD.	20,000
TAILI INDUSTRIAL CO. LTD.	40,000 (e)
TAIWAN MACHINERY MFG. CORP.	30,000 (e)
TAIWAN STEEL & MINING CORP.	N.A.
TANG ENG IRON WORKS LTD.	200,000
TONG SHEN STEEL & IRON CO. LTD.	180,000
TUNG HO STEEL ENTERPRISE CORP.	60,000
TUNG KWAN STEEL & MACHINERY CO. LTD.	20,000 (e)
YA CHOU STEEL MANUFACTURING CO. LTD.	24,000
YUENSEN INDUSTRY CO. LTD.	N.A.
YUNG TAI STEEL & IRON WORKS CO. LTD.	30,000

(An additional nine plants exist, but no details available)

(e) = estimated

APPENDIX VII

MINI-MILLS IN THE MIDDLE EAST
(From Metal Bulletin 1974 and other sources)

Country/Company	Works	Arc Furnace Size and Capacity (tons)	Continuous billet caster - no of strands and capa- city (tons)	Finishing Mill(s) capacity (tons)	Finished Products
IRAN Irmco - Iranian Rolling Mills Co.	Ahwaz	-	1x4	Section(65 000) Merchant(85 000) Wire rod	Light sec- tions, wire rods, rounds and flats, re-bars
IRAQ Khor Al Zubair (planned)	Khor Al Zubair	4x70(400 000)	2x6	Merchant	Rounds, wire rods, sec- tions
JORDAN Jordan Steel Co.	-	1x20	1x2	Bar	Re-bars
LEBANON Lebanon Steel Mill Co. SAL	Tripoli	1x7; 1x30	1x2 planned	Bar	Re-bars
UNITED ARAB EMIRATES Ahli Steel	Dubai	-	-	(36 000)	Re-bars

APPENDIX VII continued

Country/Company	Works	Arc Furnace Size and Capacity (tons)	Continuous billet caster - no of strands and capa- city (tons)	Finishing Mill(s) capacity (tons)	Finished Products
QATAR QASCO	Doha	2x70 t	Yes Billets	(400 000)	Bars
SAUDI ARABIA HADEED	Al	3x80 t	Yes Billets	Merchant mill wire rod (850 000)	Merchant iron wire rod
SYRIA GECOSTEEL	Hama	-	-	-	Merchant bar galvanized tubes and pipe, longi- tudinal welded pipes and tubes

APPENDIX VIII

MINI-MILLS IN AFRICA

LIST OF MINI STEEL PLANTS IN AFRICA

This list is based on the principle it includes all plants producing Iron Steel rolled products with a capacity of less than 300 000 t/year . It included the countries and the enterprises given on table I and figures 1 and 2.

These plants can be subdivided in :

- 1 plant based on blast furnace and oxygen steelmaking (150 000 t/year) in TUNISIA
- 3 plants based on OPEN HEARTH FURNACES in ALGERIA (1) and EGYPT (2)
- 11 plants based on ELECTRIC ARC FURNACES (EGYPT, LIBYA, MAURETANIA, ANGOLA, GHANA, KENYA, NIGERIA (2), TOGO, UGANDA, ZAIRE)
- 6 plants with only ROLLING MILLS (IVORY COAST, CAMEROON, NIGERIA (3), MOROCO)

PROVISIONAL LIST OF MINISTEELPLANTS COUNTRIES
AND POSSIBLE REPRESENTATIVES

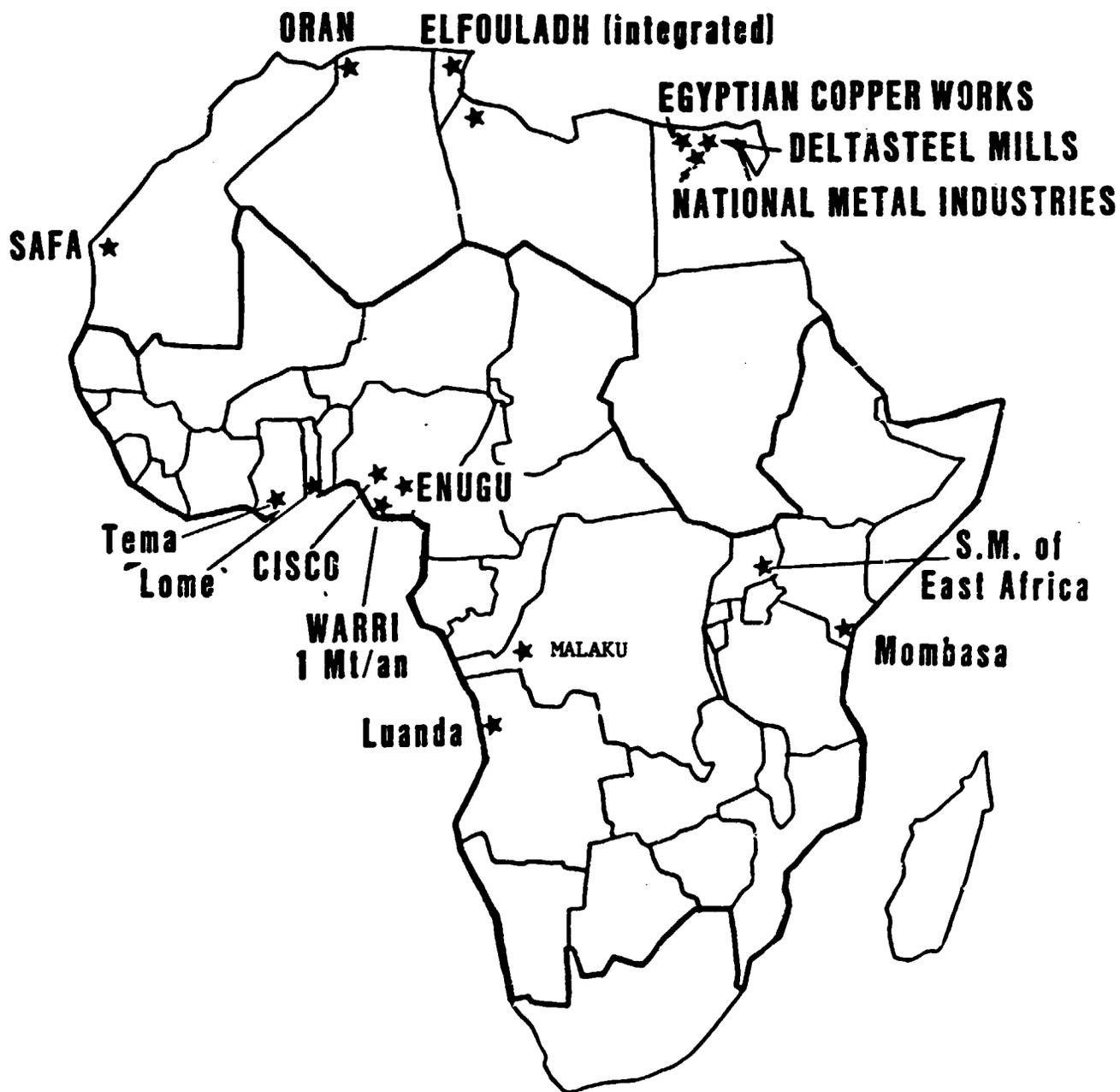
COUNTRY	ENTERPRISE	MAIN DATAS	REMARKS
ALGERIA	ENS at ORAN	45000 t/year in expansion 1 (+2) OPEN HEARTH FURNACE	
TUNISIA	at MENZEL-BOURGUIBA <u>ELFOULACH</u>	In fact integrated with small BF + EOF and one EAF 150 000 t/year	
EGYPT	<u>NATIONAL METAL INDUSTRIE</u> at ABOU ZAABAL	200 000 t/year with OPEN HEARTH FURNACES	
"	<u>DELTA STEEL MILLS</u> at MOSTOROD	80 000 t/year with EAF	
"	<u>EGYPT COPPER WORKS</u> NEAR Alexandria	150 000 t/year with EAF and OPEN HEARTH FURNACES	
MAURETANIA	SAFA at NOURDHIBOU	14/36 000 t/year with one EAF	
LIBYA	LIBYAN METAL INDUS- TRIES at TRIPOLI	20 000 t/year with two EAF	
ANGOLA	SIDERURGICA NATIONAL at LUANDA	50 000 t/year with one EAF	
GHANA	TEMA STEELWORKS at TEMA	30 000 t/year with one EAF	
KENYA	KENYA UNITED STEEL at MOMBASA	30 000 t/year with one EAF	
TOGO	SOCIETE NATIONALE DE SIDERURGIE	20 000 t/year with one EAF	
UGANDA	STEEL MANUFACTURE of EAST AFRICA	24 000 t/year with one EAF	
ZAIRE	SOCIETE NATIONALE DE SIDERURGIE at MALAKU	120 000 t/year with one EAF	

NIGERIA	CISCO at IKEJA	36 000 t/year with one EAF	
"	NIGERSTEEL at ENUGU	34 000 t/year with two EAF	
"	BATA GARAWA steel at KATSINA	210 000 t/year re-rolling plant for bars wire rod and merchant iron	linked with WARRI direct Reduction and Steelmaking plant which delivers the billets
"	JOS STEEL at JOS	- idem -	
"	OSHOGBO STEEL at OSHOGBO	- idem -	
IVORY COAST	IMCI at VRIDI	20 000 t/year bar mill	
CAMEROON	SOLADO at DOUALA	40 000 t/year bar and wire rod mills	
MOROCCO	SC'ETAL at Casablanca	40 000 t/year bar and merchant iron mill	

Without forgetting:

EGYPT	ALEXANDRIA NATIONAL STEEL: EL DEKHILA	800 000 t/year steel with direct reduction	
NIGERIA	DELTA STEEL: WARRI	1 000 000 t/year of steel 400 000 t/year rolled product with direct reduction	

MINI ET MICRO-USINES



LAMINOIRS



APPENDIX IX

MINI-MILLS IN AUSTRALIA*, NEW ZEALAND AND SOUTH AFRICA
(From Metal Bulletin 1974)

Country, company	Works	Arc furnace size and capacity (tons)	Continuous billet caster — no. of strands and capacity (tons)	Finishing mill(s) — capacity (tons)	Finished products
NEW ZEALAND					
New Zealand Steel Ltd (6)	Glenbrook	2 - 23MVA (125-150,000)	1 x 4	Tube only	Billets. Also c. bar, galv. strip
Pacific Steel Ltd.	Otago	1 x 40 (150,000)	None	Merchant bar (130,000) Wire rod (140,000)	Rebars, light angles, flats, wire rods
SOUTH AFRICA					
Dunsmuir Iron & Steel Works Ltd (6)	Bononi	1 x 45 (150,000) 1 x 20 (70,000) 1 x 15 (96,000) 2 x 10 (65,000)	1 x 4 (240,000)	Section	Bars and sections
Scw Metals Ltd.	Germiston	1 x 7 SPMVA 3 - SPMVA 2 x 2 SPMVA (205,000) 2 x 50 planned (175,000)	2 x 2 (200,000)	Red. bar (300,000) Merchant bar (64,000)	Rebars, bars, sections, wire rods
Union Steel Corp. (of South Africa) Ltd.	Vaal	3 x 45 (250,000) 3 x 4.5 (25,000)	1 x 3 planned (160,000) 2 x 4 (240,000)	Section	Bars and sections

* AUSTRALIA: Projects in Queensland