



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

W.
... ..
... ..
... ..

08440-F

Env.
LIMITEE

ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

UNIDO/012.00
20 novembre 1978
Original: FRANÇAIS

L'INDUSTRIE SIDERURGIQUE MONDIALE*

(Brev. de étude)

PREPAREE PAR

LA SECTION DES ETUDES SECTORIELLES
CENTRE INTERNATIONAL D'ETUDES INDUSTRIELLES

*Cette étude n'a pas été l'objet d'une révision formelle.

RESUME

- 1 - L'objet de la seconde étude du Centre international d'études industrielles consacrée à la sidérurgie mondiale est d'analyser les changements intervenus depuis la première réunion de consultation sur la sidérurgie tenue en février 1977.
- 2 - La réévaluation de la situation concerne: a) la crise sidérurgique dans les pays industriels d'économie de marché et celle des prévisions à long terme, b) les différenciations actuelles au sein des sidérurgies des pays en développement et leurs faiblesses structurelles, c) les négociations sectorielles et les coopérations possibles.
- 3 - L'importance des thèmes réévalués est apparue telle qu'elle a conduit à renvoyer en annexe des questions pourtant importantes comme l'industrie sidérurgique et la consommation d'énergie et l'environnement, ceci afin de ne pas décentrer la discussion au cours de la seconde réunion de consultation sur la sidérurgie qui aura lieu en janvier 1979 et pour laquelle cette étude est destinée.
- 4 - L'étude analyse l'évolution de la production sidérurgique ces dernières années et constate que la récession actuelle dans les pays d'économie de marché ne peut plus être expliquée par le "cycle de l'acier" mais par des raisons structurelles.
- 5 - L'étude compare ensuite les prévisions et les réalisations et note un persistant décalage des dernières par rapport aux estimations; le contexte économique marqué par une longue période de croissance explique un optimisme résistant des prévisions, alors même que les faits s'inscrivaient à l'encontre de celui-ci. C'est dans le nouveau contexte de la "crise" sidérurgique que la situation doit désormais être réévaluée.
- 6 - Les transformations de l'industrie sidérurgique mondiale se traduisent par une crise de la prévision qui est aussi le résultat d'une crise des méthodes de prévision.

Ces méthodes sont passées en revue. La conclusion qui se dégage de cette analyse est que les méthodes utilisées jusqu'alors, et en particulier celle fondée sur la courbe d'intensité sidérurgique, étaient des hypothèses simplificatrices d'une réalité plus complexe qui donnaient des résultats acceptables tant que l'économie était en forte croissance. En période de dépression, il n'en est plus de même. L'étude montre, en outre, que ces méthodes n'étaient pas adaptées à la réalité des pays en développement. La mise au point de nouvelles méthodes de prévision s'impose donc. Des questions sont soulevées concernant la substitution des métaux, le cycle des biens de consommation durables, le choix des secteurs économiques prioritaires dans les pays en développement pour la demande en produits sidérurgiques, sur la phase future du sommet de la courbe de l'intensité d'acier. Des suggestions sont faites pour lier davantage les prévisions à la formation du capital fixe, à l'évolution du stock national d'acier par tête, aux interréactions entre la demande et l'offre d'acier.

- 7 - Une démarche plus prospective est proposée. La prévision à long terme de la demande en produits sidérurgiques est nécessaire. Mais elle n'est pas suffisante. Il faut incorporer dans l'analyse les projets des acteurs, capables de déclencher des actions qui contribuent à modeler l'avenir. Il n'y a pas un mais des futures qui sont "tendanciels", "possibles", "normatifs", "probables".

La réalité future à moyen terme est anticipable sur la base de la connaissance des projets d'investissements. C'est de la confrontation des différents acteurs en présence et de leur stratégies que naîtra tel ou tel futur.

La consultation sur les projets des acteurs est donc un premier élément de la prospective du secteur. Celle-ci est la méthodologie partant de l'analyse des structures du secteur et de son environnement et incorporant la dynamique des stratégies des acteurs. C'est la méthode qui a été suivie dans l'étude où ont été analysés, d'une part, les structures de l'industrie sidérurgique mondiale, d'autre part, les acteurs et leurs stratégies.

- 8 - L'étude passe ensuite en revue différents groupes d'acteurs dans les pays à économie planifiée et les pays à économie du marché. Concernant ces derniers elle montre l'influence du modèle japonais de développement et le rôle nouveau des producteurs non intégrés. L'évolution du mouvement de redéploiement de la sidérurgie des pays à économie de marché vers les pays en développement, des vastes projets initiaux au ralentissement actuel, est analysée. Un premier recensement des projets d'investissements abandonnés dans les PVD est établi.

La crise économique, l'évolution des coûts d'investissements et le retrécissement des marchés paraît provoquer de notables changements dans les stratégies sidérurgiques des pays industriels d'économie de marché. Il s'agit désormais moins de redéploiement que de restructuration nationale et d'investissements de productivité pour accroître la compétitivité.

- 9 - La structure de la production sidérurgique dans les pays en développement révèle des différences importantes parmi ceux-ci. On peut distinguer quatre catégories de pays suivant la période de leur entrée dans l'industrie sidérurgique. Mais plus de 40 pays indépendants n'ont actuellement ni installation ni, semble-t-il de projets concrets. L'Afrique est la région la plus déshéritée.

Une analyse plus réaliste de la sidérurgie dans les pays en développement relativise les craintes exprimées à propos de l'arrivée sur le marché mondial de nouveaux producteurs. Rares sont les pays en développement qui disposent des bases nécessaires pour se lancer dans des politiques massives d'exportation.

Cette étude constate que l'industrie sidérurgique dans les pays en voie de développement est différenciée et que la plupart d'entre eux ne fabriquent que des produits longs. Les pays en voie de développement sont actuellement largement exclus des fabrications de produits plats et d'acier alliés qui sont essentiels pour la production de biens d'équipements et de biens de consommation durables.

Les critères d'accès à l'industrie sidérurgique font l'objet d'une revue critique. L'étude conclut sur le rôle de l'industrie sidérurgique dans la construction de systèmes industriels nationaux intégrés et sur les possibilités de stratégies plus autonomes sans exclusion, pour autant, une participation active aux échanges mondiaux.

- 10 - L'étude aborde ensuite quelques problèmes-clés pour les pays en développement qui sont importants pour la définition et la mise en oeuvre de stratégies à long terme: les possibilités nouvelles dans les domaines des procédés et de la taille des installations, les obstacles à l'entrée dans le secteur ou ses freins, en particulier le problème des coûts et du financement.
- 11 - L'étude traite des problèmes des inputs de l'industrie sidérurgique: minerai de fer et agents réducteurs et montre que la dépendance structurelle des pays en voie de développement en charbon à coke peut être réduite par l'utilisation d'autres réducteurs, charbons non cokefiabiles et charbon à bois. Mais ces possibilités sont réduites et le développement des procédés de réduction directe présente plus de potentialité.
- L'étude fait le point de la situation à ce sujet dans les pays en voie de développement. Elle note la difficile progression des procédés de réduction directe. Actuellement la baisse du prix de la ferraille compromet la croissance des capacités de réduction directe. L'étude souligne à côté des perspectives ouvertes par l'utilisation du gaz naturel celles offertes par les réducteurs solides. Elle répond à l'interrogation, la réduction directe n'est-elle qu'une innovation marginale? en montrant la souplesse d'utilisation de ses procédés du point de vue des minerais utilisables, des agents réducteurs et de la taille des installations.
- Mais pour que les procédés de réduction directe deviennent universellement diffusés et puissent fonctionner dans une grande variété de contexte il faut résoudre des problèmes relatifs au transport de l'éponge de fer (oxydation), aux minerais utilisables, aux tailles et aux modules. Les procédés de réduction directe sont contrôlés par de grandes sociétés sidérurgiques des pays développés à économie de marché.
- L'étude conclut en suggérant de favoriser dans les pays en voie de développement la mise en place de capacités de recherches et de mise au point permettant de hâter l'adaptation des procédés à la variété des contextes.
- 12 - La question des économies d'échelles paraît remise en question dans l'industrie sidérurgique. La norme dominante du développement de l'industrie, durant la dernière période, a été l'élévation de la taille des installations. L'étude relate des phases historiques de cette évolution. Le mouvement de "scaling up" a permis des progrès de productivité, des gains en capital et en coût d'exploitation.
- Ces avantages sont tempérés par des inconvénients qui apparaissent maintenant. La crise économique a révélé la vulnérabilité des grandes unités de production. L'allongement des délais de mise en route et de montée en production, la difficulté de maîtriser le management d'ensembles complexes compromettent les avantages tirés des économies d'échelle. Il en est ainsi, notamment, dans les pays en développement où le temps nécessaire pour la construction des unités sidérurgiques est souvent notablement plus long que dans les pays développés, ce qui entraîne de lourdes charges financières.
- L'accroissement des échelles de production pose aussi de sérieux problèmes d'organisation collective du travail dans les pays en voie de développement et incite à repenser une problématique du "training" en fonction de la taille des unités des productions.
- Désormais, les expériences de nombreux pays permettent de poser ces problèmes en termes nouveaux. De nombreuses réalisations montrent que la tendance dominante jusqu'alors paraît pouvoir être inversée. Le mouvement "scaling down" ouvre de nouvelles possibilités, particulièrement pour les pays en voie de développement.

Les possibilités apparaissent cantonnées aux produits longs mais des potentialités ne sont pas exclues pour les produits plats.

Ces perspectives pourraient provoquer des changements dans la structure de l'industrie sidérurgique mondiale. Ces perspectives sont reliées, dans l'étude, à celles de la promotion de fabrication de biens d'équipements et de capacité nationales d'études et de réalisation dans les pays en voie de développement pour intégrer en "amont" et en "aval" les nouvelles industries sidérurgiques.

- 13 - Les hypothèses de financement établies dans la première étude sur la sidérurgie mondiale de l'ONUDI font l'objet d'une réévaluation. Les évaluations des coûts en capital sont maintenant sensiblement plus élevées.

Les coûts réels ou prévus d'installations sidérurgiques en différentes parties du monde font apparaître une grande dispersion selon qu'il s'agit d'opérations d'extension et de modernisation ou de constitutions d'unités entièrement nouvelles. D'une façon générale - et à l'exception de certains pays en développement d'Asie extrême orientale - les coûts d'investissements sont beaucoup plus élevés dans les pays en voie de développement que dans les pays développés. Des tendances contradictoires se manifestent. Les sociétés d'engineering et les constructeurs de biens d'équipements, d'un côté sont intéressés à ouvrir les marchés des pays en développement à des prix raisonnables, d'une autre côté sont tentés à compenser la baisse relative de leurs activités par des prix plus élevés. Le renchérissement des coûts en capital à des conséquences importantes sur les coûts de production et sur le freinage des investissements dans les pays en voie de développement. La faiblesse des capitaux propres grève les frais financiers. Les financements liés à la fourniture d'équipements peuvent être contradictoires avec la promotion d'industries nationales de production de biens d'équipements et avec celle des capacités nationales d'engineering.

En fait, le problème clé du financement ne paraît trouver de solution à l'avenir que dans une autre problématique du développement de l'industrie sidérurgique dans les pays en voie de développement entraînant d'autres chaînes de causalités. L'étude suggère qu'il n'y a pas un problème de financement "en soi" mais que celui-ci est au centre des éléments en interactions qui constituent les données d'une complexe négociation.

- 14 - La coopération internationale ne peut manquer d'être affectée par l'évolution et les perspectives de la sidérurgie mondiale.

Il est donc important de situer à nouveau les objectifs acceptés à l'issue de la conférence de Lima et traduits ensuite, au cours du premier meeting de consultation, en objectifs proposés pour le développement de l'industrie sidérurgique en l'an 2000. Augmenter la part des pays en voie de développement jusqu'à 25-30 % de la production sidérurgique mondiale n'est pas un simple objectif quantitatif. Une telle répartition implique une modification de la structure de l'industrie sidérurgique mondiale. Pratiquement elle dépend du développement de procédés nouveaux, de nouvelles routes, d'une réorientation des recherches, d'une plus grande autonomie des choix, d'un certain déplacement des centres de décision. La crise actuelle, loin de conduire à la mise en sommeil des objectifs de Lima, est une invitation à en souligner la signification prospective.

Par ailleurs, la crise sidérurgique et les mesures de protection qu'elle suscite, menace l'édifice construit sur les principes du libre échange. C'est pourquoi l'idée mûrit en faveur d'une grande négociation sur l'avenir de la sidérurgie mondiale. Retenant cette perspective, l'étude réunit des matériaux susceptibles

d'être versés au dossier préparatoire d'une éventuelle négociation, ces matériaux concernent le rôle de l'état dans l'industrie sidérurgique, l'évolution des formes contractuelles des arrangements industriels, l'indissociabilité des composants de la négociation. Dans le même esprit elle passe en revue les disponibilités des facteurs des partenaires, non seulement les principales ressources naturelles, mais ceux relatifs aux capacités technologiques et de biens d'équipements, au management, au marché et au financement et qui constituent les facteurs moteurs de la sidérurgie moderne.

15 - De ces analyses se dessinent de nouvelles tâches pour l'ONUDI.

Ces tâches sont fonction des objectifs qui demandent à être clairement reformulés dans le nouveau contexte.

Les objectifs proposés sont: l'organisation à l'échelle mondiale du secteur sidérurgique, c'est-à-dire une combinaison d'actions de régulation et d'information, et dans ce cadre, la production en l'an 2000 dans les pays en voie de développement d'au moins 25 % de la production mondiale sidérurgique.

La réévaluation de ces perspectives s'effectuerait en ayant recours à la méthode des scénarios. L'étude suggère une première direction de travail dans cette direction considérant le secteur comme un "système" où jouent des variables en interactions. Elle propose de décrire des futurs possibles tenant compte des projets des acteurs, des tendances technologiques et de la prévision de la demande. La configuration des conflits et des coopérations possibles serait alors dérivée de cette prospective.

La coopération implique des partenaires informés. Les informations à constituer sont de différente nature.

La connaissance des variables du "système" sidérurgie et du jeu de leurs interrelations nécessite la réalisation d'un programme d'études plus systématique. Un premier inventaire de ces études est suggéré en annexe II. Ces informations à rassembler sont indispensables tant pour améliorer les prévisions à long terme que pour préparer une négociation globale sur les structures de l'industrie.

Une seconde catégorie d'informations concerne les projets d'investissements, les intentions des partenaires. Dans ce domaine l'ONUDI par le canal des consultations et de l'échange d'opinions a commencé à jouer le rôle d'un forum international, révélateur des stratégies et des scénarios qui en découlent. Ce rôle peut être renforcé par l'organisation d'une base logistique d'informations constamment actualisée sur les projets et les stratégies des acteurs.

Enfin, une troisième catégorie d'information de type opérationnel concerne des informations "tactiques" pour l'accroissement de la productivité et l'amélioration des performances et des informations "stratégiques" destinées à la sélection des filières technologiques pour l'entrée des pays en voie de développement dans l'industrie sidérurgique. L'étude suggère les grandes lignes d'une politique d'information dans ce domaine, qui conformément aux mandats reçus par l'ONUDI fait l'objet, avec l'établissement d'une banque d'information technologique, de premières réalisations.

La réalisation des études, la constitution des informations, la préparation de dossiers de négociations complexes requièrent une vaste collaboration internationale.

La complexité de ces négociations résultant de l'interdépendance de ses composants est relatée à travers un exemple concret qui figure à l'annexe I.

Enfin, l'annexe IV contient des éléments destinés aux responsables nationaux concernant les problèmes de l'énergie. Ces éléments devraient, par la suite, avec ceux des problèmes de l'environnement de l'industrie sidérurgique, s'incorporer comme d'importants constituants de scénarios alternatifs de l'industrie sidérurgique mondiale.

Table des matières

	<u>Page</u>
<u>Introduction</u>	1
I. REEVALUATION DE LA SITUATION ET DES PERSPECTIVES DE L'INDUSTRIE SIDÉRURGIQUE MONDIALE	5
A. La situation depuis 1977	5
B. Les projections à moyen et à long termes	5
1. Les projections de l'étude mondiale sur la sidérurgie dans le contexte de 1976	5
2. Le nouveau contexte de 1977-1978 : la "crise"	10
3. Le problème des méthodes de prévision	17
4. La prospective du secteur	30
C. Les acteurs et les stratégies	36
1. Les pays développés	36
a) Le groupe des pays à économie planifiée	36
i) L'URSS et les pays de l'Est européen	36
ii) Le rôle des pays à économie planifiée dans le développement de l'industrie sidérurgique de pays en voie de développement	39
b) Le groupe des pays à économie de marché	41
i) Les composantes du groupe	41
ii) Le modèle japonais et les producteurs non intégrés	42
iii) La crise et la compétition	43
iv) Le redéploiement	45
v) Vers de nouvelles stratégies ?	50
2. Les pays en développement	55
i) Les entrées successives dans l'industrie sidérurgique	56
ii) Une industrie différenciée	61
iii) Critères d'accès à l'industrie sidérurgique	63
iv) Vers des stratégies plus autonomes ?	67

	<u>Page</u>
II. PROBLEMES CLEFS POUR LES PAYS EN DEVELOPPEMENT	69 bis
A. Les inputs et les procédés	69 bis
1. Minerai de fer et industrie sidérurgiques dans les pays en voie de développement	69 bis
2. Agents réducteurs	72
3. Les procédés de réduction directe : problèmes et perspectives d'utilisation dans les pays en voie de développement	74
a) La difficile percée des procédés de réduction directe	75
b) Où en est le développement de la sidérurgie par réduction directe ?	76
c) Quel agent réducteur : gaz ou réducteur solide ?	78
d) La réduction directe n'est-elle qu'une innovation marginale ?	79
e) La réduction directe et la possibilité d'accélérer le développement de la sidérurgie dans de nombreux pays en voie de développement	83
f) L'utilisation de l'énergie atomique	84
B. Les problèmes de taille et d'économies d'échelle	86
1. Une norme mondiale : les économies d'échelle	86
2. Les économies d'échelle et la sidérurgie	86
3. Réalité et limites des économies d'échelle	91
a) Dans les pays développés à économie de marché	91
b) Dans les pays en voie de développement	92
4. Des perspectives nouvelles	94
C. Le financement	99
1. Les hypothèses retenues en 1976	99
2. Un essai de réévaluation et d'actualisation des coûts en capital	100
3. Les conséquences de l'élévation des coûts en capital dans l'industrie sidérurgique	105

	<u>Page</u>
III. LA COOPERATION INTERNATIONALE	112
A. Du consensus optimiste de Lima à l'amorce d'un processus de négociation	112
B. Vers une grande négociation ?	116
1. Le rôle de l'Etat	117
2. L'évolution des formes contractuelles des arrangements industriels	119
3. L'indissociabilité des composants de la négociation	120
4. Les disponibilités des facteurs des partenaires	121
C. De nouvelles tâches pour l'ONU/DI	125
ANNEXES	
I - Un exemple de négociation dans le contexte nouveau	134
II - Premier inventaire des informations et d'études né- cessaires	138
III - Flux des matières et des processus dans les industries sidérurgiques	144
IV - Eléments pour la prévision de la demande et la politique de l'énergie de l'industrie sidérurgique	145

LISTE DE TABLEAUX

	<u>Page</u>
No 1 - Grandes régions importatrices	9
No 2 - Capacités sidérurgiques supplémentaires par région entre 1974 et 1985	12
No 3 - Projections de la demande d'acier en 1985	14
No 4 - "Steel production differentiation and demand in the US"	32
No 5 - Evolution historique de la production sidérurgique	37
No 6 - Parts respectives dans la production sidérurgique mondiale	41
No 7 - Participations aux exportations mondiales	44
No 8 - Part des pays en développement dans l'exportation et les ressources mondiales en minérai de fer	70
No 9 - Ratios de productivité	88
No 10 - Coût en capital d'une unité fondée sur la filière "haut fourneau/aciéries à l'oxygène"	89
No 11 - Coût en capital d'une unité fondée sur réduction directe et four électrique	89
No 12 - Coût en capital pour la construction d'un haut fourneau	90
No 13 - Coût à la tonne installée	102
No 14 - Part de la capacité de production de la sidérurgie contrôlée par l'Etat ou par le secteur public dans certains pays	118
No 15 - Les disponibilités des facteurs des partenaires sidérurgiques	123
No 16 - Variables essentielles du "système" sidérurgie	126

Remerciements

La Section des études sectorielles du Centre international d'études industrielles exprime sa gratitude pour l'assistance et la coopération reçues d'un certain nombre d'organisations internationales et de personnes privées. Des organisations internationales, particulièrement la Commission économique pour l'Europe (CEE), Genève, et l'Institut international de la sidérurgie (IISI), Bruxelles, ont été mises à contribution et ont fourni de nombreuses données.

Le Centre international d'études industrielles est profondément reconnaissant à M. Pierre Judet, Institut de recherche économique et de planification de l'Université des sciences sociales de Grenoble, de sa participation à la rédaction de divers chapitres de cette étude ainsi qu'à M. R.U. Ayres de sa contribution dans le domaine de la prévision.

INTRODUCTION

Les changements dans l'industrie sidérurgique depuis la première consultation de l'ONUDI ^{1/}

1. Le projet d'étude mondiale sur la sidérurgie: 1975 - 2000 (Draft world-wide Study of the Iron and Steel Industry: 1975-2000, UNIDO/ICIS 25, 15 Dec. 1976) préparé par le Centre international d'études industrielles en 1976 se proposait, dans le cadre de la Déclaration et du Plan d'action de Lima de "donner un contenu concret au processus d'industrialisation des pays en voie de développement". Cette étude a été établie à l'occasion de la première Réunion de consultation sur la sidérurgie tenue en février 1977.
2. Depuis 1976, toutefois, les changements intervenus dans la sidérurgie, qui affectent à la fois les échanges, les perspectives de localisation et les problèmes de financement, on conduit le Centre international d'études industrielles à proposer une nouvelle réflexion qui prolonge le travail effectué en 1976.

La présente étude a été préparée dans la perspective de la seconde réunion de consultation sectorielle.

3. Il ne s'agit pas, dans cette seconde étude, de revenir sur les données de base fournies par la première mais d'analyser les changements intervenus afin de savoir dans quelle mesure ces changements sont susceptibles d'affecter les perspectives tracées antérieurement. Ces changements sont importants et ils ne serait pas réaliste de ne pas en tenir compte.

C'est en effet au cours du deuxième semestre de l'année 1977 que des voix autorisées se sont élevées pour affirmer que la récession de la production sidérurgique constatée dans un grand nombre des pays relevait non pas d'une conjoncture cyclique familière mais bien d'un phénomène structurel impliquant des transformations en profondeur et mettant en cause les différents instruments forgés au cours d'une longue période de croissance continue pour mesurer et prévoir les évolutions de la branche.

^{1/} Cette étude doit beaucoup à la coopération de M. Pierre Judet de l'Institut de recherche économique et de planification de l'Université des sciences sociales de Grenoble.

Ces nouvelles analyses suggèrent qu'on entre dans une période où la régularité des tendances et la solidité des prévisions font place à une situation marquée par l'incertitude : incertitude des prévisions, doute sur les méthodes utilisées jusqu'à maintenant, fluidité des stratégies d'acteurs confrontés avec la nécessité de "révisions parfois déchirantes".

La crise de structure de la sidérurgie touche différemment les différents groupes de pays et parfois chacun des pays : l'intérieur des groupes. La sidérurgie, industrie de base, est une industrie nationale où les Etats, directement ou indirectement sont largement intéressés non seulement dans les pays à économie planifiée, mais aussi dans les pays en voie de développement et dans les pays à économie de marché. Chaque sidérurgie nationale, même si elle se propose de satisfaire en priorité des besoins nationaux, est de plus en plus fortement impliquée au niveau des techniques, des approvisionnements, des financements, dans une évolution mondiale de la branche qu'il convient donc d'apprécier à la fois dans ses aspects globaux et dans ses aspects très différenciés.

4. Ces considérations ont conduit le Centre international d'études industrielles de l'ONU à procéder à une réévaluation de la situation et des problèmes.

Cette réévaluation est opérée sur trois plans :

- L'appréciation de la situation actuelle, la crise sidérurgique et celle des prévisions à long terme, l'évolution de la stratégie des principaux acteurs - pour autant qu'elle est identifiable;
- L'analyse des différenciations actuelles au sein des sidérurgies des pays en développement et de leurs faiblesses structurelles par rapport à celles des pays industrialisés. Pour la création et le développement futur de l'industrie sidérurgique dans les pays en développement, ont été soulignées plus fortement que par le passé, l'importance et la potentialité de nouvelles filières technologiques. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une panacée, une importance particulière a été accordée aux procédés de réduction directe. Il en est de même du renversement de tendance concernant la taille des unités de production. L'accent mis sur ces nouvelles possibilités a conduit, en parallèle, à présenter une vue rééquilibrée de l'incidence des projets des pays en voie de développement sur la situation sidérurgique mondiale, projets que la crise

a sans doute exagérément dramatisés dans une partie de l'opinion sidérurgique occidentale et craintes qui doivent être relativisées. Projets, au demeurant, qui apparaissent aujourd'hui parfois compromis par le retrait de participations annoncées et par le gonflement des besoins de financement imputables au renchérissement des prix des équipements;

- Les négociations sectorielles et les coopérations possibles.

5. La crise sidérurgique, l'ampleur de la restructuration entreprise dans la majorité des pays industriels d'économie de marché, le riblannage annoncé d'une partie de la capacité de production au sein de la communauté économique européenne, sont des circonstances qui, objectivement, ne devraient pas favoriser l'aide de ces pays pour faciliter la création de nouvelles capacités de production dans les pays en voie de développement.

La question peut donc être posée maintenant^{2/}, au-delà des bonnes intentions, du contenu réel et possible dans les prochaines années, de la coopération dans le secteur sidérurgique en faveur des pays en voie de développement.

Mais la crise de nécessité fait vertu, et pousse aussi à une régulation du secteur et à une négociation plus globale que les négociations partielles, tarifaires notamment.

6. Sur ce terrain difficile, mais d'un intérêt primordial, l'ICIS a tenté un premier défrichage relatif au contexte ainsi qu'au contenu de la négociation. L'analyse procédant à partir d'accords déjà conclus ou d'évolutions qui se dessinent. La constatation de l'interdépendance des facteurs de l'industrie sidérurgique considérée comme un "système" conduit à rechercher une méthode susceptible d'articuler la négociation de thèmes globaux ("issues") avec des thèmes particuliers.

7. L'importance des thèmes réévalués est apparue telle qu'elle a conduit à renvoyer en annexe des questions pourtant importantes comme "l'industrie sidérurgique et la consommation d'énergie" et "l'industrie sidérurgique et l'environnement". La solution adoptée a été de présenter des éléments utiles pour les décideurs des pays en voie de développement. Quand des

^{2/} Ce rapport a-été achevé en septembre 1978.

perspectives à long terme plus assurées de l'industrie sidérurgique seront possibles, les balances des effets sur la consommation d'énergie seront faites. Mais ces choix découlent d'options plus générales. Ce sont ces options qu'on a voulu conserver au centre du document.

8. Pour procéder à cette réévaluation, ICIS s'est trouvé devant le dilemme suivant : ou s'en tenir aux positions officiellement exprimées par les pays et limiter singulièrement l'analyse, ou utiliser des informations non officielles - quelquefois difficile à contrôler - mais donner au document un style reflétant les positions des décideurs et des dirigeants nationaux des industries sidérurgiques.

L'option a été prise en faveur de cette dernière solution. Si le rapport diffère un peu du style habituel à ces documents, le Centre international d'études industrielles de l'ONUDI espère que, pour autant, il ne le cède en rien en objectivité et y gagne, peut-être, en réalisme.

I. REEVALUATION DE LA SITUATION ET DES PERSPECTIVES
DE L'INDUSTRIE SIDERURGIQUE MONDIALE

A. La situation depuis 1977

9. En 1977, pour la quatrième année consécutive, les résultats de la sidérurgie mondiale ont été mauvais.

La production s'est élevée à 674,3 millions de tonnes^{3/} au lieu de 676,3 millions de tonnes en 1976 et de 707,9 millions de tonnes en 1974. La baisse de la production dans les pays développés à économie de marché : 394,2 millions de tonnes en 1977 au lieu de 411,1 millions de tonnes en 1976 a été compensée par l'augmentation de la production à économie planifiée : 204,2 millions de tonnes en 1977 au lieu de 199,0 millions de tonnes en 1976 ainsi que dans les pays en voie de développement : 75,9 millions de tonnes en 1977 au lieu de 66,2 millions de tonnes en 1976.

10. Après plus de 40 mois, l'explication par le "cycle de l'acier" a perdu de sa valeur; des transformations sont en cours qui semblent affecter, suivant de nombreuses déclarations autorisées, les structures elles-mêmes de l'industrie.

11. C'est dans ce contexte qu'il s'agit de faire le point :

- Sur les projections à moyen et à long terme de la demande et de la production d'acier;
- Sur la fonction des différents acteurs et sur l'évolution de leurs stratégies.

B. Les projections à moyen et à long termes

1. Les projections de l'étude mondiale sur la sidérurgie, dans le contexte de 1976

12. L'étude mondiale sur la sidérurgie effectuée par le Centre international d'études industrielles de l'ONUDI contient des prévisions de la demande et de la production mondiale d'acier pour 1985 et pour 2000; il s'agit de prévisions

^{3/} A partir des statistiques contenues dans les publications de la Commission économique pour l'Europe de l'ONU

- Aux USA : 113,1 millions de tonnes au lieu de 116,3
- En RFA : 38,9 millions de tonnes au lieu de 42,4
- En France : 22,1 millions de tonnes au lieu de 23,2.

globales, mais également de prévisions ventilées entre les principaux groupes de pays et, en particulier, entre pays développés et pays en voie de développement. Ces prévisions, qui ont fait l'objet de travaux approfondis, ont été présentées dans le chapitre II, intitulé "World Steel Production and Consumption to the year 2000"^{4/}.

13. Ces prévisions étaient les suivantes :

	(millions de tonnes)	
	<u>1985</u>	<u>2000</u>
<u>Consommation</u>	1 069	1 665 à 1 925
dont : pays en voie de développement	170	395 à 655
<u>Production</u>	1 069	1 665 à 1 925
dont : pays en voie de développement	125	378 à 487

14. Ces prévisions se fondaient sur une poursuite du taux de croissance de la consommation et de la production de l'acier; un certain ralentissement dans les pays développés^{5/} étant compensé par un taux de croissance très soutenu dans les pays en voie de développement^{6/}. Ces prévisions étaient optimistes par rapport à l'évolution récente de la production mondiale d'acier qui, après avoir progressé de 630 millions de tonnes en 1972 à 708 millions de tonnes en 1974^{7/}, était retombée à 646 millions de tonnes en 1975, au-dessous du niveau atteint en 1973.

15. Ces prévisions étaient faites en 1976 dans un contexte sur lequel il est utile de revenir.

^{4/} De la page 28 à la page 111, sur un total de 214 pages.

^{5/} <u>Taux de croissance</u>	<u>Consommation</u>	<u>Production</u>	
1975-1985 (attendus)	3,0	2,8	ONUDI World-wide study op. cit. p. 35
1985-2000 (hypothèses)	1,5 à 2,5	1,5 à 2,6	
^{6/} 1975-1985	7,8	12,0	op. cit. p. 37
1985-2000	5,8 à 9,4	7,7 à 9,4	

^{7/} Chiffres IISI.

Le contexte de 1975

Cette période est marquée de l'empreinte d'une longue période de croissance que n'a pas encore réellement mis en cause le retournement de la conjoncture intervenu à la fin de 1974 et surtout en 1975.

Une longue période de croissance

16. Depuis le début des années 50, le monde de la sidérurgie avait été habitué à un taux moyen de croissance régulier de la consommation et de la production d'acier : près de 5 % par an entre 1955 et 1974, 6,2 % de 1960 à 1965, 5,3 % de 1966 à 1970, 5,8 % de 1960 à 1970. Les cycles conjoncturels de l'acier couvrant une période d'environ 40 mois faisaient osciller leurs variations autour de cette tendance soutenue.

Le congrès de l'Institut international de la sidérurgie (IISI) tenu en octobre 1974^{8/} traduisait bien la confiance des sidérurgistes en une poursuite de la croissance : le congrès prévoyait que l'année 1975 marquerait un accroissement de production sidérurgique de 4,2 % par rapport à 1974, 740 au lieu de 720 millions de tonnes^{9/}. Selon l'opinion des spécialistes, les difficultés probablement rencontrées au cours de 1975 ne devaient pas tellement provenir d'une baisse de la demande que d'insuffisantes capacités de production aggravées par des pénuries de charbon à coke^{10/}.

L'IISI n'avait donc alors aucune raison de modifier les projections qu'il avait confectionnées trois années auparavant et qui prévoyaient pour 1985^{11/} une production de 1 milliard 144 millions de tonnes d'acier^{12/} correspondant à une augmentation de plus de 80 % par rapport à 1972^{13/} et à un taux de croissance annuel d'environ 5 %.

Un optimisme résistant

17. La chute de la production mondiale d'acier a été extrêmement brutale en 1975 puisque la baisse de la production a correspondu approximativement à l'équivalent de la totalité de la production mondiale en 1910.

^{8/} Conférence annuelle de l'IISI, Munich, 14-16 octobre 1974 "Report of proceedings".

^{9/} Au lieu de 720 millions de tonnes prévus par la précédente conférence annuelle d'octobre 1973.

^{10/} IISI, 1974, Report of proceedings, page. 19.

^{11/} "Projection 85" International Iron and Steel Institute, Brussels 1972.

^{12/} En équivalent acier brut.

^{13/} 630 millions de tonnes en 1972.

18. Toutefois, les habitudes de croissance longue et soutenue étaient si profondément enracinées que les estimations et les prévisions faites en 1976 pour 1980-1985 allaient d'un pessimisme très modéré à un optimisme marqué; les exemples suivants en témoignent :

a) Une étude de la "Bank of America" sur l'industrie mondiale de l'acier notait^{14/}:

- "Qu'il faut prévoir un accroissement ralenti des capacités de production au cours des cinq années à venir, en fonction d'une croissance lente de la demande et de l'augmentation du coût des installations..."
- "Que la croissance la plus importante viendra des pays en voie de développement"
- "Que la croissance de la consommation est en train de se ralentir, y compris au Japon et qu'en 1980, les pays en voie de développement consommeront une proportion d'acier plus importante ..."
- "Que le commerce international de l'acier continuera à se développer mais à un rythme ralenti ..."

b) Par contre, une étude de la sidérurgie japonaise^{15/} prévoyait, aussi bien pour 1980 que pour 1985, un déficit de l'offre mondiale d'acier par rapport à la demande mondiale :

- 1980 Demande : 918,2 millions de tonnes
Offre : 774 millions de tonnes
Déficit : 45,2 millions de tonnes
- 1985 Demande : 1,9 milliard de tonnes
Offre : 958 millions de tonnes
Déficit : 51 millions de tonnes

^{14/} Bank of America - Metal Bulletin du 13 juillet 1976.

^{15/} Japon Consulting Institute - reproduit dans Actualités Industrielles Lorraines - juin 1976, t. IV. On peut remarquer toutefois que l'évaluation de la demande en 1985 (1 million de tonnes) était largement inférieure à la projection de l'IISI pour cette même année (1 144 000 tonnes).

L'étude japonaise indiquait que ce déficit proviendrait en particulier de quelques grandes régions importatrices :

Tableau 1 - Grandes régions importatrices

	(en millions de tonnes,	
	<u>1980</u>	<u>1985</u>
USA	13,7	16,6
ASIE	22,0	21,6
MOYEN-ORIENT	9,8	10,0
AMERIQUE LATINE	9,1	8,9

La CEE et le Japon demeurant de grands exportateurs.

- c, L'appréciation de W.T. Hogan, spécialiste de la sidérurgie américaine allait dans le même sens que l'étude japonaise. Hogan prévoyait que les capacités de production des sidérurgies occidentales seraient insuffisantes pour assurer leur développement en 1980^{15/}.
- d, Le Président de l'US.STEEL affirmait, de son côté, qu'il fallait s'attendre à une pénurie d'acier dès la fin de 1976 et, en tout cas, en 1977^{17/}.

19. Cet optimisme prolongé se fondait par ailleurs sur l'annonce d'un large "redéploiement" de l'industrie sidérurgique en direction d'espaces mieux pourvus en énergie, en minerais, en capitaux, à partir de sites européens (Europe du Nord) ou japonais, saturés ou menacés par la pollution^{18/}. Dans ces conditions il est compréhensible que l'enquête effectuée en 1976 par la CEE sur "les investissements dans les industries du charbon et de l'acier" ait confirmé que "la conjoncture défavorable de 1975 n'a pas empêché les entreprises, à quelques exceptions près de réaliser les programmes d'investissements, en cours ou déjà décidés"^{19/}. On comprend également la persistance de l'optimisme d'un article, paru en mai 1976 et intitulé "A la veille de la reprise" où l'auteur après s'être référé à "l'habituel cycle de l'acier étalé sur une période de quatre ans," constatait que "la plus mauvaise période

^{15/} MOCI, du 11 octobre 1976.

^{17/} Financial Times du 4 mai 1976.

^{18/} C'était l'époque où se posait aussi le problème du "recyclage des pétrodollars".

^{19/} Le Nouveau Journal, 4 septembre 1976.

de la récession est en train de passer ..." que "l'année 1976 fait apparaître le même rythme de reprise que 1972 après le désastre de 1971 et qu'il semble que la prochaine très bonne année pour la sidérurgie culminera en 1978"^{20/}.

20. Ces rappels ne sont pas anecdotiques. Leur insertion dans ce rapport est nécessaire pour permettre de comprendre comment et pourquoi les prévisions ont été démenties par les faits. Dans ce contexte, il faut remarquer que les prévisions de l'ONUDI de consommation et de production de l'industrie sidérurgique pour 1985 et pour 1990 témoignaient en 1976 d'une certaine prudence puisqu'elles se situaient en net recul par rapport aux prévisions de l'IISI : 1 069 millions de tonnes (au lieu de 1 144 millions de tonnes : prévisions IISI). L'optimisme prolongé qui prévalait encore en 1976 rendait donc très difficile l'appréciation de la situation en termes, non pas de simple mouvement conjoncturel et cyclique, mais de transformation en profondeur (structurelle) des facteurs de l'industrie sidérurgique mondiale.

2. Le nouveau contexte de 1977-1978 : la "crise"

Du "cycle" à la "crise"

21. La prolongation de la récession de la sidérurgie dans un grand nombre de pays au cours de 1977 a provoqué une modification des réactions. Les faits ont fini par avoir raison d'un optimisme résistant.

- Estimations de l'IISI

de la production 1976 (en octobre 1976)^{21/} : 693 millions de tonnes
production effective pour 1976 : 676 millions de tonnes

- Estimation de l'IISI

de la production 1977 (en octobre 1977) : 695 millions de tonnes
production effective 1977 : 673 millions de tonnes

- Estimation de l'IISI

de la production 1978 (en octobre 1977) : 733 millions de tonnes
production effective en 1978 : très probablement inférieure

^{20/} "On the brink of recovery" - Financial Times du 8 mai 1976.

^{21/} D'acier brut.

Le congrès annuel de l'IISI tenu à Rome en octobre 1977 a marqué très clairement cette évolution. Le rapport présenté par le Secrétaire général expliquait que les différents indicateurs disponibles n'étaient pas de nature à apporter beaucoup de réconfort et que si la récession avait principalement touché les pays développés à économie de marché, les pays en voie de développement n'avaient pas totalement été épargnés, en particulier en Amérique latine^{22/}. Il en tirait la conclusion que "la période actuelle de faible demande de produits sidérurgiques a conduit à une compétition accrue au plan international, à des prix bas, c'est-à-dire à ce qui est généralement présenté comme la "crise" de la sidérurgie. D'après de nombreux articles et analyses de la presse économique et financière, cette crise est un phénomène mondial. Il est vrai, en effet, que le ralentissement général de l'économie est un phénomène global et que les investissements à base de biens de capital sont partout très réduits"^{23/}.

La crise et les nouvelles projections

22. Alors que l'IISI avait admis en octobre 1976 qu'il faudrait probablement retrancher aux prévisions 1985 l'équivalent d'une année de croissance, une étude effectuée pour le compte de la sidérurgie américaine présentait dès le mois de mai 1977 l'avis suivant : "Aujourd'hui, il nous semble qu'un décalage de croissance de deux ans n'est pas invraisemblable, décalage correspondant à un taux de croissance annuel pas supérieur à 2,8 % sur la période 1977-1981"^{24/}.

<u>22/ Pays en voie de développement</u>				Indice 1974 : 100 (est.)
<u>Consommation apparente d'acier</u>				
	<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>	
- Amérique latine	97	86	96	Annual report of the Secretary general M. Charles Baker 11th IISI, Annual Conference, Rome, 10-12 October 1977
- Asie (à l'exclusion du Japon, Rép. Pop. Chine, Rep. Pop. Dem. de Corée)	99	111	117	
- Afrique (à l'exception de l'Afrique du Sud)	112	114	121	
- Moyen-Orient	<u>109</u>	<u>118</u>	<u>133</u>	
Total	101	101	111	

^{23/} Baker Annual Report pp. cit.

^{24/} "Steeling against inflation" - Mitchell, Hutchins, Inc. Mai 1977.

La onzième conférence de l'IISI tirait la conclusion de cette évolution en procédant à la réévaluation des nouvelles capacités de production installées ou projetées entre 1974 et 1985. Alors que la huitième conférence annuelle de Munich^{25/} avait estimé les capacités nettes à installer^{26/} entre 1974 et 1985 dans les pays à économie de marché et dans les pays en voie de développement à 240 millions de tonnes d'acier brut, les prévisions étaient ramenées "après un examen très soigneux, de tous les projets" à 142 millions de tonnes, se décomposant comme suit :

Tableau 2 - Capacités sidérurgiques supplémentaires, par régions/entre 1974 et 1985^{27/}

(en millions de tonnes métriques)

	<u>Estimations 1974</u> (Munich)	<u>Estimations 1977</u> (Rome)			
		<u>Total</u>	<u>% Réduction</u>	<u>Capacité installée 1974-1977</u>	<u>Capacité à installer en 1978-1985</u>
CEE	11,3	23,6	43	14,5	9,1
Autres pays de l'Europe de l'Ouest	26,7	14,1	47	9,2	4,9
Amérique du Nord	28,5	13,0	54	3,9	9,1
Amérique latine	37,2	30,7	18	13,3	17,4
Afrique	12,3	5,4	56	3,8	1,6
Moyen-Orient	23,8	9,5	60	2,8	6,7
Extrême-Orient *)	67,9	43,9	35	17,0	26,9
Océanie	2,3	1,8	22	-	1,8
Total	240,0	142,0	41	64,5	77,5

*) La République Populaire de Chine et la République Populaire Démocratique de Corée ne sont pas incluses

23. Ces estimations n'étaient pas exagérément pessimistes; les éléments d'information disponibles depuis octobre 1977 semblent indiquer au contraire qu'elles étaient réalistes :

^{25/} En octobre 1974.

^{26/} Capacités installées nouvelles - Capacités déclassées.

^{27/} 11th IISI Annual Conference, Rome, 10-12 octobre 1977. Annual Report of the Secretary General, Mr. Charles Baker.

- a) Certains spécialistes de la sidérurgie qui avaient envisagé, en 1976, des pénuries d'acier pour les années 80, remettent en cause radicalement leurs prévisions à la fin de 1977, en remarquant^{28/} :
- Que les projections relatives à la sidérurgie dérivées des objectifs de Lima sont très ambitieuses en raison des obstacles techniques et financiers à surmonter ...
 - Qu'il est bien hasardeux de faire des prévisions pour l'an 2000 et qu'il vaut mieux retenir un horizon intermédiaire : 1985 ou 1990 ...
 - Qu'un consensus se dégage sur le fait que la production sidérurgique mondiale en 1980 atteindra (et dépassera) la production record de 1974.
 - Qu'il est douteux que la capacité de production sidérurgique des pays en voie de développement puisse atteindre en 1985 l'objectif de 150 millions de tonnes, mais que probablement la capacité nouvelle installée dans les pays en voie de développement ne dépassera pas 55 millions de tonnes.
 - Que le problème financier est un énorme problème, d'autant plus que les projets sidérurgiques ne seront pas les seuls à entrer en compétition pour l'utilisation de ressources rares.
- b) Différentes projections relatives à la demande mondiale d'acier sont convergentes dans la mesure où elles proposent des évaluations réduites, par rapport aux projections plus anciennes (voir tableau No 3).

24. Tout ceci conduit à la question essentielle que se posent experts et observateurs de la sidérurgie "Le monde de la sidérurgie est-il en train de changer ?"^{29/}.

^{28/} W.T. Hogan, "Future Plans in the Third World". Iron and Steel Engineer - November 1977, pages 25 à 37.

^{29/} "The changing world steel industry" est par exemple le titre d'un article publié par la revue du SEASIS, janvier 1977, pages 3 à 18.

Tableau 3

	Projections de la demande d'acier en 1985 (en millions de tonnes)
IISI (1972)	1 144
UNIDO (1976)	1 069
General Electric (1977) ^{30/}	968 (pas de projections possibles au-delà de 10 ans)
General Electric (1978) ^{31/}	949
Ayres Model II (1978) ^{32/}	890 à 1 008
AISI (1978) ^{33/}	prévoit pour 1985 une demande inférieure de 85 millions de tonnes à la capacité disponible

La signification de ce qu'on appelle la crise

25. La crise est devenue aujourd'hui le thème central des commentaires et des analyses relatives à l'évolution de la sidérurgie mondiale. Commentaires et analyses ont tendance à amplifier le caractère dramatique d'un phénomène dont il ne faut pas oublier la complexité ni les aspects contradictoires.

26. La sidérurgie des pays à économie centralisée continue, en effet, à se développer; il en est de même pour les pays en voie de développement. Aux Etats-Unis, la reprise semble effective au cours des premiers mois de 1978 tandis que la situation continue à se détériorer dans la Communauté économique européenne au point qu'on envisage d'y réduire la capacité de production de manière drastique d'ici 1985 ^{34a/}.

^{30/} Réponse de General Electric à l'enquête ONUDI, Octobre 1977.

^{31/} Etude prospective de General Electric, 1978.

^{32/} Rapport R.U. Ayres au Centre international d'études industrielles de l'ONU, mai 1978.

^{33/} Metal Bulletin, 30 juin 1978.

^{34a/} Sur la crise de la sidérurgie de la Communauté voir le livre de Patrick Bonazza "La sidérurgie européenne dans la crise" - Bureau d'informations européennes - juin 1978

27. De toute façon, la sidérurgie mondiale est affectée dans la mesure où une croissance régulière et générale a fait place à des évolutions nationales ou continentales diverses et heurtées. Cette évolution a provoqué une grande inquiétude, d'autant plus que "les causes de cette récession, de ces évolutions heurtées sont encore obscures"^{34b/} et que les outils actuellement disponibles - statistiques ou autres - ne permettent pas de répondre aux questions nouvelles qui sont posées.

Certains spécialistes affirmaient dès 1976 qu'il n'était plus possible, étant donné la transformation de la sidérurgie mondiale de faire des projections pour le très long terme (2000) mais qu'il fallait se contenter de projections à moins de 10 ans et par régions, les bases de référence s'étant effondrées et les outils statistiques ne convenant plus^{35/}.

En 1978, tandis qu'ils prennent acte du fait que le passé ne peut plus servir dans l'industrie sidérurgique de base de prévisions pour le futur, les spécialistes ont cessé de faire confiance aux équations de régression expliquant les niveaux de production du passé et le montant des investissements en capital. Les changements ont été si profonds pour quelques-unes des variables indépendantes que c'est maintenant une question de bon sens de considérer que de telles relations statistiques à partir des données du passé n'ont pas de signification pour le futur^{36/}. L'IISI avait justement entrepris depuis plusieurs mois la révision des projections 85 publiées en 1972 ainsi que leur extension à l'année 1990. Le Secrétaire général de l'Institut a déclaré que les résultats

^{34b/} "The current steel crisis and future growth" by C.B. Baker, Secretary general of the IISI. Concast Speech, 9 mars 1978. Monsieur Baker pose en outre la question : "Serions-nous en train de faire l'expérience d'une crise du système de l'économie de marché enracinée dans des transformations de structure à long terme conduisant à un taux de croissance économique réduit ou même nul ? ... L'évidence, statistique ou autre, n'est pas suffisante pour permettre de faire une distinction claire entre les caractéristiques ordinaires familières d'une récession et les composants d'une transformation de structure à long terme en train de se dessiner ...".

^{35/} Raveson, Manager of economic planning of Research, Worldwide General Motors Overseas Operations - Metal Bulletin du 8 avril 1976.

^{36/} "General Electric"- Projections 1978.

de ce travail n'étaient pas encore disponibles dans la mesure où la situation actuelle fournissait une base tout à fait inadaptée pour faire des projections à long terme, les outils d'analyse disponibles ne permettant pas de prendre en compte l'impact de transformations structurelles^{37/}. Il ne semble pas que l'IISI publiera dans un proche avenir de nouvelles prévisions globales ni pour 1985 ni pour 1990.

28. Les transformations de l'industrie sidérurgique mondiale se traduisent ainsi par une crise de la prévision qui s'explique à la fois par la disparition d'une base adéquate et par la non-disponibilité d'outils - statistiques ou autres - adaptés à la situation nouvelle.

La crise de la prévision est aussi le résultat d'une crise des méthodes de prévision.

29. Les difficultés de la prévision ne sont pas spécifiques à l'industrie sidérurgique. La plupart des secteurs sont dans ce cas. Elles sont accentuées quand ceux-ci sont particulièrement sensibles aux variables macroéconomiques. Or, la prévision de leur évolution à long terme apparaît aujourd'hui fortement incertaine^{38/}. L'expertise sectorielle, qui domine généralement bien les variables internes, est présentement désarmée par les incertitudes externes et leurs répercussions sur le secteur. La prévision technologique en est affectée surtout dans les secteurs où le progrès technologique est largement exogène au secteur^{39/ 40/}

Dans le cas de la sidérurgie, l'incertitude vis-à-vis de son environnement économique s'accompagne d'un trouble sur le jeu de ses mécanismes internes.

^{37/} Ch. Baker "The current steel crisis and future growth" - Mars 1978.

^{38/} Voir : World Economic Survey 1977 - E/1978/70. 26 mai 1978 - Economic and Social Council - United Nations,

^{39/} Le Professeur Gerhard Mensch écrit : "les spécialistes de la politique économique sont dépassés dès qu'on leur demande des précisions sur les perspectives spécifiques concrètes par branches ... les experts savent, comme le sait n'importe quel profane, que les technologies et les modèles d'application futurs devraient économiser l'énergie, ménager l'environnement, servir les hommes, etc., mais rien de plus précis". Gerhard Mensch - Das Technologische Pat, Fischer Taschenbuch Verlag - 1977.

^{40/} Une partie importante des innovations technologiques utilisées par l'industrie sidérurgique lui est exogène. Voir le livre de Robert Emile Miller. Université du Québec et Massachusetts Institute of Technology - Entreprise et innovation - Etude comparative de 11 entreprises sidérurgiques européennes et américaines : Presses Universitaires de Grenoble 1975.

3. Le problème des méthodes de prévision

La méthode de référence

30. De nombreuses méthodes étaient utilisées pour faire des projections à long terme de la demande mondiale - régionale ou nationale - d'acier. En fait, ces différentes méthodes s'inspiraient, avec des variantes, d'une méthode de base dont la version la plus élaborée avait été mise au point par l'IISI à l'occasion de la publication des projections 85^{41/}. Une méthode analogue avait été utilisée par la Commission économique européenne pour ses prévisions de 1976^{42/} ainsi que par l'étude de l'ONU/DI.

La méthode IISI consiste à construire une "courbe d'intensité sidérurgique" (steel intensity curve), c'est-à-dire à mettre en relation l'évolution de la consommation d'acier avec l'évolution du produit national brut par tête.

Il s'agit d'une fonction qui s'écrit de manière simplifiée de la manière suivante :

$$C_j = F(y) + A_j$$

où $F(y)$ est une fonction empirique construite à partir d'un graphe préparé par les membres du groupe de travail en utilisant les informations recueillies pour 20 pays. La même courbe de base est utilisée pour chaque pays, la variation de la constante A_j rendant compte des différences de structure de chaque économie nationale. Le groupe de travail de l'IISI faisait à ce propos l'hypothèse que les A_j demeureraient relativement constants.

31. La courbe d'intensité sidérurgique obtenue par cette méthode indiquait que la consommation d'acier augmentait dans un premier temps beaucoup plus que proportionnellement à l'augmentation du Produit national brut; qu'elle atteignait ensuite un sommet après quoi elle tendait à se stabiliser. L'IISI tirait les conclusions suivantes :

- a) Aucune croissance significative de l'intensité sidérurgique n'apparaît tant que le revenu par tête n'atteint pas 300 dollars (aux prix de 1963) par tête, ce qui constitue le niveau minimum requis pour le "décollage économique".

^{41/} IISI Committee on Economic Studies "Projections 85", Brussels, March 1972.

^{42/} Comité de l'acier, ONU/CEE "Perspectives à long terme de la consommation de l'acier jusqu'en 1985 et prévisions pour 1990 et tendances passées de la production et du commerce de l'acier (document restreint, ECE/Steel/9 Oct. 1976)

- b) Une fois atteint ce niveau, normalement un processus d'industrialisation rapide se développe, appelant une élévation du taux d'investissement dans les installations productives et les infrastructures et provoquant une augmentation de la consommation d'acier plus rapide que l'augmentation du produit national brut. Cela se traduit par une élévation rapide de l'intensité sidérurgique.
- c) Au cours de la phase suivante, le mouvement d'industrialisation devient plus équilibré et l'évolution de l'intensité sidérurgique tend à se stabiliser.
- d) L'industrie devient plus sophistiquée, le secteur des services accroît sa part relative. Au moment où le revenu par tête (prix 1963) se situe autour de 2 500 dollars, l'intensité sidérurgique commence à amorcer son déclin.

32. Le fonctionnement de la méthode IISI - et des méthodes apparentées - reposait sur un certain nombre d'hypothèses :

- Une hypothèse de croissance longue et régulière;
- Une hypothèse de croissance se déroulant suivant un certain nombre "d'étapes" depuis le prédécollage jusqu'à la croissance postindustrielle;
- Une hypothèse de relation privilégiée entre l'évolution de la consommation d'acier et l'évolution du revenu national, etc.

33. Il semble, dans la situation présente, que ce type de méthode ne fonctionne plus. Dans ce nouveau contexte apparaît l'intérêt de procéder à son analyse critique afin de repérer et définir les voies nouvelles à explorer.

Les failles de la méthode fondée sur la courbe d'intensité sidérurgique

34. Le Comité des études économiques de l'IISI avait admis que la méthode utilisée pour la projection 85 posait un certain nombre de problèmes^{43/} en particulier des problèmes relatifs à l'efficacité de la méthode quand il s'agissait non de pays développés mais de pays en voie de développement. On limitera le propos à ceux-ci :

^{43/} "Steel intensity and GNP Structure". IISI Committee on Economic Studies, Brussels 1974.

35. Les pays en voie de développement constituaient en effet une faible proportion de l'échantillon utilisé comme base pour la confection de la courbe d'intensité sidérurgique. Il en résultait "qu'aucune indication ne pouvait être fournie sur la mesure de l'intensité sidérurgique pour des niveaux de revenu inférieurs à 400 dollars par tête (prix de 1963)". Or, les pays en voie de développement intéressés groupent une population d'environ 2 milliards de personnes.

Pour la même raison, il ne fallait attendre de la courbe d'intensité sidérurgique aucune orientation précise sur les indicateurs relatifs au décollage aussi bien qu'aux phénomènes qui en découlaient ni à leur incidence sur la consommation d'acier.

36. L'analyse critique de l'IISI faisait remarquer qu'il faudrait probablement prendre en compte, dans le cas des pays en voie de développement, non seulement la consommation apparente directe d'acier mais également les consommations indirectes.

L'analyse sommaire de cas concrets choisis parmi les pays en voie de développement : République de Corée, Brésil, Indonésie, Mexique, faisait apparaître que l'évolution de la consommation d'acier dépendait beaucoup moins de l'évolution du produit national brut et du revenu par tête que d'autres variables.

La République de Corée, par exemple, avait une des "intensités sidérurgiques" les plus élevées alors qu'elle se situait (prix 1963) à un niveau très bas de produit national par tête. Par contre, on pouvait faire la constatation inverse au Mexique où une intensité sidérurgique relativement faible coexistait avec le produit national par tête le plus élevé dans les pays en voie de développement considérés.

37. C'était enfin une hypothèse simplificatrice de considérer que A_j ^{44/}, facteur résiduel demeurait constant avec le temps; cela revenait à supposer que l'ensemble du système évoluait de manière homogène, c'est-à-dire qu'il n'y avait pas de changement structurel et que les pays en voie de développement les moins favorisés ne se développaient pas.

^{44/} En se référant à l'équation : $C_j = F(y) + A_j$

38. La crise a montré que la méthode n'était plus valide mais, avant la crise la validité de la méthode était déjà contestable pour l'évaluation de la demande d'acier dans les pays en voie de développement, dans la mesure où ces pays se proposaient justement de transformer profondément les structures de leur économie, en créant puis en développant de nouvelles capacités sidérurgiques.

Quelques réflexions pour l'élaboration de nouvelles méthodes de prévision

39. L'élaboration de nouvelles bases et de nouvelles méthodes de prévision est maintenant un des points prioritaires du programme des grands organismes intéressés par l'évolution de la sidérurgie mondiale.

L'IISI a repris à la base ses travaux de projection en analysant tous les éléments disponibles sur l'évolution des quatre dernières années afin de parvenir à identifier, par essais successifs, des corrélations (et, en conséquence, des voies d'approches méthodologiques) significatives. Aucune date n'est prévue pour l'achèvement de ce travail qui en est au stade du défrichage.

De son côté, la Commission économique pour l'Europe de Genève a décidé que lorsqu'elle aborderait à nouveau les problèmes des projections à long terme, elle convoquerait au préalable une réunion d'experts afin d'examiner la possibilité de concevoir une méthode pour la projection de l'industrie sidérurgique.

Ceci indique qu'on est entré dans une période de recherche active de nouvelles méthodes de prévisions; une recherche dont se dessinent déjà quelques-unes des orientations.

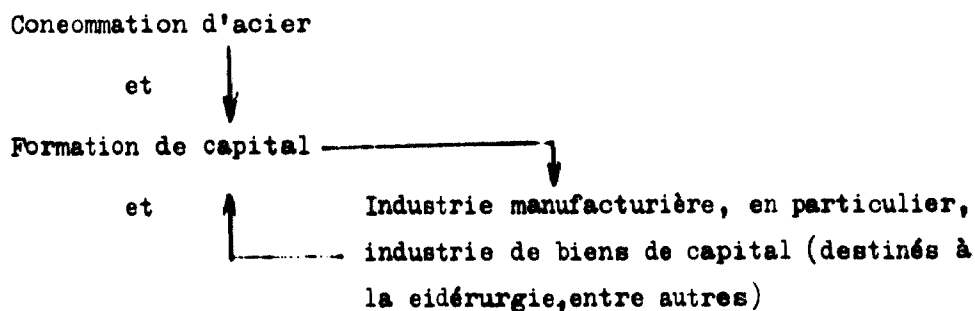
40. L'analyse critique effectuée par l'IISI^{45/} sur sa propre méthode de recherche avait attiré l'attention sur le faible degré de corrélation qui existait dans les pays en voie de développement entre le produit national par tête et le niveau de la consommation d'acier (facteur d'intensité sidérurgique). Les exemples étudiés étaient : la République de Corée, le Mexique, le Brésil, l'Iran, les Philippines. La faiblesse de cette corrélation avait également été constatée - en Colombie entre 1925 et 1958 et en Tunisie, entre 1950 et 1964^{46/}.

^{45/} "Steel intensity and GNP structure" op. cit.

^{46/} "La sidérurgie de Menzel Bourguiba (Tunisie) - P. Judet 1967.

L'étude de ces différents exemples suggérerait, par contre, l'importance de la part du produit national affectée à la formation du capital fixe par rapport à l'évolution de la consommation d'acier. Cette forte corrélation était également confirmée dans le cas colombien et dans le cas tunisien.

41. En avançant dans cette direction de recherche on est conduit à faire le lien entre la part du produit national affectée à la formation de capital fixe et l'importance de l'industrie manufacturière, mais aussi entre la part du produit national affecté à la formation de capital et l'existence et l'importance de la production de biens d'équipement. La première analyse esquissée dans cette voie par l'IISI montre bien la relation dynamique qui tend à s'établir entre :



Il s'agit, semble-t-il, d'une voie prometteuse, dont il est important de poursuivre l'exploration.

42. La confection d'une méthode tend normalement vers la mise au point d'une formule de portée générale^{47/}. Avant de parvenir à ce degré d'élaboration, il est nécessaire de suivre une démarche plus analytique permettant de balayer le terrain, c'est-à-dire d'intégrer la totalité et la diversité de la réalité. Dans cette perspective, l'IISI a décidé de s'intéresser plus particulièrement à plusieurs secteurs choisis en fonction de leur importance dans l'évolution de la consommation d'acier :

- Le secteur de la construction;
- Le secteur des machines et équipements;
- Le secteur des véhicules particuliers;
- Le secteur des véhicules commerciaux;
- Le secteur de la construction navale;
- Les autres secteurs.

^{47/} Du type de l'équation $C_j = F(y) + A_j$, voir plus haut.

43. La connaissance de l'évolution de chacune de ces sections devrait permettre une meilleure approche de l'évolution de la consommation d'acier. Mais à la condition, toutefois, de donner des réponses satisfaisantes à des questions très importantes :

- a) Première question : Comment, pour chacun de ces secteurs, faire des projections correctes à moyen et à long terme ?
La réponse n'est pas facile car elle suppose de nombreux problèmes résolus, par exemple :

- Le problème de la substitution des matériaux : est-il certain, à propos de la substitution entre l'acier d'une part, l'aluminium ou matières plastiques d'autre part, d'estimer que "les substitutions les plus faciles et les plus logiques ont été déjà réalisées et qu'elles sont déjà totalement intégrées dans les données utilisées pour l'élaboration des projections. Il est probable que le taux de substitution sera plus faible dans le futur ... les plastiques et l'aluminium ont sans doute atteint leur maturité, leur rythme de progrès technologique diminuant pour devenir comparable à celui de l'industrie sidérurgique ..." ^{48/} ?
Le thème de la substitution entre matériaux est un thème difficile; la disponibilité de bonnes projections en matière d'évolution à long terme des technologies permettrait sûrement une meilleure évaluation des tendances probables...
- Le problème du cycle de vie des biens de consommation dits durables : (automobile, appareils électro-ménagers, etc.). L'augmentation du prix de l'énergie est susceptible d'avoir des conséquences importantes dans ce domaine. Les nouvelles politiques énergétiques entraîneront une modification des modèles et un allègement de leur poids en acier ^{49/}. Qu'à l'avenir, une automobile dure en moyenne 10 ans, au lieu de 5 ne sera pas sans effet non plus sur la consommation d'acier, sur les disponibilités en ferrailles, etc. Il serait souhaitable, à ce propos de pouvoir apprécier l'effet des politiques énergétiques qui seront menées à travers

^{48/} Rapport UNIDO/ICIS, décembre 1976, op. cit. pages 31 et 32.

^{49/} Ainsi la General Motors aux USA paraît considérer comme inéluctable, en raison de la nouvelle politique de l'énergie, la modification des modèles et la diminution de leur poids en métal (voir Interview de Mr. T.A. Murphy - président de la General Motors Co, Times, March 27, 1978)

le monde, en particulier dans les pays grands consommateurs. Procéder à une étude par secteur ne signifie donc pas seulement collecte et intégration de tous les éléments de base, mais aussi mise en route d'un inventaire analytique des différentes variables et des combinaisons de variables qui conditionnent l'évolution de chacun de ces secteurs.

- b) Une deuxième question se pose à propos du choix même des secteurs à étudier en priorité. Les secteurs retenus par l'IISI : véhicules particuliers, véhicules commerciaux, machines et équipements, constructions navales etc., correspondent aux préoccupations et aux priorités des pays développés, ainsi qu'aux secteurs les plus sensibles pour leur consommation d'acier.

Il n'est pas sûr qu'un grand nombre de pays en voie de développement, soucieux d'inventorier les facteurs les plus décisifs pour l'évolution de leur consommation d'acier, soient conduits à choisir les mêmes secteurs. Quels secteurs retiendraient-ils ? Certains pays en voie de développement se sont déjà posé la question, dans la perspective de la création et du développement d'une sidérurgie nationale. Certains ont estimé par exemple^{50/} que le secteur de l'agriculture, celui de la construction, réparti entre : logement, bâtiments industriels et infrastructure, et le secteur de la mécanique constituaient, dans un premier temps, les secteurs prioritaires à analyser.

44. La discussion est largement ouverte sur un terrain de recherche où la prise en compte des points de vue des pays en voie de développement conditionne la validité des méthodes qui seront progressivement mises au point. Dans cette perspective, la satisfaction des besoins fondamentaux de la population (basic needs) est sûrement un des aspects qui conditionnent l'évolution de la consommation (et de la production) d'acier dans de nombreux pays. En effet, si le secteur des voitures particulières ne présente pour l'instant qu'un faible intérêt pour la Haute-Volta, ^{Rép. dém. pop.} Iao ou la République ^{arabe} du Yémen, le secteur de l'agriculture, avec les outils, les machines, les équipements et les infrastructures qu'impliquent sa modernisation, constitue au contraire pour ces pays un secteur hautement prioritaire, très directement lié avec le développement intéressant l'acier et la sidérurgie. Il faut donc mettre en oeuvre des méthodes susceptibles d'en appréhender correctement l'évolution.

^{50/} Par exemple, la Société nationale de sidérurgie, en Algérie, dont les services explorent différentes méthodes de prévision.

45. Une autre méthode est utilisée par plusieurs pays en voie de développement pour projeter à moyen - long terme, l'évolution de la demande d'acier. Il s'agit aussi d'une méthode très globale consistant à estimer que la consommation nationale d'acier à telle ou telle date pourra être mesurée approximativement par la consommation effective d'acier de tel ou tel pays choisi comme repère 10 ans, ou 20 ans ou 15 ans auparavant^{51/}. L'intérêt et l'efficacité d'une telle méthode de rapprochement intertemporel dépend du caractère plus ou moins fondé des analogies existantes entre des économies situées à des étapes de développement plus ou moins distantes. La méthode présente un certain caractère mobilisateur (atteindre une consommation par tête déjà dépassée par d'autres), mais on retrouve, à partir d'un point de départ nouveau, les problèmes liés à la "courbe d'intensité sidérurgique", c'est-à-dire l'hypothèse d'un mouvement de croissance continue passant par un certain nombre d'étapes et de paliers avant d'atteindre un point culminant, approximativement défini dans les travaux de l'IISI par la consommation d'acier des Etats-Unis d'Amérique.

46. La détermination et l'évolution du point culminant posent plusieurs questions :

- a) Est-ce que la consommation d'acier par tête est déjà parvenue (ou presque) à son niveau maximum, aucune augmentation significative ne pouvant être vraisemblablement prévue jusqu'en 2000 ? Dans ces conditions est-il probable que les consommations d'acier de l'Europe et du Japon ne dépasseront pas (si elles l'atteignent) la consommation américaine aussi bien quantitativement que qualitativement (répartition entre produits plats et produits longs, entre aciers ordinaires et aciers alliés et spéciaux) ? Qu'en sera-t-il de la consommation des pays en voie de développement : franchira-t-elle avec retard les différentes étapes d'une courbe de même allure ou bien sera-t-elle, en fonction de priorités originales, différemment rythmée et structurée ?

^{51/} Par exemple : le planificateur du pays en voie de développement. Il estimera que la consommation d'acier par tête de son pays atteindra 250 kg comme l'Espagne en l'année 19.. ou bien le planificateur du pays en voie de développement, que la consommation par tête de son pays atteindra 150 kg comme la Bulgarie, en l'année 19..

- b) La courbe dessinée par l'évolution de la consommation d'acier par tête en URSS va-t-elle plafonner ou bien va-t-elle continuer à s'élever jusqu'en 2000 bien au-delà des 600 kg par tête et par an^{52/} sous l'effet de la haute priorité accordée à l'industrie et aux infrastructures. Dans ce cas, en quoi cette évolution peut-elle servir de référence à long terme pour certains pays en voie de développement ?
- c) Quelle est la signification réelle du sommet de la courbe de l'intensité d'acier, atteint aujourd'hui, par exemple, par les Etats-Unis. Est-ce qu'une phase descendante succède automatiquement à ce point culminant ? On a remarqué à ce propos, à juste titre, qu'aucun pays n'avait encore l'expérience d'une économie parvenue à ce stade. Dans la mesure où l'économie américaine est la seule économie industrialisée du monde dont les infrastructures n'ont pas été détruites par la guerre, elle n'a pas eu à les reconstruire. Le moment ne vient-il pas où il faudra justement entreprendre de telles reconstructions, dans le secteur des transports, dans le secteur de l'énergie, dans toute sa base industrielle... ? La question est posée par un économiste américain^{53/}. Elle élargit singulièrement le champ d'investigation pour la mise au point de méthodes adaptées pour la saisie de l'évolution de la demande d'acier et de l'industrie sidérurgique mondiale.

Vers de nouvelles méthodes de prévision : les tâches prioritaires

47. En 1978, le développement de la crise a profondément transformé la situation; elle montre que les méthodes de prévision habituelles ne sont plus utilisables et qu'il faut en mettre au point de nouvelles. Dans cette perspective de nouvelles priorités doivent être définies aussi bien pour le moyen terme que pour le long terme.

^{52/} Robert U. Ayres, dans le cadre du modèle II de ses projections de la demande d'acier pour 1985 et 2000, donne pour l'URSS: en 1985 : 705 à 790 kg de consommation par tête et en 2000 : 835 à 1 050 kg de consommation par tête - document cité.

^{53/} Article de M. Donald B. Thomson dans Industry Week, cité dans le bulletin de la Société Arbed des 13 et 14 juillet 1978 - No 132 et 133.

Prévision de la demande et évaluation de l'offre dans le moyen terme

48. La mise au point de nouvelles méthodes de prévision et de formules générales exigera du temps. L'évolution de l'industrie sidérurgique mondiale, de la demande et de la production, des investissements et des projets ne s'arrêtera pas pour autant. Une évolution qu'il faut s'efforcer de saisir et, si possible, d'anticiper.

49. Une certaine convergence dégage sur des perspectives 1985 :

- La demande mondiale d'acier, en 1985, sera probablement inférieure à 1 milliard de tonnes; les prévisions - à suivre et à mettre à jour - oscillant entre 960 millions et 1 milliard de tonnes.
- La production d'acier des pays en voie de développement devrait être inférieure en 1985 à 150 millions de tonnes, dans la mesure où les projets susceptibles d'entrer en production à cette date représentent une capacité nouvelle inférieure à 55 millions de tonnes^{54/} (Chine exclue)

50. Dans le contexte actuel où les évolutions sont rapides, où les projets apparaissent, disparaissent ou sont modifiés à plusieurs reprises, la saisie et le traitement de l'information sur les projets et sur les tendances constituent une tâche prioritaire.

Le nouveau président de l'American Iron and Steel Institute faisait remarquer à ce propos que "l'efficacité du fonctionnement de l'industrie sidérurgique mondiale sera meilleure si les informations sur les capacités de production, la production et les échanges sont rapidement mises à la disposition de toutes les parties concernées... car tout le monde est embarqué sur le même bateau"^{55/}.

^{54/} Voir l'article de W.T. Hogan "Future plans in the Third World" Iron and Steel Engineer - novembre 1977, page 26.

^{55/} American Iron and Steel Institute - Press Release, 20 juin 1978.

51. Lorsque la prévision de la demande se heurte dans le court/moyen terme à des obstacles apparemment insurmontables, il est très utile de savoir que l'évaluation de l'offre demeure une chose possible, une bonne connaissance des projets actuels et de leur évolution permettant de situer l'offre 1985 avec une approximation raisonnable. En se dotant des moyens permettant de suivre effectivement l'évolution des projets, le Centre international d'études industrielles, en liaison avec les autres services de l'ONUDI intéressés par l'industrie sidérurgique, apporterait une contribution directement utilisable par les pays en voie de développement, aussi bien que par les partenaires de futures négociations bilatérales ou multilatérales.

La mise au point de nouvelles méthodes de prévision

52. Plusieurs organismes internationaux spécialisés ont entrepris ce travail qui sera difficile et long : l'Institut international de la sidérurgie à Bruxelles, et le Comité spécialisé du CMEA. Le Comité de l'acier de la Commission économique pour l'Europe à Genève, pour sa part, envisage des études dans ce domaine.

Ces organisations spécialisées sont particulièrement bien informées des problèmes qui se posent dans les pays les plus avancés dans la maîtrise de l'industrie sidérurgique.

53. Or, il est très important que les problèmes spécifiques des pays en voie de développement, qui n'ont qu'une sidérurgie embryonnaire ou qui n'ont pas encore de sidérurgie, puissent être posés et intégrés dans les recherches menées pour définir de nouvelles méthodes de prévision de la demande. Il n'est pas inutile de rappeler à ce propos que la population des pays où le revenu par tête était inférieur à \$ 400 (en dollars 1963) et pour lequel on ne dispose pas d'indication sur les coefficients d'élasticité de la consommation d'acier représente environ la moitié de la population du globe. Tous les pays sont concernés par la mise au point de formules générales, mais les pays en voie de développement sont particulièrement intéressés par l'ouverture de voies d'approches concrètes, identifiant les secteurs les plus sensibles en relation, par exemple, avec la satisfaction des besoins estimés fondamentaux.

De ce point de vue, il est souhaitable que l'ONUDI, en liaison avec les organismes spécialisés, puisse contribuer à la prise en considération et à l'intégration de ce type de préoccupation dans les travaux qui sont actuellement entrepris.

54. En cette période où la recherche de nouveaux instruments implique une large confrontation d'expérience il est intéressant de connaître et d'utiliser l'expérience en matière de prévision des pays à économie planifiée, où l'industrie sidérurgique a connu les taux de croissance les plus élevés depuis 30 ans. L'expérience soviétique s'est en effet développée dans les directions suivantes :

- En URSS et dans les autres pays socialistes, la prévision fait partie de la planification socialiste et elle contribue à renforcer le caractère scientifique des plans à long terme.
- La projection de la demande d'acier est fondée sur la collecte des besoins des principales industries nationales consommatrices de métal, telles que mécanique, industrie de la construction, chemin de fer, exportations, etc.
- Dans cette perspective, la demande totale d'acier est déterminée par l'addition de l'ensemble des besoins en métal de toutes les branches de l'économie nationale. Le schéma général de la prévision peut être formalisé comme suit :

$$(Z \vee G \vee F) \longrightarrow P *$$

Deux groupes de facteurs ont une incidence fondamentale sur la projection de la demande en produits sidérurgiques^{56/} :

1. Ces facteurs permanents qui se traduisent par un accroissement ou une diminution de la demande en fonction du développement des industries mécaniques, des industries de la construction, du progrès technique, etc.

* Z = ensemble de concepts relatifs aux tendances de l'évolution du secteur intéressé.

G = Ensemble d'hypothèses scientifiques et appréciations concernant l'orientation possible de l'évolution de la demande et ses différentes connections.

F = Ensemble de concepts relatifs aux facteurs déterminants et aux conditions favorisant l'accélération de ralentissement de la croissance.

P = Prévisions : conclusions et recommandations.

^{56/} R.G. Kamalov, A.A. Schitikova "Forecasting of Steel demand" CCRIITES of State Committee of the Council of Ministries of the URSS on material supplies - 1975. Voir aussi German D. Surguchov, "Problem-Oriented Modeling in Industrial Technology: The Steel Industry", Technological Forecasting, Social Change Volume 12, No 2/3 Août 1978.

2. Des facteurs conjoncturels dont l'action est épisodique tels que : la situation internationale, les changements dans les relations économiques avec l'extérieur, l'apparition de nouveaux objectifs économiques et sociaux, etc. Ces facteurs affectent le taux de croissance de toutes les branches de l'économie ainsi que le volume de la consommation des produits sidérurgiques.

Les lois et les tendances régissant l'évolution de la consommation d'acier peuvent être établies à l'aide d'études détaillées de la consommation actuelle de ces produits dans l'économie nationale.

De nombreux rapports ont été récemment publiés en URSS traitant de différents aspects de la projection de la demande d'acier et en particulier de la demande à long terme.

La projection de la demande^{57/} est fondée sur leur méthode par extrapolation dont les résultats sont ensuite discutés par un groupe d'experts. Le modèle considère que le revenu national (à partir des prix 1965) est une variable indépendante. Les hypothèses sur lesquelles les principales conclusions et calculs sont fondés sont les suivantes :

- Avec une moyenne de production de 500 kg d'acier par tête l'économie soviétique devrait être touchée par ce qu'on pourrait appeler un phénomène de saturation d'acier, conduisant à une baisse de la consommation spécifique d'acier par unité de produit (en terme de produit national net). Cela se traduira, au cours des années prochaines par un ralentissement du taux de croissance de la production.
- Il serait nécessaire par ailleurs de mettre en relation ce processus non seulement à la production moyenne (ou à la consommation) par tête mais aussi à la modification du stock national d'acier disponible par tête^{58/} dans la mesure ou à l'avenir, la nature des besoins à long terme de l'économie nationale en acier sera fortement conditionnée par le degré de saturation en produits sidérurgiques atteint par l'économie nationale, c'est-à-dire par l'importance du stock d'acier déjà constitué dans le pays. Le meilleur indice permettant de mesurer ce degré de saturation atteint dans un pays donné est probablement le "stock d'acier par tête"^{58/}.

^{57/} B.N. Michalevsky, Y.P. Solovjev "Economy and Mathematic Methodes 1968 IV issue 3.

^{58/} P.A. Shirgaev, A.M. Poljak "Steel consumption in the USSR - Metallurgia 1970.

Quand il s'agit de projections à long terme (plus de 10 ans) la valeur de la production (et de la consommation) doit être prise en compte ainsi que l'évolution du progrès technique et les changements structurels affectant l'économie globale et l'industrie sidérurgique en particulier.

55. On constate que les planificateurs soviétiques introduisent dans la mise en oeuvre de leurs prévisions deux éléments originaux :

- La prise en compte, non seulement de la consommation (et de la production) par tête mais également de la notion de stock national d'acier et de stock national par tête.
- Les interréactions entre la demande d'acier et l'offre.

Mais les économistes soviétiques paraissent butter sur les problèmes considérables posés aujourd'hui par les prévisions à très long terme; en cela ils sont affrontés aux mêmes difficultés que tous les prévisionnistes à l'heure actuelle à travers le monde.

4. La prospective du secteur

56. On constate aujourd'hui que la méthode de prévision de la demande d'acier qui fonctionnait jusqu'à la crise était fondée sur un tout petit nombre de variables, autour d'une variable centrale : le produit national par tête. La relative pauvreté de ce modèle n'a pas été gênante, tant qu'elle a été masquée par un mouvement long de croissance régulière. La mise en cause actuelle de la validité de la méthode conduit à s'interroger sur la relation de la sidérurgie avec son environnement ainsi que sur la saisie de la sidérurgie elle-même comme réalité complexe.

57. La crise met en lumière la relation étroite existant entre la sidérurgie et l'environnement^{59/}. Celui-ci comprend les différents composants des économies nationales mais aussi ceux d'une économie qui devient internationale, où le produit national, global ou par tête n'est pas la seule grandeur intéressante, mais où il faut également considérer la formation brute de capital fixe; la répartition du produit national entre les grands

^{59/} Voir à ce propos "World Economic Survey 1977" United Nations Economic and Social Council - E/1978/70 - 26 mai 1978. "Pour la plupart des pays - en voie de développement aussi bien que développés - il apparaît que les perspectives sont profondément dépendantes de facteurs externes..." minicographed p.1.

secteurs d'activité, la structure de l'industrie manufacturière, la place occupée par la production de biens d'équipement, ou par certains services tels que l'engineering... Il faut tirer toutes les conclusions de la constatation faite que la sidérurgie n'est pas une oasis isolée, ni même une réalité quasi autonome reliée par un seul lien avec le mouvement de l'économie globale.

58. La sidérurgie constitue par ailleurs un système complexe, où les diverses qualités d'acier s'entrecroisent avec la gamme des produits et la très grande variété des utilisations des clients.

Le tableau No 4 ci-après^{60/} donne une idée de ces entrelacs. Mais pour que celui-ci rende moins imparfaitement compte de la structure de cette industrie, il faudrait faire apparaître également les ressources et les filières techniques, les tailles et les problèmes de financement, les facteurs liés à l'organisation, au marché extérieur, etc. Des interrelations simulaires sont indiquées pour l'URSS, la Hongrie, la Pologne et la Tchécoslovaquie dans une étude de la CEE.

59. La multiplicité des facteurs rend possible un grand nombre de combinaisons alternatives : cela indique la richesse de la matière pour la confection de scénarios^{61/} intégrant selon diverses dynamiques, les enchaînements structurés de facteurs.

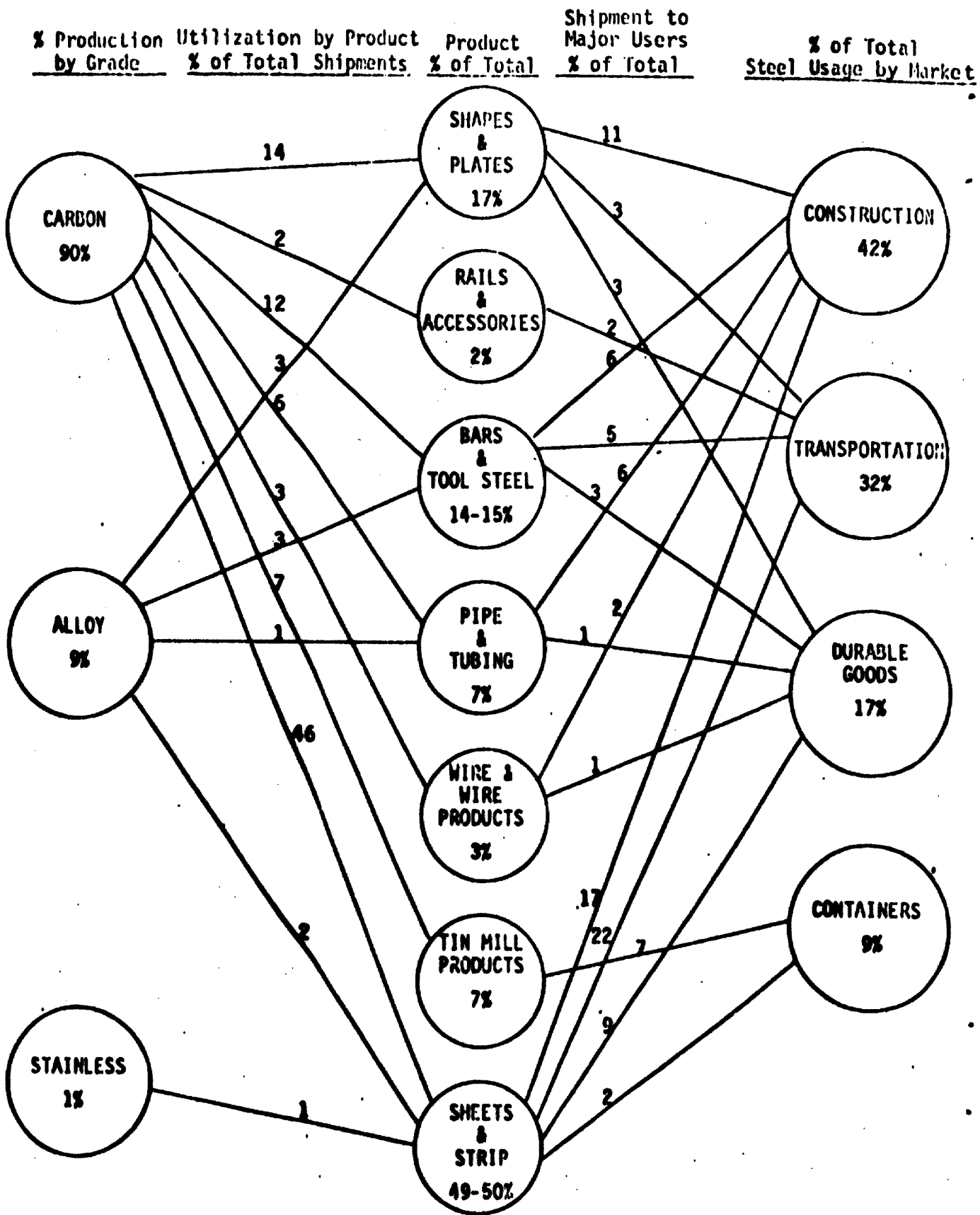
60. La polarisation sur la demande et sur sa prévision risque de mutiler la réalité complexe de cette industrie. Il existe certes une contrainte de la demande c'est-à-dire une contrainte du marché; on ne peut négliger pour autant -l'exemple des sidérurgies de l'URSS des pays socialistes de l'Est le prouve- ce qui a pu être appelé "l'activisme de l'offre"^{62/}. Cela procède simplement de la constatation que les mouvements qui affectent l'économie ne relèvent pas exclusivement de la tendance comme expression d'une sorte de fatalité qui submerge de manière inéluctable les agents économiques : entreprises, économies nationales ou économie mondiale.

^{60/} Tiré de Robert U. Ayres, document cité.

^{61/} Afin d'éviter toute équivoque dans l'acception du terme "scénario" qui est souvent usé dans des sens différents, on retiendra pour cette étude la définition suivante : "ensemble formé par la description d'une situation future et des événements qui permettent de passer de la situation origine à la situation future". Jean-Claude Bluet et Josée Zémos : Prospective géographique, méthode et direction de recherches - METRA, Vol. IX, No 1 - 1970.

^{62/} Expression de Fr. Perroux dans "L'Economie du XXème siècle", PUF, Paris, 1969.

Diagram No 4 STEEL PRODUCT DIFFERENTIATION AND DEMAND IN THE U.S.
 (Derived from 1976 shipments, net tons)



Les différents agents économiques sont également des acteurs capables de faire des projets, de prendre des décisions, de déclencher des actions qui contribuent à modeler l'avenir. Ni la sidérurgie soviétique, ni la sidérurgie coréenne, ni la sidérurgie brésilienne ne sont le fruit de la "tendance" même si elles ont dû s'insérer dans un réseau de contraintes et parfois composer avec elles.

61. Il n'y a pas un futur mais des futurs. On peut distinguer le "futur dominant" et le "futur dominé"^{63/}. On entend par là les tendances du passé à dominer l'avenir, et les possibilités de dominer le futur. C'est ainsi qu'on peut définir :

- a) Le "futur tendanciel" le futur est déduit de la tendance du passé - toutes choses égales par ailleurs". Le postulat implicite est que l'avenir sera déterminé par les mêmes variables, dans les mêmes proportions, la même intensité et selon le même rythme que par le passé. C'est le domaine des projections.
- b) Les "futurs possibles" les futurs sont déduits des facteurs passés, présents et de ceux pouvant se manifester durant la période considérée. Les possibles s'écartent du tendanciel. L'avenir sera un mélange de changements dans la composition et le jeu des variables et d'inflexions susceptibles d'être provoquées par les acteurs (ou agents).
- c) Le ou les "futurs normatifs". L'image du futur correspond à la situation où un ou des objectifs sont supposés réalisés conformément à la volonté, aux intérêts, souhaits ou besoins d'un ou de plusieurs acteurs. L'avenir est téléologique. Dans ce sens les objectifs de Lima sont un futur normatif.
- d) Le "futur probable". Les futurs réalisables sont délimités par rapport aux possibles compte tenu des contraintes existantes. Le futur probable est sélectionné en fonction des probabilités des événements, des interactions des variables et des jeux des agents. Le probable n'est pas un futur inerte et fataliste. Il résulte d'un mixte de possibles et d'interventions normatives.

Ces conceptions du futur ont une signification.

Le "futur tendanciel" conduira à l'identification d'un avenir unique et présentant l'apparence de la certitude. Bien que l'image tendancielle du passé soit utile, cette méthode ne ressort pas de l'approche

^{63/} Bertrand de Jouvenel - L'art de la conjecture - Editions du Rocher - Monaco 1964.

prospective. Les futurs "possibles", "normatifs", "probables", par contre, résultent d'une conception selon laquelle l'avenir prévisible est multiple et indéterminé. "C'est de la confrontation des différents acteurs en présence et de leurs projets que naît tel ou tel futur"^{64/}.

62. Il s'ensuit que la réalité future à moyen terme est d'une certaine façon connaissable, anticipable (futur probable) et qu'il existe, sur cette base, un champ ouvert à la négociation de coopérations bilatérales ou multilatérales (entre les futurs "probable" et "normatif").

63. Sans mettre en cause l'intérêt de la prévision de la demande, il est dans ces conditions nécessaire de la "situer" en remarquant que faire de la prévision et construire de nouvelles méthodes de prévisions ne dispense pas d'une démarche plus prospective. S'il est devenu impossible de faire des prévisions de la demande à long terme (2000 ou 1990), il demeure d'actualité de développer des objectifs prospectifs à long et à très long terme sur les horizons 1985, 1990 et 2000. C'est dans cette perspective que continuent à se situer les objectifs définis à Lima. Leur réalisation suppose en effet non pas une convergence de tendances mais bien une transformation des arrangements permanents (structures) qui caractérisent aujourd'hui l'industrie sidérurgique mondiale.

64. Cela implique, entre autres choses, une organisation de l'information orientée de manière prioritaire vers la saisie de toutes les données susceptibles d'éclairer non seulement l'amélioration des voies traditionnelles de la sidérurgie mais surtout d'anticiper sur toutes les possibilités clairement acquises ou encore seulement esquissées, le long des filières nouvelles, en particulier autour des points les plus sensibles sous l'aspect de la taille, de la qualité du produit, du coût, de la nouveauté de l'impact, etc. Le schéma proposé en annexe No 1^{65/} permet de situer ces points sensibles et d'apporter ainsi une aide pour une structuration de l'information située dans une démarche prospective pour la promotion de l'industrie sidérurgique mondiale.

^{64/} Michel Godet - Crise de la prévision - essor de la prospective, exemples et méthodes. PUF - L'économiste - 1977.

^{65/} Robert U. Ayres, op. cit. "Materials - process Flows in Iron and Steel Industries".

65. En résumé, la prévision à long terme de l'évolution de l'industrie sidérurgique est une vraie question. Mais est-ce le vrai problème ? Le vrai problème pour sortir de l'impasse des prévisions apparaît davantage de s'orienter vers la prospective, c'est-à-dire la méthodologie partant de l'analyse des structures du secteur et de son environnement et de la dynamique des stratégies des acteurs.

C. Les acteurs et les stratégies

66. La sidérurgie est une vieille industrie; elle a une longue histoire depuis l'invention du haut-fourneau à coke en Grande-Bretagne dans la deuxième moitié du XVIII^e siècle. Au cours des deux siècles qui se sont écoulés depuis cette époque, le centre de gravité de l'industrie mondiale s'est déplacé à plusieurs reprises ainsi que l'indique le tableau No 5 ci-après.

67. La Grande-Bretagne a constitué pendant un siècle le premier centre mondial de production sidérurgique et d'exportation. Les Etats-Unis ont pris le relais; ils ont détenu à la fin de la Seconde Guerre mondiale une supériorité absolue. La production de l'URSS a dépassé depuis quelques années la production américaine; tandis qu'entre 1960 et 1975 la sidérurgie japonaise s'affirmait comme la plus dynamique et tendait à rattraper également la sidérurgie américaine.

L'apparition et le développement de la sidérurgie dans les pays en voie de développement constitue dans les années 70 le facteur nouveau qui est loin d'avoir encore déroulé ses potentialités.

68. Il importe donc de s'intéresser aux différents acteurs de l'industrie sidérurgique mondiale, de situer leurs positions et d'analyser leurs stratégies afin d'éclairer si possible les termes d'une négociation et les éléments d'une coopération.

Les acteurs se répartissant dans un premier temps en pays développés, d'une part, et en pays en voie de développement, d'autre part.

1. Les pays développés

a) Le groupe des pays à économie planifiée

i) L'URSS et les pays de l'Est européen

69. A la différence des pays développés à économie de marché, la production sidérurgique de l'URSS et de l'Europe de l'Est n'a pas cessé de croître au cours de la période 1974-1977. Son rythme de croissance s'est un peu ralenti : 3 % par an en moyenne; le ralentissement a été plus marqué en URSS : 1,5 % entre 1976 et 1977, mais on estime généralement que cette situation se redressera au cours des années suivantes^{66/}.

^{66/} Plusieurs pays ont fourni à la C&E des prévisions nationales pour 1981 - 85 et 1986 - 90 (Tchécoslovaquie, Hongrie, Pologne, URSS).

Tableau No 5

Evolution historique de la production sidérurgique

Production en % du total					
	CEE (1)	UK	USA	Japon	URSS
1870	30,6	37,4	16,2		2,7
1880	31,0	26,8	27,5		4,0
1890	25,9	26,0	32,4		3,4
1900	26,3	17,5	35,4		6,2
1910	27,0	12,0	43,6		4,7
1920	20,3	13,4	59,8	1,1	5,1
1930	31,9	7,8	43,5	2,4	8,3
1940	20,5	9,3	42,9	4,8	12,9
1945	4,2	10,5	63,4	1,7	10,7
1950	16,5	8,6	47,1	2,5	14,2
1955	19,2	7,4	39,3	3,5	16,7
1960	21,0	7,1	26,4	6,4	18,8
1965	18,7	6,0	26,7	9,0	19,8
1966	17,9	5,2	26,3	10,1	20,4
1967	18,0	4,9	23,7	12,5	20,5
1968	18,6	5,0	23,0	12,6	20,1
1969	18,6	4,7	22,8	14,3	19,2
1970	18,9	4,9	21,1	16,1	20,0
1971	18,4	4,3	19,9	15,7	21,4
1972	18,6	4,2	20,3	15,9	20,6
1973	18,3	4,0	20,8	17,8	19,6
1974	19,4	3,3	19,8	17,1	19,9
1975	16,9	3,2	17,6	16,5	22,8

Sources : Office statistique des communautés européennes.
 Statistisch Jahrbuch Wirtschaftsvereinigung Eisen und Stahl industrie.

(1) CEE à 6.

Une grande compagnie américaine, estime, par exemple, que la production devrait évoluer de la manière suivante :

	<u>En millions de tonnes</u>		
	<u>1975</u>	<u>1985</u>	<u>2000</u>
URSS	141,3	188,0	250,0
Europe de l'Est	54,3	87,0	134,8

D'autres observateurs s'appuyant sur le ralentissement de la production : 6,6 % de croissance entre 1972 et 1973; 3,2 % entre 1973 et 1974; 3,0 entre 1974 et 1975; 2,6 % entre 1975 et 1976; estiment que la progression future sera beaucoup plus modeste que jusqu'à maintenant.

De toute façon l'URSS est devenue la première puissance sidérurgique mondiale. L'URSS dispose de tous les facteurs nécessaires à la poursuite d'une expansion rapide. Elle possède d'énormes réserves de minerai de fer à haute teneur, de charbon à coke, de charbon pauvre, de gaz naturel, mais aussi de très grandes ressources forestières et hydroélectriques. De plus, elle dispose des moyens d'appliquer l'énergie nucléaire à la sidérurgie.

L'expansion de la sidérurgie soviétique constitue la base de l'industrialisation et de l'intégration de son économie. La production de la sidérurgie soviétique est destinée en priorité à satisfaire la demande interne. L'URSS importe des produits sidérurgiques : tubes, tuyaux et autres; tandis qu'elle développe un courant d'exportation (vers l'Europe) tendant à équilibrer les importations. L'URSS est en mesure d'offrir une gamme diversifiée de services d'engineering et d'équipements sidérurgiques qui en fait un partenaire important des pays en voie de développement pour la construction de leur industrie sidérurgique.

70. Les pays de l'Est européen. République démocratique allemande, Pologne, Tchécoslovaquie, Hongrie, Roumanie, Bulgarie, ont créé de toutes pièces (Bulgarie) ou développé à vive allure (les autres pays) leur industrie sidérurgique depuis la fin des années 40. Pologne, Tchécoslovaquie, Roumanie, figurent aujourd'hui parmi les quinze premières puissances sidérurgiques du monde. Sauf la Pologne dotée de très importantes réserves de charbon à coke et

la Roumanie assez bien pourvue en gaz naturel et en pétrole, les autres pays doivent compter largement sur l'URSS ou sur d'autres sources d'approvisionnement pour la satisfaction de leurs besoins en minerai de fer ou en charbon à coke. Toutefois, les réserves de charbon pauvre sont importantes en RDA et dans les pays balkaniques et permettent l'usage de charbon non cokeifiable.

Pologne, Tchécoslovaquie, Hongrie et Roumanie sont devenus exportateurs de produits sidérurgiques, tandis qu'en Bulgarie, le développement de la sidérurgie a eu tendance à suivre plutôt qu'à précéder le mouvement général de développement de l'économie et, en particulier, de la mécanique.

Il ne semble pas, jusqu'à maintenant, que ces pays soient en mesure de proposer des fournitures complètes d'équipements pour la sidérurgie ni les services d'engineering correspondant à des contrats de type "clefs en main". Leurs capacités de construction d'équipements lourds, parfois très développés (Tchécoslovaquie, Pologne) interviennent en général dans le cadre d'opérations de sous-traitance en liaison avec l'URSS (ou parfois avec des fournisseurs occidentaux). Par contre, plusieurs pays socialistes de l'Europe de l'Est dont : Pologne, Roumanie, sont particulièrement actifs dans le domaine des projets et des aménagements miniers.

ii) Le rôle des pays à économie planifiée dans le développement de l'industrie sidérurgique de pays en voie de développement

71. Les pays à économie planifiée ont déjà joué un rôle actif dans le développement de l'industrie sidérurgique de plusieurs pays en voie de développement et ont contribué à la création de nombreuses unités de production.

Il s'agit, en général, d'unités sidérurgiques de taille moyenne (ou grande) fabriquant des produits longs aussi bien que des produits plats conçus suivant le schéma moderne de la filière classique; haut fourneau, convertisseur LD, souvent coulée continue, etc...

72. Les pays à économie planifiée sont en général prêts à envisager et à négocier l'absorption de surplus temporaires dégagés par les unités nouvelles qu'ils ont contribué à construire, dans la mesure où de tels surplus demeurent marginaux par rapport aux dimensions croissantes de leurs marchés.

73. Le développement rapide de la sidérurgie des pays de l'Europe de l'Est conduit ces pays à s'intéresser à de possibles approvisionnements. Il en est ainsi des approvisionnements en charbon à coke; mais dans ce domaine, les pays en voie de développement n'ont rien à leur proposer^{67/}. En ce qui concerne les approvisionnements en minerai de fer, il y a longtemps que des courants d'échange existent depuis certains pays africains et latino-américains vers la Roumanie, la Bulgarie, la Yougoslavie et la Pologne. Le contrat qui a été conclu entre la Pologne et le Brésil^{68/}, qui échangent sur une période de plus de dix ans charbon à coke polonais contre minerai de fer à haute teneur brésilien est significatif d'un type d'accord qui aura probablement tendance à se généraliser au cours des années prochaines.

74. Il faut enfin souligner l'expérience qu'ont accumulée au cours des trente dernières années les pays socialistes de l'Europe de l'Est dans le domaine de la construction et de la gestion d'unités sidérurgiques. Cette expérience est forte de la création de plus de 40 millions de tonnes de capacité annuelle : unités "côtières" de grandes dimensions de type Galatzi (Roumanie), unité de petites dimensions plusieurs fois remodelées de type Pernik (Bulgarie) aussi bien qu'unités moyennes; unités très spécialisées ou à production très diversifiée, etc. Une telle expérience, dans sa variété, est susceptible de fournir des indications et des enseignements utiles aux pays en voie de développement sur les entrées et les voies possibles à suivre à partir de conditions extrêmement variées, en particulier pour des économies de dimensions moyennes.

b) Le groupe des pays à économie de marché

i) Les composantes du groupe

75. L'industrialisation et l'histoire de la sidérurgie sont étroitement liées dans les pays industrialisés d'économie de marché. Ceux-ci ont donc été à la source des innovations technologiques majeures. Bien évidemment ils ont joué et jouent un

^{67/} Sauf tout à fait rare exception - par contre la Roumanie a récemment fait l'acquisition d'une mine de charbon à coke aux Etats-Unis.

^{68/} Financial Times du 17 juillet 1978

rôle essentiel dans le transfert des industries et des technologies vers les pays en développement auxquels ils peuvent procurer toute la gamme désirée de l'assistance technique.

Les pays développés à économie de marché, qui appartiennent à l'OCDE sont dominés par trois pôles : les Etats-Unis, la Communauté économique européenne et le Japon; la capacité de production de chaque ensemble représentant de 150 à 200 millions de tonnes d'acier.

Les industries sidérurgiques de ces trois ensembles ont investi des sommes à peu près semblables entre 1957 et 1976 pour le renouvellement, la modernisation et l'extension de leurs capacités :

En milliards de dollars des Etats-Unis

34,8 aux Etats-Unis^{69/}
29,7 dans la CEE
26,9 au Japon

Mais alors qu'il en a résulté une augmentation de la capacité de production sidérurgique de 34 % aux Etats-Unis (de 119 et 156 millions de tonnes), l'augmentation a été de 979 % au Japon (de 14 millions en 1956 à 151 millions de tonnes en 1976). Alors que plus de 100 millions de tonnes de capacités supplémentaires provenaient, dans le cas du Japon, d'installations entièrement nouvelles, ce type d'installations ne contribuait que pour 11 millions de tonnes à l'augmentation des capacités de la sidérurgie américaine^{70/}.

Cela explique que, tandis que la part des pays développés à économie de marché dans la production sidérurgique mondiale se réduit régulièrement, la sidérurgie japonaise n'a cessé d'affirmer son dynamisme au sein du groupe.

Tableau No 6

Parts respectives dans la production sidérurgique mondiale

	<u>1965</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>
USA	26,1	17,0	16,8
CEE	24,9	19,7	19,7
Japon	9,0	15,7	15,2
Reste du monde	<u>40,0</u>	<u>47,6</u>	<u>48,3</u>
Total	100	100	100

^{69/} "Steel Industry Economics" by Hans Mueller and Kiyoshi Kawahito Japan Steel Information Center - April 1978 page 5. Il semble que le chiffre américain comprenne également des investissements effectués dans les mines ou ailleurs par les sociétés sidérurgiques, ce qui rend les chiffres probablement encore plus comparables

^{70/} H. Mueller and K. Kawahito op.cit.

76. En dehors de ces trois pôles, le groupe comprend les autres pays européens pays de vieille tradition sidérurgique comme la Suède et l'Autriche ou pays où la sidérurgie a pris un essor plus récent: Espagne, Finlande, Turquie

77. Le groupe comprend enfin les autres pays non européens; Canada, Australie, Afrique du Sud où l'avenir de l'industrie sidérurgique s'appuie sur de très abondantes ressources en minerai de fer et en charbon à coke...

ii) Le modèle japonais et les producteurs non intégrés

78. La sidérurgie japonaise, bien que largement dépourvue de matières premières a atteint en vingt ans un tel degré d'efficacité et de compétitivité que certains commentateurs ont pu émettre l'opinion qu'elle occupait pratiquement une position "d'arbitre" dans le débat mondial.

Il n'est pas étonnant, dans ces conditions, que la sidérurgie japonaise ait servi, depuis 15 ans, de modèle et de repère à la plupart des grandes sidérurgies mondiales. Le Japon a dû organiser l'importation du minerai de fer et du charbon à coke nécessaire au fonctionnement de ses usines. Pour ce faire, les sociétés japonaises ont construit sur les côtes, parfois sur des terrains gagnés sur la mer, des installations de très grandes dimensions. Ces unités, dont la capacité s'élève jusqu'à 15 millions de tonnes par an, sont organisées autour de hauts fourneaux géants ^{71/} ajustés aux capacités des aciéries, des machines à coulée continue et des laminoirs. Ces installations sont le résultat d'une systématisation à grande échelle de schémas empruntés à la sidérurgie américaine ^{72/}; elles sont orientées en priorité vers la fabrication de produits plats, suivant des processus qui tendent à devenir continus et progressivement automatisés ^{73/}.

79. C'est dans cette direction qu'ont évolué les principales sidérurgies mondiales au cours des années 60 et des premières années 70. Elles ont eu tendance à abandonner la proximité des anciens gisements de fer et de

^{71/} 10.000 jusqu'à 14.000 tonnes de fonte par jour

^{72/} Les premiers trains à larges bandes pour le laminage à chaud en continu des tôles ont fait leur apparition aux Etats-Unis dans les années 20.

^{73/} En 1975, la sidérurgie japonaise utilisait 381 ordinateurs de process, dont 53 pour la production de la fonte (hauts fourneaux) et 186 pour le laminage (voir Japan's Iron and Steel Industry - 1976).

charbon pour aller s'établir "sur l'eau" sous forme d'unité de grande capacité, de 3 à 10 millions de tonnes: à Gent, à Dunkerque, à Fos, à Sagunto, à Taranto, à Galatzi, à Annaba, à Iskenderun etc. .. afin d'être bien situées pour importer les matières premières et pour exporter les tôles produites.

80. Toutefois, la priorité accordée par les grandes sidérurgies de l'Ouest à l'installation d'unités de grande taille orientées vers la production de masse de produits plats a laissé un créneau inoccupé; un créneau que sont en train d'occuper un nombre croissant de producteurs non intégrés ou semi-intégrés. Ces producteurs, qui limitent en général leurs fabrications aux ronds à béton et aux fers marchands de petites dimensions mais qui semblent commencer à mordre sur la fabrication de certains produits plats, se sont multipliés non seulement en Italie dans la région de Brescia (d'où l'appellation qui leur est souvent donnée de "Bresciani") mais également aux Etats-Unis, en Espagne, au Danemark, en Grèce, au Japon, en Grande Bretagne. Ces producteurs jouent sur la petite taille: en général de 50 à 200.000 tonnes ils ont mis à profit les performances accrues du four électrique à haute puissance; ils profitent, de plus, de l'avantage résultant des prix très bas de la ferraille pour s'imposer au détriment des "grands" dans les secteurs où ils s'installent. En Italie, les grands groupes sidérurgiques ont déjà pratiquement abandonné aux "Bresciani" la production du fer à béton; en Grande Bretagne, les débouchés de la B.S.C. sont menacés dans ce domaine. Plus généralement, les mini-acieries pèsent fortement sur le marché européen des produits longs, tandis qu'aux Etats-Unis, les producteurs non intégrés sont devenus "une des composantes du marché", d'autant plus importante que les prix de la ferraille sont bas.

iii) La crise et la compétition

81. La crise de l'industrie sidérurgique a provoqué particulièrement depuis deux ans des controverses opposant entre eux les trois grandes sidérurgies des pays développés à économie de marché: sidérurgie américaine aux sidérurgies européenne et japonaise d'une part ^{74/}; sidérurgie européenne (CEE) à sidérurgie japonaise et aux autres sidérurgies européennes, d'autre part.

82. Les sidérurgies des pays développés à économie de marché sont en effet les sidérurgies les plus fortement impliquées dans les échanges internationaux de produits sidérurgiques.

^{74/} La polémique est parfois fort vive. C'est ainsi que M. Lewis Foy, président de l'institut américain du fer et de l'acier accuse de dumping les producteurs d'acier de la CEE exportant aux USA et réclame une enquête du Trésor américain. Le Monde, 3-4 septembre 1978

Tableau No 7
Participations aux exportations mondiales
(à l'exclusion du commerce intrabloc (intra CEE ou intra CMEA))

	1970	1973	1976
	%	%	%
USA	11.1	5.1	2.9
Japon	30.4	34.3	42.8
CEE	32.6	37.1	27.8
CMEA	9.6	8.1	8.2
Reste du Monde	16.3	15.4	18.7
TOTAL	100.0	100.0	100.0

Source : Statistiques du commerce mondial de l'acier ONU/CEE

Cela se traduit actuellement par une compétition des plus vives où le Japon joue un rôle déterminant.

83. Mais où il faut également tenir compte de réalités nouvelles :

- L'arrivée sur le marché de nouveaux exportateurs :

République de Corée, Espagne, Finlande, Australie et quelques autres pays, dont le dynamisme permet l'attaque directe des marchés sidérurgiques européens et américains en même temps que le grignotage des débouchés extérieurs traditionnels de la sidérurgie européenne.

- La pression exercée par les producteurs non intégrés ou semi-intégrés qui tendent à déposséder les grands groupes sidérurgiques européens du contrôle relativement étroit qu'ils exerçaient sur leur marché national en termes de prix et d'approvisionnement^{75/}; si bien qu'au moment où les surcapacités de production s'élevaient une société sidérurgique étrangère construit en Grande Bretagne une unité de production de 1 million de tonnes et qu'un lamineur privé britannique s'approvisionne en billettes au Canada^{76/}.

- Le rôle croissant des marchands de fer (commerçants en produits sidérurgiques) qui tendent à devenir les conseillers techniques de leurs clients, d'une part, et qui tendent à jouer de plus en plus fréquemment sur les possibilités (prix) ouvertes par l'importation, d'autre part^{77/}.

^{75/} Nombreux échos à ce sujet dans le Financial Times, le Nouveau Journal, Business Week, etc.

^{76/} Financial Times du 6 juin 1978.

^{77/} Près de 15 % de ces "marchands de fer" seraient contrôlés aux Etats-Unis par des sidérurgistes étrangers, en particulier par les Japonais.

C'est dans ce contexte de compétition aiguë qu'il faut situer l'évolution des stratégies s'inscrivant dans un processus de "redéploiement" de l'appareil productif sidérurgique.

iv) Le redéploiement

84. Les pays d'économie de marché ont joué un grand rôle dans le passé pour le développement de l'industrie sidérurgique de pays en développement. Mais avec le "redéploiement" il paraissait qu'il s'agissait d'une opération d'une toute autre envergure. En fait au cours des dernières années, les orientations prises successivement par ce processus se sont révélées contradictoires. D'où l'intérêt d'en faire une analyse suivie afin d'en dégager, si possible, la signification.

Premières esquisses et annonce d'un vaste mouvement de redéploiement

85. Durant la période de croissance soutenue de la production sidérurgique, jusqu'en 1973-1974, les sidérurgistes japonais ne sont montrés beaucoup plus actifs que leurs concurrents européens et américains pour participer, sous forme d'investissement direct, d'assistance technique ou de fourniture de demi-produits, à la constitution d'un réseau d'unités de production relevant directement de la sidérurgie ou de la première transformation des métaux, en Asie du Sud Est, d'une part^{78/} et dans un certain nombre de pays africains, d'autre part^{79/}.

86. Il a semblé, par contre, au moment de l'expansion rapide de la production en 1973-1974 qu'un grand mouvement d'ouverture se dessinait. Sidérurgistes japonais et sidérurgistes Ouest-allemands déclaraient alors par exemple qu'il devenait difficile d'envisager à terme la construction de nouvelles installations sidérurgiques sur des espaces nationaux en voie de saturation, sans risquer de dépasser les seuils supportables de pollution.

Les déclarations aussi bien que les nombreux projets évoqués donnaient l'impression qu'une délocalisation systématique allait être entreprise en direction de pays disposant de minerais riches, de ressources énergétiques abondantes et à bon marché ou tout simplement d'espace.

87. Les zones visées étaient, entre autres:

^{78/} En Thaïlande, aux Philippines, en Malaisie, en Indonésie, etc.

^{79/} Afrique de l'Est ou Afrique de l'Ouest: galvanisation de tôles, production de tubes etc.

- Le Brésil - grand producteur de minerai de fer où plusieurs projets étaient envisagés entre producteurs brésiliens de minerai (CVRD^{80/}) et sidérurgistes japonais, Ouest-allemands et italiens
- Les Antilles où le projet Trinidad était lancé avec la participation japonaise et Ouest-allemande
- L'Australie, avec les sidérurgistes américains japonais et Ouest-allemands
- Le Canada avec une participation japonaise.
- La Méditerranée et le Moyen-Orient, avec les grands projets d'Iran, de Turquie, d'Espagne ainsi qu'avec les projets fondés sur la réduction directe du minerai de fer par le gaz naturel localisés. A Qatar, Arabie Saoudite, Abou Dhabi, Koweït, Egypte, Lybie, Tunisie .. Le projet tunisien était représentatif de cette catégorie de projets: du minerai de fer brésilien fourni par la CVRD devait être réduit dans le Sud de la Tunisie à partir de gaz naturel tunisien; l'éponge de fer obtenue devait être transformée en acier dans un pays d'Europe du Nord. Le projet était patronné à la fois par des sociétés originaires du Japon, de la République Fédérale d'Allemagne et du Brésil.

Le coup d'arrêt et le "reflux"

88. La récession profonde de 1975 a rapidement modifié ces perspectives. La question du redéploiement ne figurait plus - sinon sous forme d'allusion - à l'ordre du jour de la conférence annuelle de l'I.I.S.T. d'octobre 1975.

89. Par contre, on pouvait faire à ce moment les constatations suivantes:

- dans la zone méditerranéenne et moyen orientale, plusieurs projets étaient soit purement et simplement abandonnés: projets patronnés par la Société Itoh en Tunisie et en Egypte, soit mis en veilleuse: projet d'Abu Dhabi, grand projet d'Arabie Saoudite

^{80/} "Compañia Vale de Rio Doce" Société d'Etat pour l'exploitation des minerais de fer.

- Au Brésil, les sidérurgistes japonais se retiraient du projet Itaquí (Kawasaki Steel), d'un des projets Tubarão (Kobe Steel), ainsi que d'un deuxième projet Itaquí (Nippon Steel).
- Les sidérurgistes japonais se retiraient également du projet sidérurgique de Trinidad
- En Australie, le groupe germano-hollandais Estel se retirait du projet de construction d'une usine géante.

90. En revanche, les sidérurgistes des pays développés semblaient esquisser un mouvement de "retour vers le Nord", que les obstacles dressés par la pollution et par la pénurie d'espace paraissaient rendre impossible quelques mois auparavant.

91. On pouvait en effet, recenser des projets intéressants:

- L'extension des installations d'Estel à IJmuiden aux Pays-Bas^{81/}
- L'extension des installations du groupe Roehling en Sarre^{82/}
- L'accélération du rythme des investissements dans la sidérurgie japonaise^{83/}
- L'augmentation des capacités de production aux Etats Unis afin de passer de 157 millions de tonnes en 1975 à 180-185 millions de tonnes en 1980^{84/}. Ces projets portant, entre autres, sur une installation entièrement nouvelle^{85/}
- L'accélération de la construction d'unités utilisant le procédé de réduction directe en Espagne^{86/} en République Fédérale d'Allemagne^{85/} et en Grande Bretagne.

Cela traduisait, au moins dans le moyen terme, un mouvement des sidérurgies du "Nord" pour regrouper, étendre et moderniser leurs capacités de production sur leur propre terrain.

^{81/} Usine Nouvelle du 18 mars 1976.

^{82/} Financial Times du 6 avril 1976.

^{83/} Nippon Steel News No 68 de décembre 1975.

^{84/} "Steel's not so solid expansion plans" in Fortune janvier 1976.

^{85/} Metal Bulletin du 2 avril 1976.

^{86/} Metal Bulletin du 6 avril 1976.

92. Une telle stratégie était apparemment justifiée à la fois :

- Par une recherche de la sécurité, grâce à une dépendance moins forte des pays tiers;
- Par un souci de diminution des coûts et par une volonté d'amélioration de la compétitivité : l'existence de capacités de production déjà importantes permettant d'entreprendre des opérations de modernisation et d'extension moins coûteuses que des créations nouvelles sur sites vierges^{87/}. Il était donc compréhensible que sidérurgistes japonais, américains et européens exploitent à fond l'avantage qu'ils détenaient provisoirement (jusqu'au début des années 80) par rapport aux pays tiers obligés d'édifier des unités de production à un coût deux à trois fois supérieur. Ce repli était par ailleurs parfaitement compatible avec une consolidation de l'avance technologique et le contrôle de la diffusion des techniques.

Le reflux s'est confirmé en 1977

93. L'année 1977 a apporté non seulement la confirmation de l'arrêt du mouvement de redéploiement mais a également fait apparaître que dans un grand nombre de cas, l'extension des capacités sidérurgiques dans les grands pays sidérurgiques était annulée ou remise à plus tard^{87/}.

94. On annonçait successivement les décisions suivantes :

- Abandon par la société australienne BHP de sa participation au projet de construction d'une installation sidérurgique en Arabie Saoudite
- Abandon du projet d'aciérie LD chez Roehling Burbach en Sarre
- Abandon du projet d'extension du groupe Estel à IJmuiden (Pays-Bas)
- Renvoi à une date indéterminée de la construction de la deuxième phase de l'unité Solmer à Fos sur mer (France).
- Abandon du projet italien de Gioia Tauro en Calabre (Italie)
- Mise en cause de la poursuite de la construction de l'unité de Sagunto en Espagne et rumeurs sur le retrait de US Steel de capital de la société AHS^{88/}.

^{87/} Voir Metal Bulletin des 2 et 20 septembre 1977, du 7 octobre 1977, etc.

^{88/} Altos Hornos del Mediterraneo : société à laquelle appartient l'unité de Sagunto.

Un observateur américain remarquait en mai 1977^{89/} que tandis qu'il était question en 1976 dans les "pays d'économie de marché de 49 projets d'unités nouvelles sur site vierge, correspondant à une production supplémentaire de 31 millions de tonnes d'acier en 1981, on constatait au début de 1977 que la production supplémentaire attendue pour 1981 était réduite à 12 millions de tonnes; que, sur les cinq unités en construction deux seulement avançaient au rythme prévu et que sur les 44 projets, 31 avaient été abandonnés, 10 seraient peut-être en construction en 1980, deux ou trois semblaient sur le point d'être réalisés".

95. En 1978, la situation a eu tendance à se dégrader. Il est significatif à ce propos de remarquer que du côté de certaines grandes sociétés sidérurgiques apparaît un mouvement de dégagement (partiel) de la production sidérurgique elle-même, en direction d'activités mécaniques ou d'engineering. Certaines orientations d'ATH en République Fédérale d'Allemagne, de VOEST-Alpine, en Autriche, mais aussi d'US Steel et de certains groupes japonais semblent en effet avoir une telle signification^{90/}.

Les raisons de ce "reflux"

96. Les raisons avancées pour expliquer ce brusque retour en arrière sont à la fois des raisons de coût et de marché.

97. Des raisons de coût : au cours des années 1970, le coût moyen à la tonne annuelle installée était évalué à 300-350 dollars des Etats-Unis. Au début de 1976, d'après un article de la revue américaine "Fortune"^{91/} les coûts moyens s'élevaient à :

300 à 500 dollars des Etats-Unis par tonne pour des opérations de modernisation et d'expansion;

et 800 à 1 000 dollars des Etats-Unis par tonne pour la continuation d'unités entièrement nouvelles.

Au début de 1977 un rapport américain^{92/} avançait les chiffres respectifs de 500 et 1 200 dollars des Etats-Unis par tonne et ce même rapport montrait que les prix de l'acier (pratiqués sur le marché américain) n'étaient pas en mesure - et de loin - de rémunérer de tels coûts d'investissement.

^{89/} Mitchell, Hutchins, op.cit.

^{90/} Voir dégagement d'ATH de Solmer mais prise de participation dans la société américaine BUDD; politique de diversification de VOEST; retrait possible de la participation d'AHM en Espagne (et peut-être également de AHV) etc.

^{91/} Voir plus haut.

^{92/} Mitchell, Hutchins op.cit. page 10.

Dans la mesure où, lorsqu'il s'agit de pays en voie de développement il faut majorer ce coût d'un facteur égal à 1,3, 1,5 ou même 2, on comprend le retournement de la situation; d'autant plus que les raisons de coûts se conjuguent avec

98. Des raisons de marché. La récession de 1975 s'est prolongée et s'est transformée en crise sans qu'on sache quand ni comment elle prendra fin. Dans la mesure où les marchés se rétrécissent et où la compétition s'aiguise, les investissements tendent à stagner et à diminuer.

La plupart des projets lancés en 1974 au Moyen-Orient et au Brésil étaient justement fondés sur un rachat d'une partie ou de la totalité de la production nouvelle par les sociétés sidérurgiques participantes, japonaises ou américaines. Il était intéressant, à ce propos, de suivre le déroulement de longues négociations menées entre la société nationale de sidérurgie brésilienne et la société japonaise Kawasaki Steel à propos de Tubarao, le seul projet mixte qui subsistait au Brésil après le reflux. D'après les informations disponibles, la société japonaise était prête à prendre en considération la demande brésilienne de crédit financier "à condition d'être relevée de son obligation d'acheter un million de tonnes par an de produits plats semi-finis..."^{93/} étant donné l'état de saturation du marché mondial. Quand les taux de marché de l'industrie sidérurgique ne dépassent pas 70 % et parfois même 60 % en Europe et au Japon, on comprend que les sidérurgies des pays développés d'économie de marché renvoient à plus tard les projets de construction de nouvelles capacités et, à plus forte raison, d'investissements massifs dans les pays en développement

v) Vers de nouvelles stratégies ?

99. Depuis 20 ans, chacune des sidérurgies des pays développés évoluait avec ses caractéristiques propres sur la lancée d'une croissance longue de telle manière que du temps est maintenant nécessaire pour ajuster leurs perspectives et leurs stratégies. Dans ce mouvement l'année 1977 constitue une charnière

^{93/} Financial Times du 24 octobre 1977. L'accord est finalement intervenu en juillet 1978. Voir plus loin chapitre III.5) un exemple de négociation dans le contexte nouveau.

à partir de laquelle commencent à se dessiner les stratégies en cours d'évaluation et de définition.

100. Jusqu'à la fin de l'année 1976, en effet, sur la lancée de l'évolution passée la priorité était encore accordée à la croissance de l'appareil productif; l'optimisme prévalait aussi bien au Japon où les investissements atteignaient un niveau record^{94/} qu'aux Etats-Unis et en Europe même. On définissait alors des objectifs de croissance largement fondés sur un mouvement de délocalisation en direction de certains espaces extérieurs. Les nouvelles installations délocalisées tendaient à constituer des relais pour les grands groupes sidérurgiques.

Dans cette perspective, il devenait important pour les pays développés à économie de marché de contrôler aussi étroitement que possible le processus afin qu'il ne sorte du cadre tracé. Il était estimé que la production d'acier dans les pays en développement n'était pas assez importante pour avoir un impact sérieux sur les marchés mondiaux mais qu'elle était toutefois suffisante pour "projeter à long terme son ombre sur le futur"^{95/}. C'est pourquoi l'idée paraissait progresser dans les milieux dirigeants de la sidérurgie que les objectifs et les limites d'une assistance (à la construction de sidérurgies nouvelles dans les pays en voie de développement) devaient faire l'objet d'un examen attentif... et qu'en particulier si une telle assistance devait donner naissance à un flux de produits mettant en péril les marchés sidérurgiques mondiaux, de tels développements deviendraient déraisonnables; il était alors difficile de s'attendre à ce que les pays industrialisés acceptent de supporter le coût d'un tel programme de construction^{96/}. On trouve d'ailleurs dans de nombreuses opinions et déclarations de cette période la référence à des pratiques qualifiées de "raisonnables"^{97/}. C'est dans cette lignée politique que l'accent était mis sur la nécessité de mettre en oeuvre un déplacement progressif des centres de la sidérurgie mondiale, mais qui ne mette pas en

^{94/} Voir Far Eastern Economic Review du 24 octobre 1976, Fortune de janvier 1976, etc.

^{95/} Selon l'expression de "Business Week" du 19 septembre 1977, page 84.

^{96/} Conférence annuelle de l'IISI à Osaka - octobre 1976, cité par Metal Bulletin du 22 octobre 1976.

^{97/} Voir par exemple l'interview de M. Köhler rapportée par Metal Bulletin du 1er avril 1977 et la déclaration de M. Agnelli à la Conférence de l'ISI à Rome - Metal Bulletin, 14 octobre 1977.

cause l'équilibre des grandes sidérurgies appuyé sur leur avance technique aussi bien que sur leur liaison étroite avec les industries de transformation de l'acier (industries mécaniques)^{98/}.

101. A partir de 1977, il semble que les positions des sidérurgistes des pays développés à économie de marché se modifient. Il ne s'en dégage pas encore des stratégies clairement définies mais de premières orientations. Les thèses développées et les politiques qui en découlent peuvent être résumées ainsi :

102. a) La récession qui affecte la sidérurgie ne s'applique pas seulement à un ensemble d'éléments conjoncturels, mais bien à des facteurs structurels. Cela introduit dans la période présente un élément prolongé d'incertitude. Le président de la société japonaise Nippon Steel parle à ce propos de "la discontinuité qui se manifeste entre le mouvement de l'économie et la demande d'acier"^{99/}. La part d'inconnu dans la situation nouvelle est telle qu'il est difficile de se prononcer sur le temps que durera la période de réajustement. Dans ces conditions "gérer la crise"^{100/} constitue une tâche prioritaire qui tend parfois à submerger les préoccupations à plus long terme.

103. b) L'avenir étant incertain, non seulement pour les long et très long termes mais aussi dans le moyen terme, il faut essayer en permanence d'ajuster avec soin les investissements à la croissance de la demande et à l'évolution du marché. Il en résulte un mouvement de repli des sidérurgies américaine mais surtout japonaise et européenne.

Le repli implique l'abandon généralisé des projets extérieurs; il implique également une chute plus ou moins sensible des investissements ainsi qu'une stagnation ou même une réduction des capacités de production à moyen/long terme.

104. Les sidérurgistes américains sont probablement encore les seuls à discuter de l'opportunité d'entreprendre la construction d'unités entièrement nouvelles sur site vierge^{101/}. Ils détiennent en effet l'avantage de disposer d'un vaste marché (peut-être prometteur) ainsi que d'abondantes réserves de minerai et d'énergie. Il est toutefois significatif qu'une récente exposition d'équipements pour la sidérurgie mettait l'accent essentiellement sur deux catégories

^{98/} Voir article de J. Ferry dans "Le Monde diplomatique" d'avril 1975.

^{99/} Interview de M. Inayama à Metal Bulletin, 2 août 1977.

^{100/} Suivant l'expression de M. Köhler, un des dirigeants de la sidérurgie allemande, Metal Bulletin du 1er avril 1977.

^{101/} Voir Edgar Speer, président d'US Steel. Metal Bulletin du 2 juin 1978.

d'équipements. Les équipements destinés à la lutte contre la pollution et les équipements permettant d'économiser les différentes ressources.

105. La sidérurgie japonaise est dans une position qualifiée de "précaire"^{102/}. Les investissements ont été réduits de 35 % par rapport aux prévisions. Ils seront encore davantage réduits d'ici 1980, car il n'est plus question de développer de capacité nouvelle mais simplement d'améliorer ce qui existe et de développer la maîtrise de la pollution^{103/}. En aucun cas, en effet, la production attendue pour 1980 ne saurait dépasser la production enregistrée en 1973 et 1974.

106. Les perspectives de la sidérurgie en Europe sont encore plus sombres. La phase difficile que traverse la sidérurgie de la CEE est bien connue : aucune sidérurgie nationale n'y échappe de la Belgique à la France où on vient d'arrêter la construction d'une aciérie pourtant montée à 90 %^{104/}; de l'Italie au Royaume Uni où les perspectives de 5 milliards de livres d'investissements sur cinq ans évoqués en mai 1977 se sont réduits à 600 millions de livres sur un an en février 1978 puis à quelque 200 millions de livres dès le mois suivant^{105/}. Les responsables de la sidérurgie Ouest-allemande eux-mêmes estiment "qu'aucune installation nouvelle sur site vierge ne s'impose"^{106/}. Les propositions de la Commission de la CEE traduisent la gravité de la situation en préconisant des mesures tout à fait radicales, à savoir la fermeture aussi rapide que possible de 13 à 16 % des capacités installées dans la mesure où les possibilités de production nécessaires pour l'année 1990, tout au moins en ce qui concerne les seules quantités, ne dépassent pas les capacités actuellement existantes^{107/}.

107. Un mouvement analogue affecte aussi les autres pays européens : Suède, Autriche, Espagne, où de nombreux projets sont successivement annulés et "où le scepticisme règne sur la possibilité de faire des projections sérieuses"^{108/}.

^{102/} Inayama - Metal Bulletin du 2 août 1977.

^{103/} "Japan, the steel boom is over". Far Eastern Economic Review, 26 août 1977. D'ici 1980, les investissements seront réduits de 50 %.

^{104/} Aciérie de Neuves Maisons, "Le Monde" du 29 juillet 1978.

^{105/} Financial Times des 26 mai 1977 et 15 mars 1978.

^{106/} Metal Bulletin, 1er avril 1977.

^{107/} D'après Metal Bulletin du 21 juillet 1978.

^{108/} Metal Bulletin, 1er avril 1977.

108 c) Quel que soit le caractère dramatique que prend ici et là un mouvement brutal de repli, la crise ne doit pas conduire à la dislocation de l'industrie sidérurgique, y compris dans les pays les plus touchés de la communauté économique européenne. Au contraire, l'objectif clairement affiché de l'ensemble des mesures prises, y compris lorsqu'elles taillent dans le vif, est de restructurer l'industrie sidérurgique, d'en refaire un ensemble moderne cohérent, compétitif. La sidérurgie japonaise s'efforce de maintenir et, si possible d'améliorer, son avance dans la compétition. Comblé le fossé qui la sépare de la sidérurgie japonaise, tel est l'enjeu de la modernisation de la sidérurgie américaine. Dans la CEE, il est estimé que les coupes sombres dans les capacités en excès constituent le préalable indispensable pour retrouver une capacité de compétition sur le marché mondial...

Une ligne directrice de cette restructuration est d'opérer un partage plus avantageux de la valeur ajoutée par l'industrie sidérurgique en améliorant la part dans les productions des hauts de gamme (aciers alliés et spéciaux).

109. Il s'agit bien d'un réajustement à une situation nouvelle mise en lumière par la crise où tout n'est pas encore clair mais où le dessin général des orientations paraît se mettre en place dans les perspectives suivantes^{109/} :

- Refaire les bases d'industries sidérurgiques dont le dynamisme sera mesuré par son degré de compétitivité;
- Tout en envisageant certaines spécialisations à l'échelle mondiale et certains types de nouvelle division internationale du travail, la base dynamique de l'industrie sidérurgique dans les pays développés à économie de marché doit demeurer une base largement nationale;
- Accepter des reculs inévitables sur les marchés à l'exportation en considérant que cette situation n'est toutefois pas irréversible; l'essentiel étant que le solde des échanges sidérurgiques demeure positif; c'est la condition de l'indépendance que souhaitent affirmer et maintenir les grandes sidérurgies de ce groupe de pays^{110/}.

^{109/} Ainsi qu'il ressort des déclarations, articles, interviews de nombreux dirigeants des industries sidérurgiques des pays développés à économie de marché : MM. Speer, de US Steel, Köhler, Inayama, Villiers, Ferry Agnelli, etc.

^{110/} M. J. Ferry a mis l'accent sur ces points.

Il s'agit donc de conserver les "parts de marché", mais en étant de plus en plus soucieux de coûts de production et de profit que simplement des tonnages^{111/}.

110. L'ajustement recherché prend la forme de fermetures d'usines, de fusion de sociétés, d'une part, de développement de pratiques de type protectionniste, d'autre part, en réponse à une compétition très agressive : mesures prises par les Etats-Unis (trigger prices), agréments bilatéraux négociés par la communauté économique européenne, mesures de restriction volontaire prises par le Japon. Chacun des grands partenaires du groupe des pays industriels d'économie de marché continue toutefois à se référer aux règles du GATT et s'efforce de ne pas mettre en cause de manière irréparable l'édifice des relations internationales industrielles et commerciales. Les partenaires commencent en effet à se placer dans la perspective d'une grande négociation.

C'est dans cette perspective de discussion sur une nouvelle structuration de la sidérurgie que chacun s'efforce de reconstituer une base dynamique qui assure à son industrie sa place dans le nouvel équilibre.

111. Dès maintenant, un fait est évident, quelle que soit l'ampleur de cette négociation, la capacité technique des industries sidérurgiques des pays industriels d'économie de marché constitue leur premier atout, qu'il s'agisse de maîtrise des procédés et du savoir faire, de maîtrise des équipements et de l'engineering, ou de maîtrise des capacités de gestion. C'est cet atout que les sociétés américaines, européennes et surtout japonaises utilisent au mieux en offrant des accords intégrant (package deals) études de factibilité, accords de licence, supervision technique, assistance technique, etc., pour la construction et la mise en oeuvre d'unités sidérurgiques nouvelles^{112/}.

2. Les pays en développement

112. Même si la production sidérurgique des pays en voie de développement croît à un rythme plus soutenu que dans les pays développés à économie de marché, cette production se situe encore à un niveau extrêmement bas :

^{111/} Les exemples des sidérurgies autrichienne et suédoise sont à cet égard très significatifs : les investissements programmés dans les cinq années qui viennent y sont en effet entièrement consacrés au développement accéléré de la productivité. Voir Les Echos du 10 novembre 1977 et Metal Bulletin du 5 mai 1978.

^{112/} Voir à ce propos Far Eastern Economic Review "Japan : The boom is over", 26 août 1978, p. 51. L'article s'achève sur une boutade : sur les 20 étages que comprend l'immeuble de la société Nippon Steel, 10 sont consacrés à l'engineering.

55 millions de tonnes en 1973 et sans doute 76 millions de tonnes en 1977 (environ 11 % de la production mondiale). Ce rappel n'est pas inutile tant il est devenu habituel d'évoquer le danger que représente pour l'équilibre du marché la production sidérurgique nouvelle des pays en voie de développement. Il est vrai, en effet, que certaines sidérurgies de pays en voie de développement ont fait récemment leur entrée sur les marchés occidentaux. Il faut souligner que ce sont des exceptions qui confirment la règle, à savoir que les pays en voie de développement sont loin d'être parvenus à la satisfaction de leurs besoins à partir de leur production propre.

1) Les entrées successives dans l'industrie sidérurgique

113. On peut distinguer différentes catégories de pays suivant la période à laquelle ils ont mis en place leurs premières unités sidérurgiques.

114. Le premier groupe est constitué de pays qui ont installé une première base sidérurgique avant 1950 : l'Argentine, le Brésil, la Chine, l'Egypte, l'Inde, le Mexique, la Turquie et la Yougoslavie.

Ces pays à l'exception de la Chine, comptent environ 800 millions d'habitants, leur production sidérurgique s'élève à environ 30 millions de tonnes, soit 40 kg d'acier par tête. La République populaire de Chine, où les premières installations sidérurgiques datent du début du siècle, occupe toutefois une place particulière au sein de ce groupe: par le volume de sa production: 30 millions de tonnes en 1977, dépassant le volume de la production de la France, de l'Italie et de la Grande-Bretagne; par l'ampleur de ses ressources en minerai de fer et en charbon à coke; par l'importance des capacités de construction de biens d'équipements destinés à la sidérurgie^{113/}. La République populaire de Chine envisage maintenant

de construire 10 unités nouvelles de 6 millions de tonnes chacune et de porter sa production à 60 millions de tonnes d'ici 1985^{114/}.

^{113/}Ce qui a permis à la République populaire de la Chine d'apporter une aide pour la construction d'unités sidérurgiques à l'étranger, par exemple en Albanie pour la construction du complexe d'El Basan, de 700.000 tonnes de capacité/an.

^{114/} Metal Bulletin du 3 février 1978 et série d'analyses sur l'industrie sidérurgique chinoise parus dans "Business China" à partir du 18 janvier 1978 (bulletin publié par Business International).

115. Le groupe 2 est constitué de pays où les premières installations sidérurgiques datent des années 1950. Il s'agit des pays suivants :

- Chili
- Colombie
- Israël
- Pérou
- Philippines
- République de Corée
- Tunisie
- Turquie
- Venezuela
- Yougoslavie

Ces pays comptent environ 180 millions d'habitants et leur production sidérurgique s'élève à environ 15 millions de tonnes soit 80 kg par tête.

116. Le groupe 3 est constitué de pays où les premières installations sidérurgiques datent de la fin des années 1960 et des premières années 1970.

Il s'agit des pays suivants :

- Albanie
- Algérie
- Cuba
- Hong Kong
- Indonésie
- Iran
- Iraq
- Liban
- Malaisie
- Pakistan
- Qatar
- Sri Lanka
- Syrie
- Thaïlande
- Zaïre

Ces pays comptent environ 350 millions d'habitants et leur production sidérurgique atteint environ 10 millions de tonnes soit 30 kg par tête.

4. Le groupe 4 est constitué de pays où la première installation sidérurgique est en construction ou en projet, ou bien où l'unité sidérurgique déjà existante, de petites dimensions, consiste souvent en un simple laminoir à fers à béton. Il s'agit des pays suivants^{115/} :

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| - Abou Dhabi | - Nigéria |
| - Arabie Saoudite | - Ouganda |
| - Bolivie | - Paraguay |
| - Côte-d'Ivoire | - Qatar |
| - Dubaï | - République dominicaine |
| - Equateur | - Salvador |
| - Ghana | - Sénégal |
| - Guatemala | - Singapour |
| - Honduras | - Tanzanie |
| - Jordanie | - Togo |
| - Kenya | - Trinidad |
| - Koweït | - Uruguay |
| - Liban | - Zambie |
| - Lybie | |
| - Maroc | |
| - Mauritanie | |

Ces pays comptent environ 200 millions d'habitants, leur production sidérurgique est très faible : sûrement moins de 2 millions de tonnes par an.

Les "exclus" de la production sidérurgique

117. Il résulte de ce rapide inventaire que plus de 40 pays indépendants n'ont actuellement ni installation sidérurgique ni, semble-t-il, de projet concret. Ce sont en général des pays à faible population; il n'empêche que, dans ce groupe certains pays ont 5, 10 et même plus de 20 millions d'habitants; leur population totale dépasse 140 millions d'habitants.

^{115/} Cette liste provisoire est en cours d'être vérifiée par le C.I.E.I. de l'ONU, à partir de la collecte d'informations plus précises sur l'état réel d'avancement d'un certain nombre de projets.

119. Des exceptions, toutefois, existent : il s'agit en particulier de la République de Corée où l'essor de la sidérurgie prend un rythme très rapide. République de Corée et quelques autres pays deviennent de sérieux concurrents en puissance et des extensions de capacité sont en cours de réalisation rapide:

- de 3,0 à 8,5 millions de tonnes de capacité en République de Corée d'ici 1981-1982 116/;

120. Les importations des pays en développement, globalement, se sont accrues au cours de la dernière période: 18 millions de tonnes en 1967, 26 millions en 1972 et 39 millions en 1977 après avoir été de 49 millions en 1974. En raison des besoins croissants d'acier dans les pays en développement, la croissance du taux de la consommation a été plus forte que celle de la production. Ceci devrait continuer pour le court et moyen termes dans le futur et se traduire par des besoins croissants d'acier. Le récent 18ème Congrès de l'ILAFIA réévaluait la perspective avec réalisme en prévoyant que les sidérurgies latino-américaines parviendraient à l'autosuffisance vers l'an 2000; la sidérurgie mexicaine prévoyant encore de son côté un important déficit à l'horizon 1985 (après avoir envisagé pour cette date un important surplus disponible pour l'exportation 117/).

116/ Metal Bulletin du 4 novembre 1977.

117/ Le "remodelage" des plans de la sidérurgie brésilienne est également révélateur à cet égard (en millions de tonnes)

	1978	1980	1983	1986	
1971 National Steelplan		20			(Entre parenthèses: capacités de production)
1973 Révision	20	25-27 (32)		40	
1977 Steel masterplan 1977/86		18	(28)	(37)	
1976 UNIDO consultation			18,5	33,5	

Source : Bank of London of South America. "Brazil - The iron and Steel industry", Vol. II, July 1977 et UNIDO consultation 1978.

121. La réalité semble beaucoup moins menaçante pour les pays développés; elle est par contre beaucoup plus préoccupante pour un grand nombre de pays en voie de développement qui aspirent à la maîtrise de l'industrie sidérurgique.

ii) Une industrie différenciée

Sidérurgie et première transformation : produits plats et produits longs

122. Le constat d'"exclusion" effectué ci-dessus pourrait être probablement nuancé par la prise en compte de l'existence dans de nombreux pays dépourvus de base de production sidérurgique, d'unités de première transformation de l'acier, production de tréfilés et de produits de la tréfilerie, de petits tubes, de tôles galvanisées, d'ouvrages en tôle émaillée, etc. Il est, en effet, difficile de tracer une frontière nette entre stades situés les plus en aval de la sidérurgie et opérations de première transformation de l'acier.

On passe d'autant plus insensiblement de l'un à l'autre qu'un grand nombre d'usines sidérurgiques installées dans les pays en voie de développement sont limitées à la production de produits longs et, en particulier, à la production de fer à béton. Les installations polyvalentes fabriquant à la fois produits longs (fer à béton, fers marchands jusqu'aux poutrelles de grandes dimensions et aux rails) et produits plats (tôles à chaud et tôles à froid ensuite étamées ou galvanisées) n'existent que dans un nombre limité de pays en voie de développement :

- en Afrique : en Algérie (en construction) et en Egypte
- en Amérique latine : Argentine, Brésil, Chili, Colombie, Mexique, Pérou, Venezuela
- En Asie : République de Corée, Inde, Iran (en construction)

123. La plupart des pays ne se situent encore que dans un domaine limité de la sidérurgie : la fabrication de produits longs; celle-ci est limitée en outre, fréquemment, à la seule production de fer à béton, de fil machine et de petits fers marchands fabriqués à partir d'unités non intégrées ou semi-intégrées; les grandes unités intégrées demeurant très largement l'exception.

Aciers ordinaires et aciers alliés

124. Le nombre de producteurs d'aciers alliés parmi les pays en voie de développement est encore beaucoup plus réduit .

- en Afrique : Egypte et Algérie (en projet)
- en Amérique latine : Argentine, Brésil, Chili, Mexique
- en Asie : République de Corée, Inde, Iran (en construction)

Il en résulte un développement déformé et incomplet de la sidérurgie

125. La faiblesse de la production de produits plats, d'une part, d'aciers fins et alliés, d'autre part, est significative d'une production sidérurgique (et donc d'une industrie sidérurgique) cantonnée dans des voies qu'on peut qualifier de "secondaires" dans la mesure où la production de biens d'équipement et de biens de consommation durables nécessitent à la fois :

- des produits plats : tôles fortes pour les biens d'équipement lourd, tôles minces pour les biens de consommation durables (automobile, électro-ménager)
- des aciers alliés, qu'il s'agisse de tôles de broyeur, de "chaudrons" pour la chimie ou de pièces diverses pour la fabrication de moteurs, de turbines, d'alternateurs, etc...

126. Les pays en voie de développement demeurent pour l'instant largement à l'écart de ces circuits; ils étaient encore récemment cantonnés dans la fabrication de produits longs absorbés par le Bâtiment et les Travaux Publics (logements et infrastructures) ou la fabrication de demi-produits destinés à l'exportation.

127. La limitation de la production sidérurgique à certains types de produits, qu'il s'agisse des produits longs ou des aciers courants, est un des problèmes qui devrait être au centre d'une éventuelle discussion à propos de la future répartition (redistribution) des activités de l'industrie sidérurgique mondiale. Cela soulèverait la question des critères de répartition ainsi que celle de l'évaluation des contraintes qui pèsent sur la création et le développement d'une industrie sidérurgique nouvelle. Sans doute a-t-il été affirmé parfois un peu rapidement que certains sont insurmontables ou immuables tels les critères de ressources. Les principes couramment admis devraient être soumis à une critique serrée afin de réévaluer, dans les conditions de la fin du siècle, les voies d'accès à l'industrie sidérurgique, surtout quand ces voies sont nouvelles et pas encore très bien balisées avec toute la sûreté nécessaire.

iii) Critères d'accès à l'industrie sidérurgique

128. La discussion sur les conditions favorables et les critères conditionnent la définition de stratégies autonomes.

Le premier rapport du Centre international d'études industrielles a déblayé la route à suivre^{118/} :

- a) En dégagant des conditions favorables à la création et à l'expansion de l'industrie sidérurgique.

La disponibilité ou l'absence de huit sortes de ressources ont été prises en considération : minerai de fer, minerai de manganèse, charbon à coke, gaz naturel, gaz naturel brûlé en torchère, ressources forestières, pétrole, potentiel hydroélectrique.

^{118/} ONUDI/ICIS.25 op. cit. pp 194 et suivantes.

b) en effectuant un premier classement des pays en voie de développement en trois catégories :

Catégorie 1 - pays disposant de conditions favorables (ressources naturelles) pour le développement d'une industrie sidérurgique:

29 pays, dont 10 en Afrique
10 en Asie
9 en Amérique Latine

Catégorie 2 - pays disposant de conditions moins favorables:

46 pays, dont: 22 en Afrique,
18 en Asie,
6 en Amérique Latine

Catégorie 3 : pays dépourvus de conditions favorables:

51 pays, dont: 16 en Afrique
11 en Asie
14 en Amérique Latine
10 en Océanie.

La disponibilité ou la non-disponibilité de certaines ressources naturelles sont en effet des indications intéressantes. Ce n'est pas cependant une contrainte décisive puisque l'évolution récente témoigne du fait que certaines sidérurgies dépourvues de telles ressources comptent parmi celles qui ont connu les taux d'expansion les plus rapides : la sidérurgie japonaise, la sidérurgie coréenne (République de Corée), la sidérurgie non intégrée ou semi-intégrée de la région de Brescia, etc.

Critère de dimensions

129. Ce critère est simple et maniable puisqu'il concerne la dimension de la population et celle du marché. Il existe, en effet, habituellement une relation étroite entre :

- Dimension d'un pays en voie de développement, d'une part, et existence ou non d'une industrie sidérurgique, d'autre part;
- Dimension d'un pays en voie de développement, d'une part, et structure de sa production sidérurgique, d'autre part.

L'existence de cette relation est démontrée par les faits suivants :

- A part Qatar et Abu Dhabi qui se trouvent dans une situation exceptionnelle (producteurs de pétrole) aucun pays de moins d'un million d'habitants n'a étudié de projet sidérurgique;
- Aucun pays en voie de développement de moins de 10 millions d'habitants (sauf exception)^{119/} ne possède ni ne construit une capacité de fabrication de produits plats;
- Aucun pays en voie de développement de moins de 30-40 millions d'habitants (sauf l'Argentine, l'Algérie et le Chili) ne possède ni ne construit une capacité de fabrication d'aciers fins et alliés.

130. Cette constatation fournit donc des indications dont il est nécessaire de tenir compte. Mais il est sans doute moins certain que la constatation d'une situation résultant à un moment donné de l'état des techniques et des marchés puisse être érigée en principe rigide. Une capacité de 1 million de tonnes constitue-t-elle par exemple le seuil minimum pour construire une unité de fabrication de produits longs dans un pays de 8 millions d'habitants consommant 130 kg par tête^{120/} ? Cela n'est pas sûr dans la mesure où les techniques évoluent et où les facteurs sont susceptibles de se combiner différemment dans le futur.

^{119/} L'exception étant le Chili qui approche d'ailleurs les 10 millions d'habitants.

^{120/} Ce sont les normes évoquées au cours de la conférence annuelle de l'I.I.S.I. tenue à Rome en octobre 1977.

131. Plutôt que de mettre fortement l'accent sur un type de contrainte ou de privilégier, en l'isolant, un critère - même essentiel - parmi d'autres, il serait préférable d'élargir le champ de l'analyse en faisant apparaître la complexité et la diversité des critères relatifs à la création et au développement de nouvelles unités sidérurgiques. Une étude américaine récente^{121/} a dressé une première liste de ces critères :

"Image" (ou "statut") dont bénéficie l'industrie sidérurgique,

Rôle du profit comme motivation,

Relation du gouvernement avec la sidérurgie,

Degré d'implication du gouvernement dans les décisions concernant la sidérurgie,

Protection étatique du marché intérieur de la sidérurgie,

Plans d'expansion,

Disponibilité de fonds d'urgence,

Existence d'un grand marché pour les produits sidérurgiques,

Disponibilité de travailleurs qualifiés,

Possibilité de licencier les travailleurs,

Disponibilité de matières premières nationales :

Minerai de fer,

Charbon à coke,

Liberté des producteurs par rapport à la fixation des prix,

Possibilités offertes par les infrastructures,

Existence de sites disposant de ports en eau profonde,

Contraintes relatives à la pollution.

^{121/} Mitchell, Hutchins, op.cit. Exhibit 39.

Cette liste n'est pas exhaustive; elle gagnerait à être complétée et transformée afin de tenir compte plus exactement des problèmes propres aux différents pays en voie de développement, en particulier des problèmes relatifs au travail et à la formation individuelle et collective des travailleurs. Toutefois, cette formulation présente l'avantage de ne pas limiter les problèmes du développement de l'industrie sidérurgique aux contraintes classiques liées aux seules ressources naturelles ni à des critères théoriques de dimension. Elle constitue donc déjà une réelle ouverture et un progrès dans l'analyse.

iv) Vers des stratégies plus autonomes ?

132. Le développement de la sidérurgie dans les pays en voie de développement est un phénomène récent. Le temps n'est pas encore tellement éloigné où, sauf exception tout à fait rare les experts estimaient que l'industrie sidérurgique ne pouvait se développer que dans des économies déjà dotées d'une forte tradition industrielle. Les 9 à 11 % de la production sidérurgique mondiale provenant en 1977 des pays en voie de développement peuvent être considérés de deux façons : ils représentent, d'une part, peu de choses par rapport aux 90 % fournis par les pays développés; mais on peut également considérer, d'autre part, qu'ils traduisent une évolution extrêmement rapide du processus d'industrialisation au cours des 20 et surtout des 10 dernières années, puisque environ 60 pays en voie de développement produisent ou se préparent à produire de l'acier.

133. Le développement récent de ce phénomène s'accompagne de différenciations dans les comportements et stratégies industriels.

134. Le développement de l'industrie sidérurgique dans les pays en voie de développement a été souvent présenté comme fortement lié à l'exportation sur le marché mondial. On constate en fait que la réalité est différente. Il est vrai que la sidérurgie de la République de Corée) se lance systématiquement et efficacement dans la grande exportation; il n'en est pas de même - on l'a vu - pour les autres industries sidérurgiques les plus avancées des pays en voie de développement.

L'Inde, le Brésil, le Venezuela, le Mexique, l'Argentine ont, il est vrai, annoncé que leurs sidérurgies deviendraient exportatrices et parfois largement exportatrices à long, à moyen et même à court termes. De fait, l'Inde et le Brésil ont commencé à exporter de 500 000 à 1 million de tonnes par an, mais il ne semble pas que les quantités exportées soient susceptibles d'augmenter rapidement au cours des années qui viennent; les perspectives de développement des industries sidérurgiques ont été révisées ou sont en cours de révision. Il semble que partout, même si des objectifs plus modérés d'exportation demeurent, la priorité soit systématiquement placée sur la satisfaction de consommations internes rapidement croissantes.

135. Il est également intéressant de constater que le développement de l'industrie sidérurgique tend à s'appuyer dans quelques pays en voie de développement sur une capacité nationale de mise en oeuvre de l'industrie sidérurgique elle-même : l'industrie brésilienne est capable de fournir de 70 à 80 % des équipements nécessaires à la construction d'une unité sidérurgique intégrée de grande taille; la Chine a déjà fourni les équipements nécessaires à la construction d'une unité sidérurgique en Albanie; l'Inde est également très avancée dans ce domaine; le Mexique et l'Argentine sont capables d'intégrer de nombreuses parties d'équipements sidérurgiques. Des pays nouveaux venus dans la branche tels que l'Iran et l'Algérie commencent aussi à intégrer des équipements nationaux^{122/} dans les unités sidérurgiques qu'ils construisent.

De plus, la Chine, l'Inde (avec les sociétés MECON et DASTUR) mais aussi le Brésil, le Mexique, l'Algérie disposent d'organismes d'engineering à part entière ou bien de premières cellules d'études et de travaux, spécialisés dans la construction d'installations sidérurgiques ou de première transformation de l'acier.

136. Un processus d'intégration de l'industrie sidérurgique dans la construction de systèmes industriels nationaux est donc apparu non seulement à travers le produit de cette industrie mais à travers sa mise en oeuvre en "aval". Un tel processus tend à construire des bases sur lesquelles peuvent se développer des capacités d'initiative nationale et des stratégies plus autonomes. L'abandon récent d'un très grand nombre de projets sidérurgiques

^{122/} Charpentes mais aussi ponts roulants, réducteurs de vitesse, etc.

orientés vers l'exportation et liés à un processus de délocalisation étroitement inspirés par les grandes sociétés sidérurgiques japonaises et européennes est le résultat d'une crise, dont le coût est élevé pour l'industrie mondiale. Mais cet abandon n'a peut-être pas que des aspects négatifs. Il procure aussi une opportunité d'accentuer la priorité accordée à des stratégies présentant un caractère beaucoup plus marqué d'intégration nationale (ou régionale). La révision de stratégies qu'opèrent actuellement de nombreux pays en voie de développement semble aller dans cette direction où la construction de perspectives plus autonomes devient prioritaire, sans que la participation active à l'échange mondial soit pour autant exclue.

II. PROBLEMES CLEFS POUR LES PAYS EN DEVELOPPEMENT

137. Un grand nombre de questions intéressent de manière directe la création et le développement de l'industrie sidérurgique dans les pays en voie de développement. Plutôt que d'établir un catalogue de celles-ci, il a été effectué une sélection et l'analyse a été concentrée sur celles qui présentent le plus d'importance pour la définition et la mise en oeuvre de stratégies à long terme.

Le chapitre est donc consacré :

- Aux voies et possibilités nouvelles dans le domaine des procédés et dans le domaine de la taille;
- Aux obstacles à l'entrée dans la branche et du moins à ceux qui la freinent, en particulier le problème des coûts et du financement.

A. Les inputs et les procédés

138. Dans ce qui suit, on traitera succinctement des problèmes d'approvisionnement en minerai de fer et en agents réducteurs pour aller à l'essentiel : les développements des procédés de réduction directe.

1. Minerai de fer et industrie sidérurgique dans les pays en voie de développement

139. Le premier rapport de l'ONU^{123/} ainsi que plusieurs rapports récents^{124/} ont abouti à une série de conclusions sur lesquelles il n'est pas nécessaire de revenir. Aussi limitera-t-on le commentaire aux remarques suivantes :

^{123/} op.cit., ONUDI/ICIS - 25 Novembre 1976.

124/ Coaking Coal

a) Appraisal of future (1985-2000) world demand for coking coal, trend in production, global export availability and environmental impacts; b) Working paper for the working group meeting on coking coal, Vienna, 6-8 April 1978, UNIDO/EX.36, 24.02.78; c) Report of the Working group meeting on coking coal, Vienna, 6-8 April 1978, UNIDO/EX.39, 20.04.78.

Iron Ore

a) Report of the Working group meeting on iron ore, Vienna, 3-5 April 1978, UNIDO/EX.38, 20.04.78; b) Working paper for the working group meeting on iron ore, Vienna, 3-5 April 1978, UNIDO/EX.35, 21.02.78; c) Consideration of international measures on iron ore (Report by the UNCTAD secretariat), TD/B/IPC/IRON ORE/3, 9.8.78.

140. Les pays en voie de développement disposent (y compris la Chine) de 30,4 % des réserves mondiales en minerai de fer. Mais ces réserves sont réparties de manière fort inégale suivant les continents. L'Amérique latine est la région la mieux dotée (Bolivie et Brésil), suivie de l'Asie de l'Est (Chine) et de l'Asie du Sud (Inde). Les ressources sont mieux réparties en Afrique sauf dans la région sud du continent. Par contre, l'Asie du Sud-Ouest (Moyen et Proche-Orient), et l'Asie du Sud-Est (péninsule indo-chinoise, Birmanie) sont très mal pourvues.

141. Le rapprochement de cette répartition des ressources avec le rythme actuel et le rythme prévu d'exploitation de ces ressources au profit de l'exportation n'est pas inutile. Une étude récente portant sur l'équilibre entre l'offre et la demande du minerai de fer sur la période 1980-1990^{125/} permet de faire un premier rapprochement entre les prévisions de disponibilités mondiales de minerai de fer pour l'exportation et la part des pays en développement dans ces disponibilités totales :

TABLEAU 8

Part des pays en développement dans l'exportation
et les ressources mondiales en minerai de fer
(en milliers de tonnes métriques)

	<u>1980</u>	<u>1985</u>	<u>1990</u>
Disponibilités totales			
(I) pour l'exportation de minerai de fer	497 000	595 000	656 000
Dont : part des pays en			
(II) voie de développement	241 000	301 000	344 000
II/I %	48,4	50,6	52,4
Part des pays en voie de développement dans les ressources mondiales	environ 30%		

On constate que le taux de participation des pays en voie de développement aux exportations mondiales de minerai de fer est largement supérieur à leur dotation relative par rapport aux réserves totales de minerai de fer. La

^{125/} "Iron Ore Supply/Demand 1980-1990" CAEMI-International BV
The Hague - décembre 1976.

distorsion est particulièrement sensible en Afrique où, par ailleurs, le retard de l'industrie sidérurgique est le plus marqué. L'évolution récente de l'industrie sidérurgique mondiale au profit d'unités dites "sur l'eau" de très grande taille a en effet accentué la pression sur l'exportation de minerais africains, latino-américains et asiatiques (mais aussi australiens et canadiens) à haute teneur. En général, les gisements les plus intéressants du fait de leur teneur, de leur pureté, de leurs dimensions ou de leur faible éloignement de la côte ont été mis en exploitation en priorité. Au cours des années qui viennent, il faudra satisfaire à la fois la demande à l'exportation ainsi que les nouveaux besoins nationaux; cela risque d'avoir dans certains cas une incidence négative sur les coûts d'exploitation et, en conséquence, sur le prix des minerais approvisionnant les nouvelles sidérurgies nationales. C'est le cas de la Tunisie où les minerais de fer les plus facilement accessibles ont été épuisés en près de quatre vingt ans d'exploitation et où il faut entreprendre des investissements coûteux pour valoriser les minerais encore disponibles. C'est également le cas de l'Algérie où la sidérurgie devra faire venir son minerai de plus de 1500 km, dans la mesure où les réserves des mines les plus proches de la côte sont largement entamées, etc.

142. Les réserves mondiales de minerai de fer sont abondantes de façon que théoriquement aucun problème d'approvisionnement à long terme de la sidérurgie mondiale ne se pose. Pratiquement, les choses ne sont pas aussi simples, dans la mesure où l'ouverture de nouvelles mines est devenue une opération coûteuse nécessitant la mobilisation de capitaux très importants. L'opération devient encore plus coûteuse lorsque l'ouverture de la mine est liée à un chemin de fer pour l'évacuation du minerai vers la côte: plus de 500 km au Gabon, 700 km en Mauritanie, 1.500 km en Algérie, etc. La masse des capitaux à rassembler n'est en général pas à la mesure du pays intéressé; il faut donc s'adresser à l'extérieur, aux éventuels acheteurs du minerai, aux banques ou à d'autres bailleurs de fonds. A l'heure actuelle, il semble que plusieurs projets miniers importants, reconnus comme économiquement valables, soient en sommeil, faute de financement extérieur. Le retrait d'US STEEL du grand projet brésilien de Carajás, quelles qu'en soient les raisons effectives, traduit objectivement un changement de politique probablement fondé à la fois sur l'état de la sidérurgie mondiale, l'augmentation rapide des coûts d'investissement, mais

aussi sur des politiques de diversification des risques et des approvisionnements^{126/}. Quoiqu'il en soit, cela constitue aujourd'hui un problème dont les données doivent être analysées de près, en intégrant les développements introduits par le type nouveau d'accords conclus entre pays en voie de développement : entre Iran et Inde par exemple^{127/}.

143. L'évolution récente de la sidérurgie a joué en faveur de la production des minerais à forte teneur valorisés dans les hauts fourneaux de grande taille, le développement de la réduction directe va également jouer en faveur de minerais très purs à forte teneur. De telles évolutions tendent à dévaloriser les minerais à plus faible teneur et de moindre pureté. Le risque est donc que la création et le développement d'industries sidérurgiques nationales soient biaisées par ces tendances. Plusieurs expériences de construction d'industries sidérurgiques - et notamment en Chine - témoignent de la possibilité d'utiliser de manière économique des minerais qui ne sont ni très riches ni très purs^{128/}. Il est donc important que le caractère "économique" de l'utilisation de ces minerais ne soit pas apprécié selon les seules normes qui prévalent dans les grands centres de la sidérurgie internationale mais plutôt à partir de critères correspondant aux données nationales ou régionales impliquées directement dans la construction de l'industrie sidérurgique et dans la production sidérurgique nationale.

2. Agents réducteurs

144. Le coke constitue l'agent réducteur traditionnel en sidérurgie. On l'obtient à partir du charbon à coke dont les gisements sont particulièrement mal répartis à travers le monde :

94,8 % dans les pays développés^{129/}

5,2 % dans les pays en voie de développement.

^{126/} La politique d'approvisionnement en minerai de fer d'US STEEL s'orienterait dans les directions suivantes :

- Développer mines et installations de bouletage aux Etats-Unis;
- Limiter les sources d'approvisionnement à l'étranger à un maximum de 5 millions de tonnes par an et par pays d'origine;

selon les Annales de Mines - page 6 4 E - avril 1976.

^{127/} Accord passé sur la création et l'exploitation de la mine de Kudremukh en Inde. L'Iran finançant l'opération et étant remboursé avec le minerai de fer.

^{128/} L'expérience néozélandaise, par exemple, qui après plusieurs années d'essais, parvient à utiliser correctement les minerais de fer disponibles sur place.

^{129/} Document ONUDI op.cit. pages 193 et suivantes.

Encore faut-il préciser que trois pays en voie de développement se partagent pratiquement ces ressources : Chine, Inde et Colombie (plus Mexique, Brésil et Chili).

Dans ces conditions, il est logique que les pays industrialisés aient développé une filière dominante à partir du coke et du charbon à coke. On comprend également la difficulté que rencontrent la plupart des pays en voie de développement par rapport à une filière adaptée à un environnement radicalement différent.

145. La situation des pays en voie de développement n'est guère plus favorable dans le domaine des charbons non cokéfiabiles ou des charbons pauvres. Il est vrai qu'en chiffres globaux, la zone en voie de développement détient 14,6 % des réserves mondiales de charbon (85,4 % pour les pays développés).

De nouveau, la Chine et l'Inde détiennent la quasi-totalité de ces réserves (13,5 % sur 14,6 %). Aussi les recherches en cours, - dont il faut souligner le grand intérêt - sur l'utilisation des charbons non cokéfiabiles, soit comme agent réducteur dans le haut fourneau, soit comme agent réducteur dans des procédés de réduction directe, profiteront davantage à certains pays développés (Europe balkanique et méditerranéenne, mais surtout U.S.A., U.R.S.S. ...) qu'à l'ensemble des pays en voie de développement.

146. Le charbon de bois a constitué pendant plusieurs siècles le seul agent réducteur utilisé pour la fabrication de la fonte et du fer; son usage est maintenant exceptionnel : le Brésil est un des rares pays à faire fonctionner des hauts fourneaux au charbon de bois^{130/}. Il est vrai que le Brésil dispose à lui seul de 20 % des ressources forestières mondiales, alors que les richesses de l'Afrique sont dans ce domaine beaucoup plus modestes. De toute façon, l'utilisation du charbon de bois ne peut être accrue de manière sensible car environ 30 000 hectares de forêts sont nécessaires pour alimenter un haut fourneau de très petite taille (de 300 tonnes/jour : 100 000 tonnes/an). Seuls le Brésil, la Malaisie, le Thaïland, et dans une certaine mesure l'Inde pourraient avoir intérêt à étudier des installations sidérurgiques "intérieures" de petite taille (de 100 à 150 000 t) fondées sur l'existence simultanée de

^{130/} avec la Malaisie.

minéral et de ressources forestières^{131/}.

147. Les pays en voie de développement sont par contre beaucoup mieux pourvus en :

- gaz naturel : 45,8 % des ressources mondiales
- pétrole : 79,0 % des ressources mondiales
- potentiel hydro-électrique : 62,7 % des ressources mondiales

La répartition de ces ressources avantage l'Asie (Moyen-Orient) et l'Afrique (Afrique du Nord pour le gaz et le pétrole; Afrique du Centre, de l'Est et de l'Ouest pour l'hydroélectricité), cette répartition contribue à un certain rééquilibrage en faveur de régions à peu près totalement dépourvues de charbon (cokéifiable ou non) et de forêts....

148. Ces réalités mettent en lumière l'intérêt, pour de nombreuses régions du monde dépourvues de charbon et demeurées jusqu'à maintenant en marge de l'industrie sidérurgique, du développement d'alternatives viables à la filière classique fondée sur le coke.

C'est dans cette perspective qu'il est nécessaire de faire le point sur le développement actuel des procédés de réduction directe.

3. Les procédés de réduction directe : problèmes et perspectives d'utilisation dans les pays en voie de développement

149. Les procédés de réduction directe ou procédés de préréduction sont ainsi nommés car ils permettent de faire l'économie d'installations lourdes, et donc coûteuses, et de passer directement du minéral de fer à un produit appelé éponge de fer susceptible d'être chargé dans un four électrique pour y être transformé en acier.

Ces procédés fonctionnent, on le sait, soit avec un réducteur solide (charbon pauvre) soit avec un réducteur gazeux utilisant alors un four à cuve, un lit fixe, un lit fluidisé, etc.

^{131/} Des essais sont actuellement en cours aux Philippines portant sur la culture d'une plante appelée Ipil-Ipil qui est caractérisée par une croissance rapide (6-7 m en quatre ans) et qui peut être transformée en charbon de bois - une société japonaise pense pouvoir l'utiliser dans son usine de production de sinter mais aussi dans des hauts fourneaux. Certains développements peuvent donc être attendus de ce côté - cf. Techocrat Vol. 2 February 1978.

150. Les principaux procédés de réduction directe sont les suivants^{132/}:

Réducteur solide	{ Chauffage externe Chauffage interne (fours tournants)	{ ECHEVERRIA KINGLOR-VECTOR (DARIELI-MONTEFOPPO)	
		KRUPP SL/RN	
Réducteur gazeux	{ Four à cuve lit fixe lit fluidisé	{ avec recyclage du gaz sans recyclage du gaz	{ HIDRE PUROFER ANMCO
			HYL
		{ sous pression & pression normale	{ HIB FIOR NOVALFER (H2 pur)

a) La difficile percée des procédés de réduction directe

151. Depuis longtemps, des essais avaient été entrepris par les grandes sociétés sidérurgiques pour mettre au point des procédés de réduction directe du minerai de fer. Ces recherches nombreuses ont abouti en 1957 à la réalisation, au Mexique d'une première unité de réduction directe de 200 tonnes/jour^{133/}. Le procédé, auquel la société a donné son nom: HYL^{134/} est un procédé de réduction directe au gaz naturel produisant, à partir d'un minerai riche, des boulettes de fer^{135/} qui sont ensuite transformées en acier dans un four électrique. Le procédé HYL a été mis au point par la société mexicaine en collaboration avec la société américaine KELLOG. Les Mexicains ont été poussés dans la recherche et la mise au point de ce procédé nouveau par leur volonté d'utiliser leurs ressources nationales en gaz naturel afin de se libérer des importations de ferraille et de charbon à coke.

^{132/} D'après SEAFISI Quaterly, January 1977 "Direct Reduction : a promising or auxiliary process".

^{133/} Une unité pilote de 30 tonnes/jour fonctionnait au Mexique depuis 1955.

^{134/} Hojalata Y Lamina.

^{135/} Sponge iron.

152. Il s'agissait d'une innovation majeure permettant d'ouvrir, à côté de la filière classique (haut fourneau), une filière sidérurgique nouvelle, d'autant plus que la réduction directe pouvait être couplée avec l'aciérie électrique et que la disponibilité en gaz naturel fournissait à la fois l'agent réducteur et la source d'énergie électrique à bon marché. En réalité, cette innovation est restée pendant longtemps une affaire strictement mexicaine, et elle faisait l'objet dans les milieux sidérurgiques mondiaux d'une très grande discrétion. A entendre les déclarations des experts, au début et au milieu des années 60, le procédé de réduction directe constituait encore une hypothèse d'école et l'usine mexicaine de Monterrey était en fait un laboratoire ou, à la limite, un simple "pilote industriel". On a pu entendre déclarer dans des enceintes officielles qu'il n'était pas réaliste de faire l'hypothèse d'une sidérurgie construite sur un procédé de réduction directe. Plusieurs années se sont écoulées^{136/} avant que l'ensemble des experts sidérurgistes reconnaissent que le procédé de réduction directe avait cessé d'être une simple hypothèse d'école pour devenir une alternative industrielle effective.

Ce rappel des faits ne devrait pas suggérer la conclusion qu'il y a eu une sorte de conspiration contre les procédés de la réduction directe. En réalité ces phénomènes s'expliquent, d'une part, par la prudence naturelle des experts, d'autre part par la dynamique suivie par l'industrie sidérurgique profondément engagée dans le développement d'autres filières technologiques.

Dès la fin des années 60, plusieurs unités sidérurgiques fondées sur les procédés de réduction directe étaient déjà en fonctionnement, en construction ou en projet : au Mexique, mais aussi au Venezuela, au Brésil, aux Etats-Unis, en Nouvelle-Zélande, en République de Corée, etc.

b) Où en est le développement de la sidérurgie par réduction directe ?

153. Depuis la fin des années 1960, la réduction directe s'est affirmée mais sa progression est encore modeste. Pour l'instant, les réalisations se situent en retrait par rapport aux prévisions.

Un spécialiste de la réduction directe annonçait par exemple, qu'il existait en 1977 39 usines utilisant un procédé de réduction directe dans 12 pays; que 25 unités étaient en construction, dont 12 seraient achevées en 1977. Les capacités de production s'élèveraient à :

15 millions de tonnes en 1977,
31 millions de tonnes en 1981
51 millions de tonnes en 1985^{137/}

^{136/} Jusqu'au Congrès d'Evian en 1967.

^{137/} Prévisions de M. MILLER in Metal Bulletin du 29.4.1977

Les données présentées au Second séminaire de la CEE à Bucarest étaient plus optimistes :

13 millions de tonnes de capacité en 1976
et 34,8 millions de tonnes de capacité en 1980^{138/}

154. Il semble, en fait, qu'au 1er janvier 1977, des capacités de 8,8 millions de tonnes étaient en production et qu'à la même date, des capacités de 22,2 millions de tonnes "faisaient l'objet d'un contrat avec des perspectives d'achèvement avant la fin de 1980" (dont 12 en 1977, 7 en 1978, 4 en 1979 et 4 en 1980^{139/}).

Il résulte de ces informations que l'expansion de la réduction directe devrait être moins rapide que prévu, encore qu'il soit possible que sur la base de ses avantages, ce procédé bénéficie dans certains pays d'une haute priorité et que le rythme de réalisation effective s'accélère.

155. Actuellement, la répartition géographique des réalisations et des projets est la suivante^{140/} :

Jusqu'au 1er janvier 1977, les pays industrialisés détenaient environ 75 % des installations de réduction directe. Les installations devant entrer en production à partir de 1977 jusqu'en 1980 sont situées, au contraire, pour 60 % dans les pays en voie de développement : proportion qui se maintient pour les projets retenus ou étudiés jusqu'à 1985 (et au-delà). Le Mexique, le Venezuela et le Brésil en Amérique latine, l'Iran (NISIC), l'Irak et l'Indonésie au Moyen-Orient et en Asie sont les pays qui ont fait un choix délibéré (bien que non exclusif) en faveur de la réduction directe. Par contre, sauf en Irak et au Qatar, les projets de réduction directe n'avancent guère dans les pays arabes^{141/} ces pays ne disposant pas sur place de minerais de fer à haute teneur de pureté suffisante^{142a/}.

^{138/} STEEL/GE.3/R.3 du 25.08.1977, pages 2 et 3 d'après J. ASTIER.

^{139/} Metal Bulletin monthly, june 1977. Par ailleurs 41 projets retenus pour la période 1981-1985 portaient sur une capacité de 24,2 millions de tonnes, tandis que 41 autres projets étaient à l'étude, portant sur une capacité de 26,4 millions de tonnes.

^{140/} Voir à ce propos la communication par le Dr. NIJHAWAN, Senior Adviser ONUDI "Quelques aspects des progrès réalisés récemment dans la production d'éponge de fer. ONUDI, mémoire présenté au séminaire sur l'utilisation des matériaux pré-réduits dans la sidérurgie - Bucarest - Mai 1976

^{141/} Un contrat a toutefois été signé en Algérie pour le projet Jijel.

^{142a/} Cf. "Arabs disenchantment". Metal Bulletin du 27 septembre 1977. Et pourtant le potentiel théorique de réduction directe par le gaz naturel dans les pays du Moyen-Orient est énorme. On estime en effet qu'à partir du gaz actuellement brûlé en torchère, on pourrait produire 240 millions de tonnes d'éponge de fer par an (Iron and Steel International, octobre 1977. "Direct reduction; progress and plans").

156. Dans les pays industrialisés, des unités sont fermées, la construction d'unités nouvelles est arrêtée, divers projets sont gelés, dans la mesure où le prix de la ferraille, substitut à l'éponge de fer, ne cesse de baisser en raison de la crise qui se prolonge^{142b/}. "Tant que la crise durera, les chances d'une croissance réelle des capacités de réduction directe apparaissent bien faibles. Avec les prix de la ferraille aussi bas, les sidérurgistes n'ont aucune incitation à investir les plus modestes sommes dans la production d'éponge de fer même s'il apparait clairement que lorsque le marché de l'acier s'améliorera l'offre de ferraille pourrait se rétrécir en peu de temps". "Il semble, tout compte fait, qu'il se prépare un dur hiver pour la réduction directe^{143/}". Dans ce contexte, les espagnols qui poussaient activement leurs projets de réduction directe de Gibraltar et de Bilbao les ont gelés. Ils demeurent par ailleurs très conscients de l'avenir du procédé étant donné la probabilité de pénuries de ferraille dans un avenir plus ou moins proche^{144/}.

Un sidérurgiste espagnol vient de le déclarer avec netteté : "Il est clair que la ferraille fera défaut. Il est clair que la réduction directe est la solution ... il est clair qu'il faut commencer^{145/}."

Ces affirmations concernant le rôle et les perspectives d'approvisionnement de la ferraille sont sans doute un peu tranchées. Mais il n'en demeure pas moins que la ferraille devient une matière première d'équilibre dont le rôle est primordial. La dépendance de la sidérurgie par rapport à la ferraille tend à s'accroître en raison des transformations et des mutations dans les appareils de production ^{146/}.

c) Quel agent réducteur : gaz ou réducteur solide ?

157. La "percée" de la fin des années 60 et du début des années 70 a privilégié les procédés de réduction directe fondés sur le gaz : gaz naturel ou gaz de reforming. La plupart des unités construites, en construction ou en projet utilisent les deux principaux procédés : à partir du gaz MIDREX et HYL. L'existence d'immenses réserves de gaz naturel dans les pays de l'OPEP a ouvert à ces procédés de très larges perspectives. Mais l'attention a été attirée sur les essais avancés effectués aux Etats-Unis sur la réduction directe du minerai de fer à partir de charbon pauvre (lignite).

142b/ Sur l'évolution du prix de la ferraille, voir l'étude de la Commission économique pour l'Europe - Comité de l'acier: La ferraille, son importance et son influence sur l'évolution de l'industrie sidérurgique - ECE/STEEL/24 - 17 août 1978

143/ Taking stock of DR Metal Bulletin du 27 septembre 1977.

144/ Cf. Metal Bulletin du 20 janvier 1978. Salis confident on D.R.

145/ UNESID mayo 1978 page 20. "Consideraciones sobre el uso de prerreducidos - por Henrique Abad, Director tecnico de Fundiciones Echevarria-S.A.

145b/ CEE/ONU - Comité de l'acier - La ferraille, son importance et son influence sur l'évolution de l'industrie sidérurgique ECE/Steel 24 - 17 août 1978 -original français.

"Des essais de réduction directe fondés sur le charbon (pauvre) sont menés dans de nombreux pays avancés et certains de ces efforts sont en train de porter leurs fruits. Un procédé utilisant un charbon pauvre de type lignite approche de la mise au point sur le continent américain^{146/}. Il s'agit d'un procédé de LURGI transformé par la société canadienne STELCO; l'unité fonctionne à un stade industriel^{147/}, mais il lui reste à faire ses preuves techniques et financières pendant plusieurs années.

Il semble que de nombreuses recherches soient actuellement menées pour promouvoir les procédés à réducteur solide ou bien pour rendre possible l'utilisation de plusieurs types d'agents réducteurs solides ou gazeux^{148/}.

Cela ouvre à terme une possibilité nouvelle aux régions riches en charbon pauvre (lignite) : c'est-à-dire les U.S.A., l'U.R.S.S. et la R.F.A. mais aussi le BRESIL, les BALKANS (Bulgarie, Yougoslavie, Grèce), l'INDE, l'AUSTRALIE et probablement la République Populaire de la Chine, à part le Brésil et l'Inde, ces pays sont des pays industrialisés. Avec le gaz naturel, une alternative s'ouvrirait pour de nombreux pays en voie de développement; la réduction par le charbon pauvre donne de nouveaux atouts aux pays industrialisés, sauf au Japon apparemment.

d) La réduction directe n'est-elle qu'une innovation marginale ?

158. C'est la question qui est posée actuellement dans de nombreuses publications^{149/}.

Un certain nombre de développements qui affectent le procédé de réduction directe en Europe tendraient à en faire une solution de rechange partielle. Le minerai préréduit ou éponge de fer constituant un produit qui peut servir de régulateur au prix de la ferraille. C'est à travers ce rôle de fournisseur de produit de substitution que le procédé de réduction directe est intégré dans les filières de la sidérurgie.

^{146/} Fortune "The sponge iron" - January 1976.

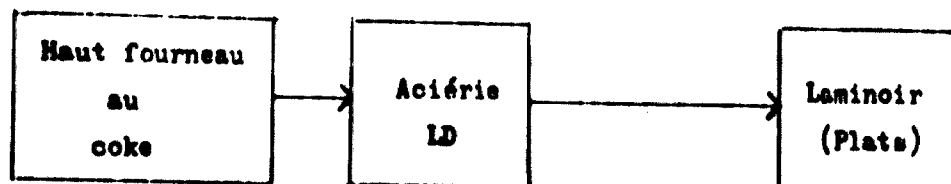
^{147/} D'après Fortune, elle a produit 85 000 tonnes en 7 mois (capacité de 400 000 t/an) mais elle a été arrêtée à cause de la chute des coûts de la ferraille.

^{148/} Par exemple le procédé Kinglor Metor, d'après le directeur de la Société Kinglor Metor C. SpA. cf. à ce sujet - Iron Age Metalworking International "The worldwide explosion of direct reduction" 10/1977.

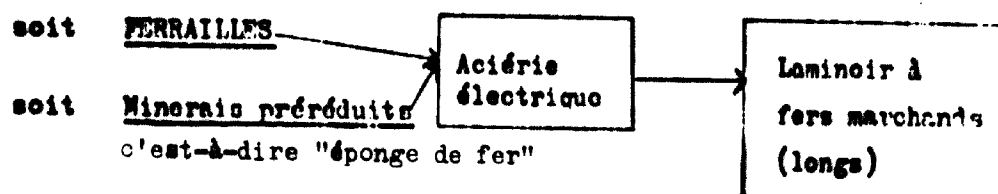
^{149/} Cf. les titres d'articles récents "Direct reduction: a promise or auxiliary process" SEAFISI Quarterly - January 77 - "Direct reduction Iron as a substitute for scrap in electric furnace steel making" Communication présentée au symposium de Kaohsiung - SEAFISI 1976.

Mais il ne s'agit encore que d'une intégration marginale, car le procédé enrichit simplement une variante, une filière secondaire par rapport à ce qui demeure la grande filière classique.

Maxi - usine (filière classique)



Mini - usine (filière annexe)



Cela explique les variations des opinions émines en Europe sur l'intérêt du procédé: tantôt, lorsque la ferraille est chère, c'est le procédé d'avenir; tantôt, lorsque les prix de la ferraille s'effondrent, le procédé relève à la limite de la "science fiction"^{150/}.

159. Cette vision limitée et un peu simplifiée du procédé de réduction directe commence à s'entomper au fur et à mesure que s'affirment les larges potentialités dont il est porteur:

a - Le produit de l'éponge de fer est un produit de qualité que l'on peut utiliser non seulement à la production d'aciers ordinaires mais également d'aciers fins et alliés. "La preuve est faite au Mexique comme en Argentine que l'éponge de fer est un excellent matériau pour la production d'aciers spéciaux"^{151/}. Cela

^{150/} Cf. Metal Bulletin

^{151/} Siderurgia latino-americana No 207 Julio 1977. "En 1980 America Latina Mantendra Liderazgo en Reduccion Directa" J. R. Miller.

rejoint les enseignements du séminaire de 1976 selon lesquels "l'éponge de fer était particulièrement indiquée pour fabriquer des aciers au carbone et des aciers à ressorts, ainsi que des aciers pour la soudure à haute résistance^{152/}.

b - Des évaluations très optimistes sont également apportées sur l'avantage de coût que présenteraient les procédés de réduction directe par rapport aux procédés classiques. Dans le cas des installations vénézuéliennes de SIDOR, l'investissement (y compris la coulée continue mais à l'exclusion des laminoirs) serait de 40 % inférieur à l'investissement qu'aurait nécessité la voie classique. Cela se traduirait au stade de l'exploitation par un avantage de 20 % sur le coût des brames^{153/}. Ces évaluations appellent toutefois une certaine réserve en attendant d'être vérifiées de manière expérimentale, une fois les installations achevées, mises en route et rodées.

c - Par contre, il semble bien que les procédés de réduction directe se caractérisent par leur souplesse et par leur flexibilité :

- Du point de vue des minerais utilisables : on a surtout insisté jusqu'à maintenant sur la haute teneur en fer exigée par les minerais traités par ce procédé, mais il apparaît que les développements récents tendent à élargir la gamme des minerais utilisables, en direction, par exemple, de minerais sulfureux^{154/}. Cet aspect est l'objet d'une expérimentation active;
- Du point de vue des agents réducteurs, certains procédés primitivement mis au point pour l'utilisation de charbons pauvres tendent à s'accommoder de l'utilisation de fuel oil, de gaz naturel ou de gaz de cokerie^{154/}.
- Du point de vue de la taille. La taille normale des installations de réduction directe s'établirait autour de :
300 000 t/an pour les installations à fours tournants,

152/ Séminaire sur l'utilisation des matériaux préréduits dans la sidérurgie... Bucarest, 24 - 28 Mai 1976; également "Consideraciones sobre el uso de prerreducidos" article cité - UNISID Mayo 1978.

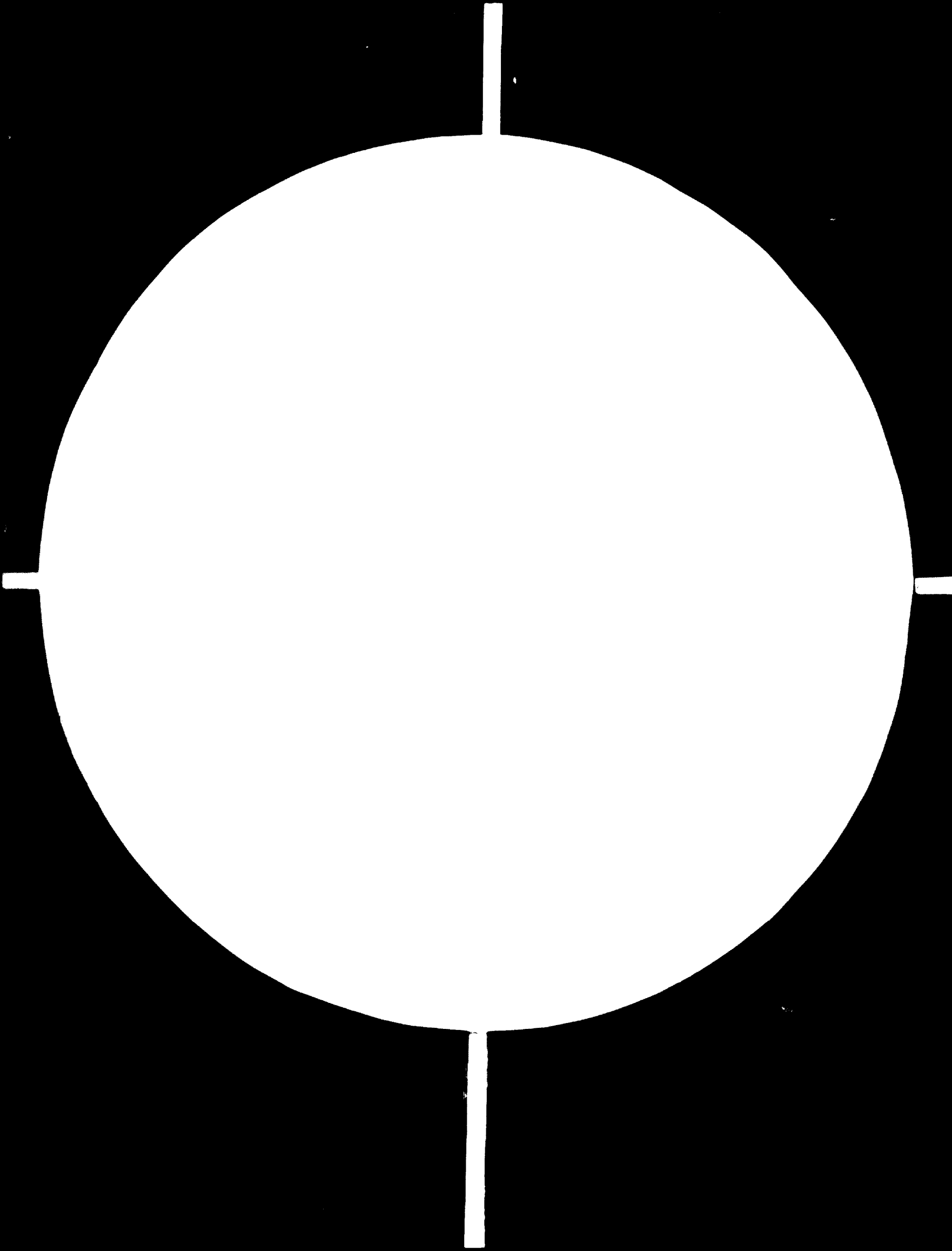
153/ Siderurgia Latino-Americana - "En 1980 America Latina" article déjà cité. Pages 31 et 32.

154/ IAMI "The worldwide explosion of direct reduction" octobre 1977. Il faut également noter que le procédé de réduction directe semble particulièrement adapté pour le traitement de minerais complexes tels que les sables titanifères de Nouvelle-Zélande (8 % de TiO₂) traités dans un four tournant avec un agent réducteur solide "Direct Reduction : Progress and plans" U. Kalla and R. Steffen Iron and Steel International. October 1977. A.314.

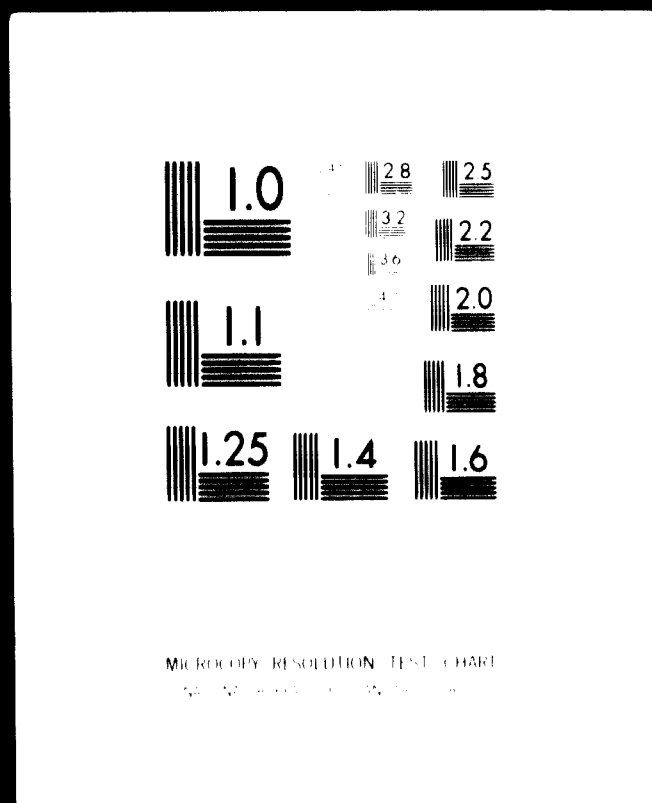
B-12



79.11.14



2 OF 3
08440
F



24x
C

600 000 t/an pour les installations à fours à cuve et à lit fixe
300 000 t/an pour les installations à lit fluidisé^{155/}.

Dans la réalité, la variété des procédés permet d'envisager des tailles beaucoup plus réduites : jusqu'à 20 000 t/an dans le cas du procédé italo-suisse Kinglor-Metor, mais également des tailles plus importantes puisqu'on étudie actuellement la possibilité de réaliser des unités de 1 000 000 t/an^{156/}.

De toute façon comme les unités de réduction directe HYL, MIDREX, PUROFER sont parfaitement juxtaposables rien n'empêche aujourd'hui de construire des unités sidérurgiques intégrées de grande taille, y compris de plusieurs millions de tonnes de capacité annuelle, sur la base d'un procédé de réduction directe. C'est ce qui est en cours, au Venezuela avec l'extension de l'usine de SIDOR à Matanzas. "La vision des choses qui prévalait en 1972 que la réduction directe est surtout utilisable dans de petites unités de production d'acier au four électrique a maintenant changé, pour admettre la possibilité de construire de très grandes unités comprenant des installations de réduction directe d'une capacité de plusieurs millions de tonnes^{157/}."

Dans le même temps la complémentarité d'unités de réduction directe avec de grandes unités sidérurgiques classiques se révèle extrêmement profitable car de petites unités de réduction directe sont en mesure d'utiliser et de valoriser les poussières d'aciérie afin d'en faire de l'éponge de fer^{158/}. De la très petite taille à la grande taille, les procédés de réduction directe élargissent ainsi la gamme des possibilités d'accès à la sidérurgie. Cela présente un grand intérêt pour tous les sidérurgistes, en particulier dans les pays en voie de développement^{159/}.

^{155/} SEAIISI - Quarterly January 1977 "Direct Reduction : a promising or auxiliary process" P. Dhelft - page 43.

^{156/} Korf. procédé MIDREX.

^{157/} Ironmaking and Steelmaking No 5, 1977 "Use of direct reduced iron ore and balanced integrated iron and steel operations" J. R. Miller page 259.

^{158/} C'est récemment que le procédé de réduction directe a pris de l'importance dans le domaine des résidus et des poussières d'aciérie, de gaz de haut fourneau cf. "Direct reduction : progress and plans" U. Kalla and R. Steffen. Iron and Steel International octobre 1977 pages 307-319.

^{159/} Sur ce point, voir les développements ci-après sur les économies d'échelle.

e) La réduction directe et la possibilité d'accélérer le développement de la sidérurgie dans de nombreux pays en voie de développement

160. Quels que soient les problèmes rencontrés par l'expansion de la réduction directe, les différents procédés disponibles suscitent un intérêt de plus en plus grand non seulement dans les pays développés mais également dans les pays en voie de développement :

- En Afrique : à Maurice, au Nigéria, en Zambie;
- En Amérique latine : au Chili, en Colombie, en Equateur, au Pérou, au Salvador, à Trinidad;
- En Asie : au Bangladesh, en Malaisie, à Singapour, en Thaïlande.
- Au Moyen-Orient et en Méditerranée : à Abou Dhabi, en Algérie, en Arabie Séoudite, en Egypte, en Libye, au Maroc, en Tunisie.

161. Pour que la réduction directe devienne effectivement et universellement accessible, il est nécessaire que les différents procédés de réduction directe puissent fonctionner dans une grande variété de contextes.

162. Cela suppose que soient résolus des problèmes relatifs :

- Au transport de l'éponge de fer (oxydation)

Le problème paraît en voie d'être réglé. Son importance est moindre lorsque l'éponge de fer est directement chargée dans des fours électriques. Or ce sera le cas dans la plupart des unités installées dans les pays en voie de développement où la préoccupation de satisfaire les besoins de la consommation nationale prendront le pas sur les perspectives d'exportation.

- Aux tailles et aux modules

La progression des solutions est rapide à la fois pour les installations de très petites tailles (20 000 t/an) et pour celles de plus grande taille avec des modules unitaires de 1 000 000 t/an.

- Aux minerais utilisables

Il faut que les minerais locaux et non seulement des minerais de grande pureté à haute teneur puissent être valorisés. Cela constitue une des limitations à la mise en oeuvre plus rapide des procédés de réduction directe. Le problème ne bénéficie pas de la plus

haute priorité auprès de ceux qui détiennent actuellement les capacités de recherche. On se souviendra à ce propos qu'au siècle dernier, à une époque où les capacités de recherche étaient beaucoup moins importantes qu'aujourd'hui, il a suffi d'un peu plus de 20 ans (1855-60 à 1879) pour utiliser les fontes phosphoreuses dans un convertisseur de type Bessemer, grâce à la découverte du procédé Thomas. Or, 20 ans ont déjà passé depuis la mise en service de la première installation industrielle HYL au Mexique et la gamme des minerais utilisables dans les installations de réduction directe est encore relativement réduite.

163. Les procédés de réduction directe sont contrôlés par de grandes sociétés sidérurgiques appartenant aux pays développés à économie de marché.

- Procédé MIDREX : la Midrex Corporation (détenue par la société allemande KORF) a cédé la licence à LURGI pour l'Europe de l'Est (moins l'U.R.S.S.), la Tunisie, l'Egypte, le Nigéria, l'Espagne. La MITSUI (avec KOBE STEEL) pour l'Extrême-Orient et l'Australie, KORF se réservant l'Europe de l'Ouest, l'U.R.S.S., l'Afrique (sauf le Nigéria) et les pays du Moyen-Orient.
Mais 49 % du capital de KORF a été récemment acquis par la Société autrichienne VOEST-ALPINE.
- Procédé HYL : c'est le premier procédé opérationnel mis en oeuvre par la Société mexicaine HOJALATA Y LAMINA. Cette société a fait de la Société américaine PULLMAN SWINDELL son licencié exclusif^{160/}. La Société PULLMAN SWINDELL a signé à son tour un accord avec la Société japonaise Kawasaki Heavy Industry pour diffuser sur le marché international le procédé HYL.
- Procédé PUROFER : il peut opérer avec une grande flexibilité utilisant différentes matières premières
- Procédé ARMCO : Armco-Foster Wheeler. Armco s'était retiré du domaine de la réduction directe, mais après de nouveaux essais positifs, propose à nouveau son procédé sur le marché. La Société allemande Krupp détient la licence du procédé Armco (réducteur gazeux) tout en développant et proposant son propre procédé à partir d'un réducteur solide.

^{160/} Division de PULLMAN Inc. ; PULLMAN SWINDELL a dans ce cadre la responsabilité de l'engineering et de la réalisation de l'unité de Matanzas au Venezuela (SIDOR) tandis que le personnel vénézuélien ira se former au Mexique, à l'usine de Monterrey - IASI - février 1976.

Tous les procédés sont donc contrôlés et proposés par des sociétés sidérurgiques appartenant aux pays développés à économie de marché.

164. Il s'ensuit qu'une discussion sérieuse sur la coopération dans la sidérurgie devrait considérer les voies et moyens susceptibles de favoriser dans les pays en développement l'introduction et les progrès des procédés de réduction directe.

165. Il semblerait particulièrement important de favoriser dans ces pays la mise en place de capacités de recherche et de mise au point permettant de hâter l'adaptation des procédés à la variété des contextes.

166. Une collaboration interrégionale "triangulaire" pourrait être étudiée. La sidérurgie indienne a entrepris de premières recherches dans cette direction^{161/}. L'expérience de l'Amérique latine en matière de réduction directe est déjà non négligeable; l'intérêt des pays producteurs de pétrole et de gaz pour cette voie est par ailleurs très grand. La rencontre de ces différents intérêts et capacités (techniques et financières) ne permettrait-elle pas par la création d'opérations de joint venture, avec les grandes sociétés sidérurgiques européennes japonaises ou américaines, ou par d'autres moyens, de créer des instruments actifs pour la promotion accélérée de la réduction directe ? Cette voie nouvelle pourrait alors connaître un essor véritable.

f) L'utilisation de l'énergie atomique

167. L'utilisation de l'énergie atomique pour la production d'acier est actuellement expérimentée dans plusieurs pays : aux Etats-Unis, au Japon, en République fédérale d'Allemagne.

L'énergie atomique permet, en effet, d'obtenir de l'hydrogène à partir d'hydrocarbures gazeux traités à très haute température, ou bien à partir de l'eau.

Cet hydrogène est utilisé dans un processus de réduction directe du minerai de fer afin d'obtenir de l'éponge de fer, etc...

L'utilisation éventuelle de ce procédé appelle deux remarques :

- i) Son utilisation dépend du coût auquel pourra être livré l'hydrogène nécessaire à la réduction. Etant donné l'évolution des coûts de l'énergie atomique, il semble difficile de prévoir une diffusion rapide du procédé;

^{161/} "The Tisco Study - direct reduction in India" Iron and Steel International
- June 1976.

- ii) Seules les économies les plus avancées ont les moyens scientifiques et financiers de maîtriser ce procédé dans la période à venir. Ce procédé ne semble donc guère intéresser la très grande majorité des pays en voie de développement, ni à court ni à moyen terme.

B. Les problèmes de taille et d'économies d'échelle

168. De nombreux pays en voie de développement sont des pays de petites dimensions : plus de 50 d'entre eux ont moins de 1 million d'habitants. L'industrialisation de ces pays se heurte à la tendance généralisée qui pousse aux économies d'échelle.

1. Une norme mondiale : les économies d'échelle

169. Il est admis que la mise en oeuvre d'unités de taille de plus en plus grande procure des économies substantielles qu'on appelle économies d'échelle. Les économies d'échelle affectent aujourd'hui la plupart des secteurs de l'économie : - les transports avions gros porteurs, navire minéraliers; - le commerce : les grandes surfaces; mais les économies d'échelle se sont d'abord développées dans l'industrie, où toutes les branches ont été successivement impliquées.

170. Le concept des économies d'échelle procède de constatations simples : la surface du terrain utilisé, les quantités d'équipement mis en oeuvre, l'importance du personnel et en particulier du personnel qualifié exigé ne varient pas en proportion de l'augmentation des capacités de production. Des phénomènes physiques liés à l'augmentation de la taille des équipements et instruments améliorent les performances.

Une unité industrielle de grande taille coûte, dans ces conditions, moins cher à la tonne installée qu'une installation de plus petite taille.

Au cours des dernières décennies, la recherche systématique des économies d'échelle s'est accélérée et s'est imposée à la manière d'une norme mondiale : la norme du "scaling up".

Une partie importante des innovations de procès consiste en des économies d'échelle (scaling-up innovations). Cette méthode a été fortement utilisée au JAPON et en U.R.S.S.^{162/}

2. Les économies d'échelle et la sidérurgie

171. Jusqu'au début de la deuxième moitié du XIXème siècle, la sidérurgie était une industrie caractérisée par des unités de petite taille qui utilisaient

^{162/} Joseph Berliner - The innovation Decision in Soviet Industry. M.I.T. Press Cambridge - 1976.

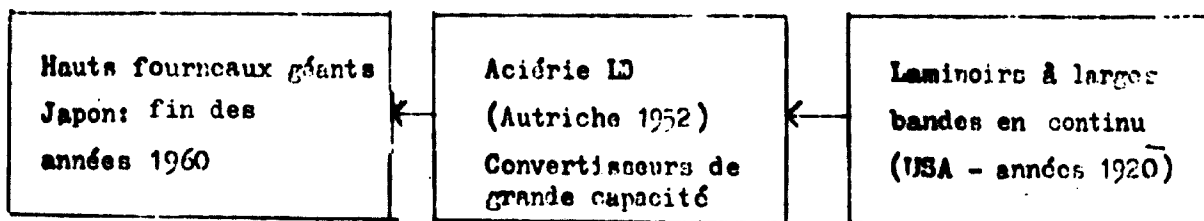
des ressources locales: minerais de fer, charbon ou bois (charbon de bois) et qui approvisionnaient des marchés locaux.

La substitution du coke de houille au charbon de bois ne s'était pas traduite dans un premier temps par une augmentation sensible de la taille des hauts fourneaux.

172. Le premier "bond" vers des dimensions plus grandes s'effectua à partir de 1860 lorsque les besoins croissants de rails destinés à la construction des chemins de fer européens incitèrent à la mise au point d'un nouveau produit; l'acier, produit en grande quantité, par le procédé Bessemer, rapidement suivi par le procédé Siemens-Martin et par le procédé Thomas. Jusqu'au début du XXème siècle, 100 à 200 000 tonnes de capacité annuelle constituaient une bonne moyenne pour des unités sidérurgiques intégrées.

173. Le deuxième "bond" a été déclenché aux Etats-Unis sous la pression des nécessités de la consommation massive de tôles destinées aussi bien à l'automobile, aux appareils électroménagers et aux emballages qu'au transport et au raffinage du pétrole. Le premier laminoir à chaud à larges bandes date de 1926; sa capacité s'élevait à 600 000 tonnes; cinquante ans plus tard, les unités intégrées pour la fabrication de produits plats ont des capacités qui vont de 3 à 10 millions de tonnes; la taille des aciéries et des hauts fourneaux s'est adaptée vers le haut jusqu'au moment où les japonais ont construit des hauts fourneaux géants dont la capacité atteint 14 000 t de fonte/jour.

Le processus a "remonté" de l'aval vers l'amont:



174. Le mouvement de "scaling up" est impératif, il s'empare successivement des filières qui semblaient au départ se constituer sur les avantages de la

petite taille : le four électrique par exemple. La mise au point des fours à haute puissance (UHP) a déclenché l'escalade vers les grandes tailles : 50, 100 puis 200 tonnes, en attendant davantage^{163/}. Les installations de réduction directe constituaient également des unités d'une capacité moyenne de 200 000 tonnes/an; là encore on se propose de passer rapidement à 400 000 tonnes/an; on étudie des unités de 600 000 tonnes/an et on projette des unités de 1 000 000 tonnes/an. (KORF, MIDREX).

175. Le tableau suivant No 9 fournit des éléments de comparaison entre la sidérurgie japonaise et quelques autres grandes sidérurgies mondiales, et fait apparaître les gains procurés par l'utilisation systématique d'unités de grande taille^{164/}.

TABLEAU 9
Ratios de productivité

	<u>Japon</u>	<u>U.S.A.</u>	<u>R.F.A.</u>	<u>France</u>
Investissement pour produire 1 tonne d'acier brut (\$ US) 1965/1973)	173	912	312	664
Acier brut par travailleur (tonnes/homme)	325	178	-	171

Mais les économies d'échelle ne constituaient pas les seuls avantages dont disposait la sidérurgie japonaise par rapport aux sidérurgies concurrentes

L'étude sur la sidérurgie mondiale effectuée par l'ONUDI en novembre 1976 s'est fait l'écho de cette norme mondiale en indiquant dans les tableaux 10, 11 et 12 reproduits ci-dessous les gains en capital procurés par les économies d'échelle :

^{163/} Des prototypes de 400 et de 600 tonnes existent actuellement aux Etats-Unis, la possibilité s'ouvre pour aller maintenant à 800 tonnes. cf. UNESID - Mayo 1978 "Consideraciones sobre el uso de prerreducidos".

^{164/} Japan's Iron and Steel Industry - 1976 - page 77.

TABLEAU 10

Coût en capital d'une unité fondée sur la
 filière "haut fourneau/aciérie à l'oxygène" 165/

Capacités unitaires (en tonnes)	Coût en capital: 100 = coût pour une capacité de 5,000.000 t
200 000	213
300 000	180
400 000	164
500 000	155
600 000	146
700 000	140
1 000 000	129
2 000 000	115
3 000 000	110
5 000 000	100

TABLEAU 11

Coût en capital d'une unité fondée sur
 réduction directe et four électrique 165/

Capacités unitaires (en tonnes)	Coûts (US \$/t)	
	Réduction Directe y compris aménagement du site	Four Elec- trique
200 000	130	79
300 000	111	67
400 000	100	61
500 000	93	56
600 000	88	52
700 000	85	51
1 000 000	84	50
2 000 000	84	49
3 000 000	83	49

TABEAU 12

Coût en capital pour la construction ^{165/}
d'un haut fourneau

Capacité unitaire du haut fourneau (tonnes)	Coût en capital US \$/t
300 000	160
500 000	123
750 000	102
1 250 000	95

D'après ces tableaux, les économies d'échelle obtenues sur le haut fourneau et sur la filière classique (haut fourneau + aciérie à l'oxygène) sont très importantes. Par contre, les économies d'échelle sont nettement moins substantielles sur la filière réduction directe/four électrique dans la mesure où, pour obtenir des capacités de plus de 400 000 tonnes/an, il faut juxtaposer jusqu'à maintenant, tout au moins, plusieurs modules de réduction directe et plusieurs fours électriques,

176. Le concept des économies d'échelle tend ainsi à s'imposer dans toutes les filières de la sidérurgie afin de dégager systématiquement des gains en capital, et par conséquent, des gains en coût d'exploitation. Mais il faut souligner ici que, dans le même temps, le jeu de cette loi exerce une influence négative en contribuant à rendre plus difficile l'accès de l'industrie sidérurgique aux pays en voie de développement de dimensions petites ou moyennes.

Une telle incidence négative joua à plein dans le domaine des produits plats où les laminoirs à trains continus et les slabbing de grande taille disqualifient les installations de petite taille et même de taille moyenne. La même incidence négative risque aussi de jouer un jour sur la filière Réduction directe/Four électrique où l'on assiste au même processus de la mise au point d'unités de moyenne puis de grande capacité.

177. En ce sens, les économies d'échelle constituent parfois des obstacles sérieux pour les pays en voie de développement pour entrer dans des activités où le marché n'est pas assez large, ex.: les produits plats.

3. Réalité et limites des économies d'échelle

178. La valeur universelle du concept des économies d'échelle semblait très solidement fondée. Or voici qu'elle commence à être mise en question. D'une part, l'expérience qui s'accumule dans les pays en développement indique que cette loi joue moins uniformément qu'on ne le pensait. D'autre part, la crise qui se prolonge dans les pays industrialisés à économie de marché fait apparaître des failles dans ce qu'on croyait très solidement fondé.

a) Dans les pays développés à économie de marché

179. Les économies d'échelle ont porté tous leurs fruits devant la période de croissance longue, au moment où les installations industrielles fonctionnaient à un taux très élevé d'utilisation de leurs capacités, à plus de 90 % et jusqu'à 100 %.

180. La crise a fait tomber ces taux de manière durable au-dessous de 80 % et parfois au-dessous de 60 % dans certaines sidérurgies européennes. Les dommages causés par un fonctionnement en sous-capacité sont d'autant plus sensibles qu'il s'agit d'unités de grande taille dont les coûts constants très élevés ne sont plus compensés par un haut niveau de production.

"La crise a ainsi révélé, entre autres choses, d'une part la vulnérabilité des grandes unités sidérurgiques du fait de leur coût élevé en capital et, d'autre part, la meilleure capacité d'adaptation de ce qu'on appelle les mini-usines!"^{166/}

181. D'autres inconvénients liés aux grandes tailles n'avaient pas attendu la crise pour se manifester, en particulier l'allongement des délais nécessaires à la mise en route, ainsi qu'à la montée en production jusqu'au régime de croisière des unités sidérurgiques de grande taille. Cet allongement des délais provient de la difficulté de maîtriser un ensemble complexe de très grande dimension où la continuité des processus implique une articulation précise entre les différents ateliers ainsi qu'un bon ajustement avec

166/ "The shape of things to come" editorial de Metal Bulletin du 9 mai 1973, p. 10

l'environnement. Plus l'échelle des tailles s'élève, plus se prolongent les "maladies de jeunesse" qui en deux, trois ou quatre ans, ont vite fait de mettre à mal les avantages tirés des économies d'échelle.

b) Dans les pays en voie de développement

182. Les phénomènes précédents sont amplifiés.

183. La durée de la construction : Il arrive que le temps nécessaire pour la construction d'une unité sidérurgique dans un pays en voie de développement soit beaucoup plus long que ne le prévoit la norme admise dans les pays développés.

La faiblesse des capacités d'entreprises, les pénuries de ciment, de fer à béton, de main-d'oeuvre qualifiée, les lenteurs bureaucratiques des administrations douanières et financières, les défaillances des transports et des infrastructures se conjuguent pour multiplier les retards.

Des exemples récents indiquent qu'une unité sidérurgique intégrée de 2,5 millions de tonnes a été construite en moins de 36 mois dans un pays de la CEE, qu'une unité sidérurgique de 1,0 million de tonnes a été construite dans le même temps en Asie orientale, tandis qu'il a fallu plus de 80 mois pour construire une unité de 0,5 million de tonnes en Afrique - Moyen-Orient.

Or, les durées qui s'allongent coûtent cher : on a pu, en effet, calculer que chaque mois de retard augmentait l'investissement initialement prévu de 1,2 à 1,4 %^{167/}.

184. La montée en production se révèle également beaucoup plus longue dans les pays en voie de développement que dans les pays développés. Dans la sidérurgie, industrie à processus continu, la montée de production dépend, entre autres choses, d'un bon ajustement entre les différents ateliers. Il faut du temps pour dépasser un taux de marche de 20-30 %. Il faut encore davantage de temps pour passer au-delà de 60-70 % une fois que ce seuil a été atteint. Cela suppose que soient résolus non seulement un certain nombre de problèmes techniques, mais aussi des problèmes ardues de management.

185. L'environnement : Il est difficile - plus difficile encore dans un bref délai - d'ajuster les composantes physiques, économiques, humaines, d'une unité sidérurgique nouvelle à un environnement totalement ou encore largement

^{167/}Rapport du groupe d'experts industriels remis à l'initiative du Ministère de l'Industrie et de l'Energie de la République algérienne démocratique et populaire - en février 1971.

étranger à l'industrie. Il en résulte fatalement l'apparition de goulets d'étranglement : des approvisionnements irréguliers, des aires des stockages trop étroites, des possibilités de logement ouvrier insuffisantes introduisent des aléas préjudiciables à la montée en production et exercent un impact négatif sur les coûts et sur la productivité, etc...

186. La main-d'oeuvre : même si des formations longues, assorties de stages à l'étranger, ont été soigneusement organisées, il est indispensable que la main-d'oeuvre : cadres, techniciens, ouvriers et employés fasse l'apprentissage concret de la mise en marche et du fonctionnement de la nouvelle unité sidérurgique. Cela signifie que des centaines et parfois des milliers de travailleurs de toutes qualifications et de toutes catégories s'intègrent dans une organisation collective du travail. Même si chacun des travailleurs est formé et compétent, cela ne suffit pas pour que le fonctionnement collectif de chacun des ateliers et de l'unité tout entière se fasse de manière efficace^{168/}.

Dans ces conditions, il ne semble pas que l'argument parfois avancé selon lequel il est plus efficace (et économique) d'employer le petit nombre disponible de cadres qualifiés ou très qualifiés en les affectant à des unités de grande taille très automatisées soit très satisfaisant. On doit se demander au contraire si quelques cadres très qualifiés sont susceptibles de pallier à un faible niveau, non pas tellement de connaissances, que d'expérience technique accumulée. On doit se demander également s'il n'existe pas un rapport inverse entre taille des unités sidérurgiques et possibilité de donner à un collectif de travail inexpérimenté son efficacité maximale.

187. Les pays en développement ont essayé tellement d'échecs dans la formation du personnel, - quels que soient les lieux où cette formation a été faite, que cela incite à repenser une problématique du "training" en fonction de la taille des unités de production, et aussi de paramètres non pris suffisamment en considération : notamment les liens entre les procès technologiques et la forme de travail individuel et en équipe^{169/}.

^{168/} Cf. à ce propos, il est intéressant de souligner l'observation de M. Liassine alors directeur général de la Société Nationale de Sidérurgie en Algérie, au Colloque organisé à Dijon les 29-30 septembre et 1er octobre 1976 sur "Transfert de technologie et Développement". M. Liassine faisait remarquer "que pris individuellement les travailleurs de la nouvelle unité sidérurgique d'El Hadjar soutiennent la comparaison avec les travailleurs d'autres pays mais que le problème posé est un problème de fonctionnement collectif". "Transfert de Technologie et Développement" Les Editions techniques - 1977 Paris.

^{169/} Voir Jean Perrin - Répercussions sociales des Transferts de Technologie - conditions de travail et transfert de technologies - Document établi pour le B.I.T. - juillet 1977.

4. Des perspectives nouvelles

De nouvelles analyses à partir de nouvelles bases

188. Les éléments d'information disponibles sur les évolutions qui se développent aussi bien dans les pays développés que dans les pays en voie de développement tendent donc à remettre en cause l'universalité du fonctionnement des économies d'échelle^{170/}. On se rend compte, à l'occasion des événements récents, qu'une unité de production sidérurgique n'est pas seulement constituée de surfaces et de volumes mais d'abord d'un ensemble de travailleurs appelés à maîtriser des processus techniques de plus en plus continus sur la base de systèmes complexes de machines. Une telle maîtrise ne peut être que progressive; elle implique des étapes, elle met en oeuvre des lois sociales et non simplement des constantes physiques. Ce contexte mérite d'être mieux perçu, mieux évalué et analysé afin de parvenir à la définition de seuils à partir desquels peuvent effectivement jouer des économies d'échelle.

"Scaling up" et "Scaling down" .

189. La course aux économies d'échelle et le mouvement de "scaling up" considéré pendant longtemps comme irréversibles se sont développés dans les économies industrialisées les plus avancées : USA, URSS, JAPON, RFA, GRANDE BRETAGNE, etc... qui sont ou ont été des économies à dimensions mondiales. Aujourd'hui le phénomène de la crise aussi bien que la volonté d'industrialisation de nombreux pays en voie de développement de dimensions petites ou moyennes posent le problème en termes nouveaux : non plus seulement de "scaling up" mais aussi de "scaling down" et d'approches nouvelles autour de ce qu'il n'est sans doute pas tout à fait juste d'appeler la "miniaturisation"^{171/}.

Tenir compte de l'expérience

190. Pour avancer sur cette voie, la réflexion peut déjà se nourrir de nombreuses expériences concrètes sortant des normes.

Les "minisidérurgies" ou unités sidérurgiques de petite taille se sont multipliées depuis une quinzaine d'années, en Italie, où les sidérurgistes de la région de Brescia ont acquis une grande notoriété, mais aussi aux Etats-Unis, en Espagne, en Grande-Bretagne, au Japon. Il s'agit d'unités sidérurgique de capacités unitaires de 50 à 150 000 tonnes par an : unités non intégrées de laminage simple, unités semi-intégrées utilisant le four électrique UHP fonctionnant à partir de ferraille, unités intégrées suivant la filière "Réduction Directe/Four Electrique.

^{170/} Dont il n'est pas question, bien entendu, de nier l'existence. A ce propos, il faut souligner fortement le fait que plusieurs pays en voie de développement maîtrisent avec efficacité des unités intégrées de grande taille, en Asie, en Amérique latine et, prochainement, au Moyen-Orient et en Afrique.

^{171/} Dans la mesure où ce terme a une résonance péjorative.

Ces usines sont spécialisées dans la production de fer à béton et, accessoirement, de fers marchands.

Il existe également des unités sidérurgiques intégrées de petite taille (100 à 200 000 t/an) relevant de la filière classique :

Haut fourneau → Aciérie à l'oxygène → coulée continue →
Laminoir à fer à béton et à petits fers marchands

De telles unités fonctionnent de manière satisfaisante (par exemple à Menzel Bourgaiba, en Tunisie), en contradiction avec certaines recommandations conseillant de ne pas descendre au dessous du seuil de 1 million de tonne par an pour des unités intégrées de production de produits longs.

191. Le problème de taille, qui semble résolu pour les fers à béton et pour les petits fers marchands continue à se poser dans le domaine des profilés lourds et des rails, mais surtout dans le domaine de produits plats, pour la production de slabs de tôles laminées à chaud et de tôles fortes. La taille des minisidérurgies serait donc insuffisante pour intégrer des laminoirs modernes produisant des produits plats ^{172/}. Toutefois il est important de ne pas passer sous silence les possibilités qui existent, y compris pour la fabrication de certains des produits de cette catégorie. Certains pensent, en effet, "qu'en acceptant de faire un produit de qualité un peu inférieure il est possible de fabriquer des produits plats dans des unités de petite taille à partir de laminoirs de type Steckel ou Senzimir. C'est actuellement exceptionnel mais des développements techniques sont possibles dans ce domaine" ^{172/}. Il est significatif en tout cas qu'une nouvelle unité installée récemment en Grande-Bretagne avec une capacité de 250 000 t (qui doit être portée à 800 - 1 million t/an) concurrence précisément à partir de son laminoir à chaud à produit plat la production d'une grande unité sidérurgique intégrée voisine ^{173/}. La concurrence sera encore plus vive lorsque un laminoir à froid permettra de passer des coils laminés à chaud à des produits plats laminés à froid destinés à l'industrie automobile. Ces possibilités nouvelles peuvent avoir des conséquences importantes.

192. D'abord la qualité de ces produits risque de ne pas être aussi bonne mais la qualité la meilleure n'est pas exigée par toutes les utilisations des produits plats. Il y aurait donc avantage à recenser dans les pays en voie de développement intéressés quelle proportion des utilisations possibles

^{172/} Iron and Steel International - Avril 1978 "The changing face of steel: analysis of world wide trends". A Van Der Rijst and H.H.J.M. Derkx p. 110

^{173/} dans le cas de l'unité sidérurgique citée, 1 000 personnes suffiront à produire 800 000 tonnes. cf. à ce propos Financial Times du 19 juin 1978 "Mini-mills challenge to the steel giants".

couvre la qualité obtenue à partir de laminoirs à produits plats de dimension moyenne. Il est fort possible que cette proportion ne soit pas négligeable.

Ensuite, si ce qu'on appelle "le bas de gamme" ^{174/}venait ainsi à échapper aux installations de grandes tailles au profit d'installations petites et moyennes moins coûteuses, cela risquerait de priver les installations de grandes tailles de la masse de production dont l'apport est indispensable à leur rentabilité, c'est-à-dire au jeu même des économies d'échelle. Les enjeux sont donc considérables.

Aussi la réflexion d'un des dirigeants de la sidérurgie européenne selon laquelle "l'époque des économies d'échelle était passée", pourrait être autre chose qu'une boutade, cela pourrait signifier, entre autres choses, que "minimills" ou "medimills" ne constituent pas seulement des phénomènes marginaux mais des événements importants dans l'évolution de l'industrie sidérurgique;

Des "faits porteurs d'avenir" sont particulièrement importants pour les pays en voie de développement soucieux de maîtriser les différentes gammes de la production sidérurgique. C'est pourquoi, l'analyse des expériences concrètes en matière d'unités sidérurgiques de taille moyenne devrait être entreprise soigneusement : en Yougoslavie, en Bulgarie, en Egypte, au Chili, en Algérie, en Nouvelle-Zélande (projet) et partout, où des unités moyennes intègrent la fabrication de produits plats ou de profilés moyens et lourds. Car il est utile de confronter ces réalités aussi diverses que possible avec ce qui a été présenté comme l'impératif définitif des économies d'échelle.

^{174/} Cette remarque ne signifie pas qu'il est proposé dans le document de cantonner la sidérurgie de nombreux pays en voie de développement dans la production de bas de gamme, mais au contraire de dégager des voies qui permettent d'accéder progressivement aux parties les plus élevées de la gamme. Il faudrait également évoquer l'intérêt de limiter le nombre de nuances d'acier utilisées : le Comité français de normalisation ayant montré par exemple qu'une cinquantaine de nuances d'acier sur les 400 à 500 actuellement utilisées suffisent à couvrir quelque 80% des usages. Voir "Les industries mécaniques", juin 1974. Voir également à ce sujet les travaux de la Commission Economique pour l'Europe : "Colloque sur les relations entre l'industrie sidérurgique et les industries consommatrices de l'acier, 12 - 16 décembre 1977 - Steel/SEM/3-2, 24 mai 1978.

Economies d'échelle, biens d'équipements et engineering

193. On ne peut passer aussi sous silence la relation qui existe entre taille d'une unité industrielle (sidérurgique) avec l'origine des biens d'équipements, d'une part, et l'origine des études qui entrent dans sa conception et sa réalisation, d'autre part.

Plus la taille de l'unité est grande, moins nombreux sont à travers le monde les sociétés d'engineering et les fournisseurs de biens d'équipement susceptibles de répondre aux appels d'offres. A la limite, quelques engineerings à travers le monde ont les moyens de réaliser dans les temps (au jour près) une unité géante de 7 à 10 millions de tonnes. Par contre, à partir de la multiplication de petites unités sidérurgiques autour de Brescia, un petit fournisseur d'équipements et d'études s'est lancé et a pris une envergure internationale.

Le calcul des gains réels tirés des économies d'échelle ne peut donc faire abstraction de la possibilité - ou non - de faire appel, de créer ou de promouvoir la production de biens d'équipement et les capacités nationales d'études et de réalisation.

On rencontre de nouveau ici la liaison qu'il n'est pas possible d'éluder, dans un pays qui lance et développe son industrie sidérurgique, entre activité sidérurgique proprement dite et activités industrielles à l'amont et à l'aval.

C. Le financement

194. Il est clair que le développement de la sidérurgie dans les pays en voie de développement pose de nombreux problèmes dans tous les domaines : techniques, gestion, pollution, problèmes sociaux, mais aussi problèmes financiers. Dans la situation actuelle, il semble bien que les problèmes de coût et de financement constituent un des points sensibles à propos duquel les termes de la discussion doivent être précisés.

1. Les hypothèses retenues en 1976

195. La première étude sur la sidérurgie mondiale de l'ONUDI a consacré son dernier chapitre aux "Besoins en Capital" correspondant aux projections 1985 et 2000 de consommation et de produits d'acier. Le capital nécessaire pour construire jusqu'à l'an 2000, 446 millions de tonnes de capacités nouvelles dans les pays en voie de développement était estimé à un total de 231,5 milliards de dollars des Etats-Unis,^{175/} répartis en 62 milliards pour la période 1975-1985 et en 169,5 milliards pour la période 1986-2000.

196. Ces estimations étaient fondées sur les hypothèses suivantes :

- a) Deux chiffres de référence étaient retenus en matière de coût à la tonne annuelle installée; le coût le plus élevé : 690 \$ par tonne correspondant à une unité intégrée de 3 000 000 t/an construite suivant la filière : Haut Fourneau/Convertisseur; le coût le plus bas : 312 \$ par tonne, correspondant à une unité construite suivant la filière Réduction Directe/Four Electrique.

Ces chiffres provenaient d'informations publiées ou obtenues de sources privées; ils étaient censés représenter une moyenne pour les années 1970^{176/}

^{175/} UNIDO/ICIS. 25. 15 décembre 1976. Pages 198 à 214. Il s'agit d'investissements bruts; les investissements nets s'élevant à 215,6 milliards de dollars des Etats Unis

^{176/} cf. rapport cité pages 202 et 203

b) Ces coûts en capital ne tenaient compte :

- Ni des investissements nécessités par l'ouverture de mines, par la construction éventuelle d'une centrale électrique directement liée à l'usine sidérurgique, ou par la construction de logements;
- Ni des événements imprévus^{177/};
- Ni des intérêts intercalaires.

c) Les économies d'échelle étaient supposées jouer "normalement" aussi bien pour la filière classique que pour la filière "Réduction directe/ Four électrique"...

197. Ces hypothèses étaient relativement optimistes. Elles sous-estimaient les obstacles au jeu normal des économies d'échelle dans les pays en voie de développement, le contexte caractérisé par l'importance des aléas, des imprévus, ainsi que les intérêts intercalaires alourdis par les retards, et une série d'autres coûts difficilement dissociables de l'investissement sidérurgique lui-même.

198. Dès le début de 1976, des évaluations d'autres spécialistes en matière de coûts en capital étaient sensiblement moins optimistes, puisque le coût par tonne annuelle de capacité installée s'élevait à^{178/} :

- 350 - 500 \$ dans le cas d'opérations de modernisations et d'expansion
- 800 - 1000 \$ dans le cas de constructions d'unités entièrement nouvelles.

Il est vrai que ces évaluations concernaient les Etats-Unis d'Amérique et non l'ensemble du monde. Il était donc difficile de définir avec exactitude un coût moyen en capital. Il fallait faire un choix; c'est ce qui a été fait dans l'étude de l'ONUDI.

2. Un essai de réévaluation et d'actualisation des coûts en capital

199. Une telle entreprise se heurte aux mêmes difficultés que celles rencontrées par l'étude de 1976 : multitude et dispersion des informations; absence de critère solide de choix.

^{177/} Pour lesquels on prévoit habituellement 10 %

^{178/} Fortune - January 1976 "Steel's not so solid expansion plans"

200. En conséquence, il n'y a pas d'autre voie que de repérer les évolutions à travers les estimations de spécialistes.

- a) Le rapport Mitchell^{179/} publié en mai 1977 indiquait par exemple, que d'après des estimations faites à la fin de l'année 1976, le coût en capital à la tonne installée s'élevait à 500 \$ dans le cas d'opérations d'expansion et de modernisation, mais à 1 200 \$ dans le cas de constructions entièrement nouvelles par la voie classique (HF/LD...). Cela marquait une augmentation de plus de 70 % par rapport à 690 \$, chiffre retenu par le rapport ONUDI de 1976.
- b) Les nouvelles estimations du W.T. Hogan publiées à la fin de 1977^{180/} montraient que les coûts en capital varieraient, suivant les différents types d'installations envisagés :

de 1 000 \$/tonne dans le cas de grandes installations intégrées
(Un coût qui devrait s'élever rapidement avec les années pour atteindre au moins 1 300 \$ en 1980).

à 700 à 800 \$/tonne environ en moyenne dans des opérations
d'extension et de modernisation;

et à 490 \$/tonne environ pour des installations de type DR/EF
(140 \$/tonne pour l'installation de DR et 350 \$/tonne pour le
four électrique, la coulée continue et un petit laminoir standard)

Ces estimations sont appelées à varier suivant les pays en fonction des conditions locales. Il est hautement improbable qu'elles soient inférieures à ce qui est indiqué ici, mais il est au contraire très possible qu'elles soient supérieures dans de nombreux cas^{181/}.

- c) Des estimations sont également contenues dans un rapport récent intitulé "Steel industry economies"^{182/}

Les chiffres suivants sont avancés à propos des coûts en capital à la tonne installée aux Etats-Unis, d'une part, au Japon, d'autre part.

^{179/} Mitchell Hutchins op.cit May 1977

^{180/} Iron and Steel Engineer Novembre 1977 "Future steel plans in the Third World"

^{181/} Article cité page 30

^{182/} "A comparative analysis of structure, conduct and performance" by Hans Mueller and Kiyoshi Kawahito - Japan Steel Information Center New York - April 1978

Les coûts sont exprimés en dollars des Etats-Unis 1976 en augmentation permanente et rapide depuis 1970, et particulièrement depuis 1973.

Tableau 13

Coût à la tonne installée
(en dollars des Etats-Unis 1976)

	Extension/Modernisation	Installation entièrement nouvelle <u>83/</u>
USA	520 - 560	1 050
Japon	470	700

201. Ces différentes estimations convergent vers des coûts en capital beaucoup plus élevés que le coût retenu par le premier rapport de l'ONUDI, d'autant plus qu'il faut tenir compte du coût en général plus élevé des réalisations dans les pays en voie de développement.

202. Les coûts réels ou prévus d'installations sidérurgiques en différentes parties du monde font apparaître une grande dispersion, et elles montrent des tendances :

- Dans le cas d'unités semi-intégrées :

200 \$/tonne pour une unité de 250 000 tonnes construite aux Etats-Unis 184/ ;

270 \$/tonne pour une unité de 300 000 tonnes achevée récemment en Suède à Bofors 185/ ;

Environ 2000 \$ par tonne en Algérie pour une unité comprenant aciérie électrique et installation de productior de tubes sans soudure 186/ ;

183/ Ces coûts ont été calculés de la manière suivante :

- aux USA à partir de l'estimation de l'US Steel pour son projet d'aciérie de Conneaut en faisant l'hypothèse que le tonnage des produits finis représente 77 % de l'acier brut produit

- aux Japon en appliquant un facteur de 85 %

184/ Karon Steel Co d'après IASI d'août 1977

185/ Industries et Techniques - No 370 du 10 mai 1978 135 \$/tonne pour l'acier et 135 \$/tonne pour les laminoirs

186/ Cette unité se situe en fait sur le même site que l'unité intégrée d'El Hadjar

800 \$/tonne pour un projet d'unité de 100 000 tonnes au Paraguay, financée par un prêt brésilien^{187/}.

- Dans le cas d'unités intégrées :

Environ 700 \$/tonne pour l'unité intégrée de Fos-sur-Mer en France (estimation en coûts de 1972-1973);

700 \$/tonne pour la troisième phase (achevée fin 1978) de l'unité de la Pohang Steel en République de Corée^{188/};

Environ 2 000 \$/tonne selon les évaluations faites pour le projet vénézuélien de Zulia (5 000 000 tonnes)^{189/};

Environ 2 000 \$/tonne pour la première phase de la sidérurgie algérienne d'Annaba (500 000 tonnes)^{190/}.

Ces informations témoignent d'une grande dispersion des coûts; elles permettent toutefois de constater les tendances suivantes :

- Certains pays en voie de développement (Asie extrême-orientale) font apparaître des coûts en capital inférieurs aux coûts moyens des Etats-Unis et de l'Europe occidentale; leurs coûts ont tendance à s'aligner sur les coûts japonais.
- Dans d'autres pays en voie de développement, les coûts sont beaucoup plus élevés que dans les pays développés; dans plusieurs cas, il faut probablement tenir compte d'un facteur 1,8 à 2 plutôt que d'un facteur 1,3 à 1,4, tout au moins dans les premières phases de création de l'industrie sidérurgique.

^{187/} Metal Bulletin du 21 juillet 1978

^{188/} Il s'agit donc d'une extension (de 2 600 000 à 5 500 000 tonnes de capacité) d'après SEAI SI Newsletter du 18 mai 1978 (1 \$ = 500 won)

^{189/} D'après Financial Times du 5 décembre 1977 et Business Latin America du 22 mars 1978

^{190/} Il est vrai qu'il est difficile de faire une estimation dans la mesure où certaines installations sont déjà dimensionnées en fonction de la deuxième phase et où les sociétés nationales algériennes intègrent dans leur coût de nombreux investissements d'infrastructure

203. L'augmentation des coûts en capital a donc été rapide et toutes les informations disponibles indiquent que le processus continue. L'exemple du projet marocain pour l'installation d'une unité sidérurgique de 1 000 000 t/an est significatif. En 1978, l'estimation du coût du projet a augmenté de 60 % par rapport à l'estimation faite en 1975^{191/}.

Les différents indices disponibles traduisent l'accélération du coût des équipements pour l'industrie sidérurgique qui constituent la part principale du coût en capital^{192/}. L'indice des coûts de l'équipement pour la sidérurgie a évolué comme suit aux USA^{193/}:

1967 : 100,0

1970 : 116,3

1976 : 202,0

D'après la Communauté Economique Européenne, le coût des équipements pour la sidérurgie aurait augmenté de 35 % entre 1960 et 1970 mais de plus de 50 % entre 1970 et 1975^{194/}. Mais par suite du ralentissement des investissements et de la raréfaction des projets, la concurrence des fabricants d'équipement - le plus souvent les producteurs sidérurgiques eux-mêmes - aurait eu pour effet de faire baisser certains prix alors que les coûts augmentent. Cette impression ne peut malheureusement pas être étayée par des statistiques.

Selon une autre estimation, l'augmentation des coûts a été de 67 % entre 1970 et 1975^{195/}.

204. Il est difficile de prévoir comment va évoluer le coût du capital, dans le moyen et le long terme. Est-ce que son taux d'augmentation va être aussi rapide ou bien va-t-il tendre à se ralentir ? Les éléments disponibles ne permettent pas de formuler un pronostic clair d'autant que deux tendances contradictoires s'affrontent dont le "poids" respectif est difficile à apprécier.

^{191/} cf "La Vie Economique" du 12 mai 1978. Le coût estimé de l'unité encore en cours d'études atteint déjà 1 300 \$/tonne (pour la production de produits longs)

^{192/} Encore qu'il ne faille pas sous-estimer, surtout dans les pays en voie de développement, l'importance des coûts de génie civil, de construction, d'infrastructures diverses, etc.

^{193/} Mitchell, Hutchins op cit. Exhibit 44

^{194/} CECA "Investissements dans les industries communautaires du charbon et de l'acier"

^{195/} Peter F. Marcus "World Steel Supply Dynamics", New York, March 1976

- a) Les engineerings spécialisés dans l'industrie sidérurgique, les producteurs d'équipement pour la sidérurgie, en particulier d'équipement clé, tels que haut fourneau, convertisseur LD, coulée continue, laminaires, etc, sont concentrés dans les pays développés à économie de marché et en URSS. La plus grande partie des unités sidérurgiques qu'ils ont construites depuis vingt ans se situaient en Amérique du Nord et en Océanie, mais surtout en Europe et au Japon. Or, les perspectives de construction d'installations sidérurgiques nouvelles ou même d'extension dans ces régions pour les dix années qui viennent sont très pessimistes. Ces sociétés d'engineerings et ces constructeurs de biens d'équipement ont, dans ces conditions, intérêt à augmenter leurs ventes dans les pays en voie de développement et donc à faire des propositions acceptables pour des économies où les capitaux disponibles sont en général rares.
- b) Mais les sociétés d'engineering et les constructeurs de biens d'équipement pour la sidérurgie sont également mûs par une autre préoccupation, à savoir maintenir la rentabilité de leur industrie en compensant une baisse relative de leurs activités par des prix plus élevés, quand ceux-ci peuvent être pratiqués, en particulier dans les opérations où il est possible de lier crédits gouvernementaux ou bancaires accordés au pays client et services d'engineering et équipements. C'est précisément un cas très fréquent quand il s'agit de construction d'unités sidérurgiques dans les pays en voie de développement.

L'évolution du compromis résultant de l'imbrication de ces tendances contradictoires ne peut être préjugée. Ce compromis est objet et résultat de négociations.

3. Les conséquences de l'élévation des coûts en capital dans l'industrie sidérurgique

205. Ces conséquences se développent dans deux directions : à travers leurs impacts sur les coûts de production et sur les problèmes de financement.

206. L'impact sur les coûts de production. Les coûts de production dans la sidérurgie sont particulièrement sensibles : au coût de la main-d'oeuvre par tonne d'acier produite et au taux d'utilisation des capacités, et, en particulier, au coût en capital par tonne annuelle installée^{196/}.

^{196/} Iron and Steel International - April 1978 "The changing face of Steel - an analysis of worldwide trends" A. van der Rijst and H.H. J.M. Derkx

Jusqu'à maintenant, étant donné le niveau relativement bas des coûts en capital des sidérurgies installées - on a calculé par exemple que 100 millions de tonnes de capacité avaient été installées au Japon pour un coût moyen de 200 \$ par tonne - la part des coûts d'amortissements et des frais financiers dans les coûts de production étaient restés à un niveau relativement peu élevé.

Ils représentaient : 33,11 \$ par tonne d'acier au Japon (moyenne), 18,78 \$ par tonne d'acier, aux Etats-Unis (moyenne)^{197/}, 22,50 \$ par tonne d'acier aux Etats-Unis (moyenne)^{198/}.

L'élévation des coûts en capital au cours de ces dernières années se traduit nécessairement par une élévation des coûts d'amortissement et des frais financiers. Un coût en capital de 1200 \$ par tonne installée se traduisait par un coût d'investissement et des frais financiers égaux à 103 \$^{199/}. Les coûts d'amortissement et les frais financiers s'élèveraient pour des installations nouvelles à 177 \$ aux Etats-Unis pour un coût moyen en capital de 1 050 \$ par tonne et 119 \$ au Japon pour un coût moyen en capital de 700 \$ par tonne^{200/}.

Dans le cas d'opération d'extension et de modernisation, les coûts d'amortissement et frais financiers s'élèveraient à 88 \$ à 110 aux Etats-Unis et à 80 \$ au Japon^{200/}.

207. Ces différentes données appellent les commentaires suivants :

- a) L'augmentation actuelle des coûts en capital se traduit par une modification de l'ordre de grandeur de la part des coûts d'amortissements et des frais financiers dans les coûts de production. Cette modification est d'autant plus sensible que le taux de marché de la sidérurgie a tendance à se situer à un niveau bas ou très bas et que les prix sont

^{197/} Japon Steel Information Centre - Mueller et Kawahito op.cit. page 22

^{198/} Mitchell, Hutchins op.cit. Exhibit No 15 - Il s'agit dans les deux cas, d'unités sidérurgiques intégrées

^{199/} Mitchell, exhibit 15

^{200/} Mueller and Kawahito page 47 - Les coûts en capital pour les opérations d'extension et de modernisation étant estimés à :

520 à 650 \$/tonne aux USA et 470 \$/tonne au Japon

soumis sur le marché mondial à une très vive compétition. Qu'il suffise d'indiquer à ce propos que les prix d'acier pratiqués à l'exportation sont fréquemment descendus au dessous de 250 \$ par tonne, le prix de certaines catégories de tôle japonaise ayant par exemple baissé de 270 \$/tonne FOB en septembre 1973 à 240 \$ en janvier 1978^{201/}.

- b) Ces coûts sont estimés en fonction de données relatives aux sidérurgies américaine ou japonaise. Les coûts en capital pratiqués aujourd'hui dans de nombreux pays en voie de développement sont, on l'a vu, en général beaucoup plus élevés, de 50 % et parfois de 100 %, par rapport au coût estimé pour les Etats-Unis. Cela veut dire que, dans ces conditions, coûts d'amortissement et frais financiers pourraient s'élever jusqu'à : 206 \$ par tonne, si on retient la première estimation (103 \$ x 2) et 354 \$ par tonne si on retient la deuxième estimation (177 \$ x 2).

Encore faut-il tenir compte que ces calculs sont faits sur la base d'un taux de marché considéré comme normal et que, par ailleurs, les frais financiers risquent d'être relativement plus élevés dans des pays où les installations sidérurgiques nouvelles risquent de dépendre largement, d'une part, de prêts et, d'autre part, de financements étrangers, dont le prix est généralement élevé.

208. L'Impact sur le financement. Le financement est un des problèmes majeurs du développement de l'industrie sidérurgique dans les pays en développement.

La sidérurgie se confirme comme une industrie de plus en plus lourde. Par exemple : le coût estimé du projet marocain de Nador représentait plus du quart du produit intérieur brut marocain en 1975, environ 150 % de la valeur ajoutée par l'industrie en 1975 et environ 150 % de la Formation brute de capital fixe en 1974^{202/}.

201/ SEASIS Newsletter 16 mars 1978

202/ Coût estimé à 7 milliards de dirhams cf. "La Vie Economique" du 12 mai 1978

209. Les pays pétroliers disposant d'un surplus monétaire abondant, ainsi que certains pays en voie de développement où la haute productivité déjà atteinte abaisse les coûts en capital, sont en mesure d'assurer ou de maîtriser le financement des coûts en capital requis pour l'édification d'unités intégrées de grande taille. Il n'est pas de même dans un grand nombre de cas. W.T. Hogan observe que "le problème du financement est un problème formidable ... si grâce aux surplus pétroliers, plusieurs pays du Moyen-Orient ont les moyens de financer leurs propres expansions, d'autres pays, tels que la Chine, l'Inde, le Brésil ainsi que les autres pays en développement non producteurs de pétrole devront dépendre de financements extérieurs ..."^{203/}. Ce pronostic semble actuellement correspondre à la réalité.

210. Un certain nombre de projets lancés dans les pays en voie de développement ne peuvent, en effet, entrer dans une phase de réalisation, à cause d'une insuffisance de financement.

Cela semble le cas du projet marocain de Nador^{204/} ainsi que du projet vénézuélien de deuxième complexe sidérurgique à Zulia^{205/206/}.

Le fait que le Brésil, en train de réévaluer ses plans d'expansion de l'industrie sidérurgique semble adopter le principe qu'aucun projet nouveau ne serait lancé avant d'avoir la certitude de son financement^{207/} est significatif de la situation qui existe dans la plupart des pays en voie de développement.

211. La nécessité dans laquelle se trouvent les pays en développement de s'adresser à des sources de financement extérieures entraîne pour ces pays de nombreux problèmes.

^{203/} Iron and Steel Engineer - November 1977 W.T. Hogan "Future Steel plans in the Third World" op. cit. page 31

^{204/} Metal Bulletin du 28 mars 1978

^{205/} Financial Times du 5 décembre 1977

^{206/} Metal Bulletin du 6 juin 1978

^{207/} Metal Bulletin - 27 juin 1978 "Brazil rethinks steel plan"

- a) Les pays pétroliers, l'Arabie saoudite et les pays du Golfe, se sont intéressés au financement d'industries sidérurgiques dans les pays en voie de développement. Par exemple, un fonds koweïtien est intervenu en Mauritanie. Mais ces interventions sont limitées.

L'URSS et les pays socialistes de l'Europe de l'Est ont de leur côté financé partiellement plusieurs installations sidérurgiques dans les pays en voie de développement.

Il est donc raisonnable de penser que la plus grande partie des financements extérieurs devrait être négociée par les pays en voie de développement avec les organisations internationales (BIRD) ou (BID), etc., avec les banques ou avec différents organismes de financement mis en place par les gouvernements des pays développés à économie de marché.

- b) Ces organismes où sont parties prenantes à la fois des firmes privées, des sociétés étatiques, ou les états eux-mêmes, exercent donc, à travers la capacité de financement qu'ils détiennent, non pas un pouvoir de décision, mais du moins de freinage ou d'accélération, sinon d'orientation sur les projets proposés par les pays en voie de développement^{208/}.
- c) La fourniture de services d'engineering, de biens d'équipement de savoir faire est dans la pratique souvent liée aux financements. Le financement japonais a finalement été accordé au projet de Tubarao moyennant l'acceptation d'une part d'équipements japonais supérieure à ce que le Brésil souhaitait au départ^{209/}. Cela met en lumière une des contraintes fortes résultant du nécessaire appel à un financement extérieur. Cette contrainte est en effet souvent contradictoire avec la promotion d'industries nationales de production de biens d'équipement

^{208/} L'exemple de Tubarão au Brésil traduit bien cette situation

^{209/} Et à ce que l'industrie brésilienne était effectivement capable de fournir

pour la sidérurgie ainsi que de capacités nationales d'engineering dans les pays en voie de développement qui constituent une des composantes majeures d'un processus d'insertion de la sidérurgie dans un système industriel national intégré.

C'est ce que exprime la réponse d'un pays au questionnaire envoyé par l'ONUDI sur l'industrie sidérurgique : "une fourniture croissante d'équipements fabriqués par l'industrie nationale dépend d'un effort accru de financement national ou de participations étrangères au capital car il est tout-à-fait improbable de recevoir ce type de support de l'industrie sidérurgique des pays développés, en raison de la surcapacité qui affecte actuellement l'industrie mondiale"^{210/}.

- d) La faiblesse des capacités propres de financement est déjà une caractéristique de nombreuses sidérurgies de pays développés à économie de marché au Japon et en Europe où progressivement les capitaux propres tendent à ne plus représenter qu'une part minoritaire du passif : moins de 20 %, parfois moins de 12 % dans certaines sidérurgies européennes. On sait quel est l'impact d'une telle structure du capital sur les coûts, à travers les frais financiers liés aux prêts à long, à moyen et à court terme. La plupart des sociétés sidérurgiques dans les pays en développement sont contraintes, faute de ressources propres à accepter une structure du capital de ce type, elles doivent ensuite en payer le prix en intérêts et en frais financiers.

212. L'analyse des contraintes financières met en évidence l'intérêt de nouvelles filières techniques permettant d'obtenir une gamme de plus en plus large de produits à partir d'installations de taille réduite :

On a vu que les coûts d'une installation sidérurgique fondée sur la réduction directe et le four électrique sont inférieurs à 500 \$/tonne pour des capacités de 3 à 400 000 t/an.

^{210/} UNIDO. Questionnaire sur l'industrie sidérurgique, distribué aux pays en développement

On a vu aussi que de telles installations produisent pour l'instant une gamme limitée de produits, à partir de minerai de fer d'une certaine qualité, etc... D'où le grand intérêt de recherches destinées à promouvoir une banalisation possible des inputs ainsi qu'à élargir la gamme possible des fabrications (vers les produits plats).

213. Les enchaînements financiers n'apparaissent plus alors aussi inéluctables. D'autres chaînes de causalités sont possibles : coûts en capital plus faibles → relâchement des contraintes de financement externe → élargissement des possibilités d'intégration de la sidérurgie dans un système national, etc.

Cette analyse suggère enfin qu'il n'y a pas un problème de financement "en soi" mais que celui-ci occupe une position centrale dans les éléments en interactions qui constituent les données de la complexe négociation pour la création et la promotion de l'industrie sidérurgique dans les pays en développement.

III. LA COOPERATION INTERNATIONALE

214. L'industrie sidérurgique est sensible aux évolutions de l'économie mondiale qui l'orientent actuellement vers le ralentissement de la croissance. La prise en compte réaliste de ces tendances négatives n'est toutefois pas contradictoire avec l'élaboration d'une démarche prospective à long terme, inspirée par la volonté de promouvoir un développement dynamique et une meilleure répartition de l'industrie mondiale au profit des pays en voie de développement. Elle l'a rend plus nécessaire.

215. Les acteurs et les stratégies actuelles constituent le point de départ d'un processus appelé à se développer progressivement, au fil de négociations complexes entre des partenaires s'appuyant sur les atouts dont ils disposent et découvrant le dynamisme potentiel de nouvelles complémentarités.

216. Cette troisième partie, qui est aussi la conclusion de cette étude, tente de mettre en lumière le "système" que forme l'industrie sidérurgique mondiale, avec ses structures caractéristiques et ses variables motrices, afin de mieux cerner dans ce domaine le contexte et les contours d'un processus de négociation.

A. Du consensus optimiste de Lima à l'amorce d'un processus de négociation

217. L'évolution intervenue et analysée dans le chapitre I peut se résumer ainsi : La Conférence de Lima s'est tenue en mars 1975 alors que la récession avait déjà touché depuis quelques mois l'activité de l'industrie sidérurgique. Tout le monde pensait qu'il s'agissait d'un simple mouvement cyclique (conjoncturel) s'inscrivant dans la tendance longue de croissance soutenue qui durait depuis plus de vingt ans. Ce climat s'est maintenu jusqu'à la première partie de 1977. Les perspectives optimistes de croissance et la répartition de l'industrie sidérurgique mondiale présentées par le premier rapport de l'ONU pour 1985 et pour 2000 ont été bien accueillies par les pays en voie de développement comme par les pays développés. Du côté des pays développés à économie de marché, ces perspectives correspondaient aux vastes projets de délocalisation de l'industrie qui étaient annoncés à l'époque en direction des pays en développement. Si bien que 150 millions de tonnes de capacité de production prévus pour 1985 et 400 à 500 millions de tonnes prévus pour 2000 dans les pays en voie de développement semblaient des objectifs non déraisonnables.

Les tendances pessimistes se sont développées au cours de l'année 1977 dans les pays industriels d'économie de marché. Un événement perçu comme conjoncturel a été progressivement caractérisé comme un ensemble de transformations structurelles. L'optimisme et l'euphorie ont fait place au pessimisme. Les prévisions ont été révisées en baisse, y compris dans un grand nombre de pays en voie de développement. Les prévisions pour 1985 et à plus forte raison pour l'an 2000 sont devenues incertaines, d'autant plus que les méthodes de prévision utilisées ne fonctionnent plus et qu'il faut en fabriquer de nouvelles.

La plupart des commentaires et des analyses récentes donnent l'impression que la tendance à court terme très pessimiste constitue un lourd handicap pour l'avenir.

Retrouver la signification et le dynamisme des objectifs définis à Lima

218. On a insisté dans la première partie de l'Etude sur la distinction à faire entre "projections" dont la confection dépend étroitement des tendances constatées dans le passé et qui postulent finalement un certain arrangement permanent des facteurs (arrangement structurel) et "démarche prospective". L'originalité de la démarche prospective est justement de prendre son point de départ dans la rupture avec la tendance, pour projeter dans l'avenir de nouvelles combinaisons durables de facteurs tout en balisant le processus d'articulation de ces nouvelles combinaisons et leurs conditions d'association et de réalisation.

219. Dans le climat pessimiste de la seconde partie de 1978^{211/} où la tendance projetée développe ses conséquences négatives, il importe de situer à nouveau les objectifs acceptés à l'issue de la conférence de Lima et traduits ensuite en objectifs proposés pour le développement de l'industrie sidérurgique en l'an 2000.

Il est vrai que malgré la crise dans les pays industriels d'économie de marché, la progression de la sidérurgie a continué, bien qu'inégalement, dans les pays en développement. La question se pose à terme si, en raison des interdépendances généralisées, cette progression pourrait se maintenir avec la continuation de la récession, la stagnation ou même une faible croissance dans les pays développés d'économie de marché.

Ces objectifs ne correspondent pas à la tendance actuelle imprégnée par la crise. Il est important de retrouver leur signification. Car augmenter la part des pays en voie de développement jusqu'à 25-30 % de la production sidérurgique mondiale n'est pas un simple objectif quantitatif.

211/ Ce rapport a été terminé en septembre 1978.

Une telle répartition implique une modification de la structure de l'industrie sidérurgique mondiale. Pratiquement, cette répartition dépend du développement de procédés nouveaux, de nouvelles routes, d'une réorientation des recherches, d'une plus grande autonomie des choix, d'un certain déplacement des centres de décision, etc. Loin donc de conduire à la mise en sommeil des objectifs de Lima, la crise actuelle est une invitation à en souligner la signification prospective, susceptible de fournir des bases à un nouvel arrangement des facteurs et de stimuler le long processus de négociation nécessaire.

L'amorce d'un processus de négociation

220. La situation de crise dans l'industrie mondiale de la sidérurgie a suscité, dans un premier temps, une série de mouvements de défense : de la part des Etats-Unis mettant en place un système de "trigger prices" pour limiter les importations européennes, mais surtout les importations japonaises; de la part de la Communauté économique européenne, protégeant son marché sur la base d'accords de limitations des ventes négociés avec les principaux importateurs et d'un système de prix planchers. Ces mesures protectionnistes menacent sérieusement l'édifice construit sur les principes du libre-échange. Les différents acteurs en sont conscients et ils sont très soucieux de montrer que les mesures prises -provisaires - ne sont pas incompatibles avec leur adhésion au GATT. Il s'agit, en effet, de mesures d'urgence à court terme qui ne suffisent pas à définir des politiques à long terme ni même à moyen terme.

221. C'est pourquoi apparaît et s'affirme de manière de plus en plus explicite un appel en faveur de l'organisation d'une grande négociation sur l'avenir de la sidérurgie mondiale. Les formulations sont diverses, tantôt il s'agit de "discussion" ou de "forum mondial", tantôt plus explicitement de "négociation".

222. Une très large discussion sur l'avenir de l'industrie sidérurgique mondiale est préconisée et il est souhaité, par exemple, qu'on s'achemine vers un accord du type de "l'Accord multifibre" (AMF)^{212/}, d'autres européens sont plus réservés quant à la mise en oeuvre d'un tel processus^{213/}.

^{212/} Metal Bulletin; 11 juillet 1977 (Interview de M. Ferry.)

^{213/} Metal Bulletin; 1er avril 1977 (Interview de M. Köhler, un des dirigeants de Dénélux.)

Certains responsables de la sidérurgie japonaise sont de leur côté partisans d'une très large consultation internationale^{214/} tandis que les Etats-Unis poussent activement à l'organisation d'une négociation à l'échelle mondiale. Depuis deux ans, plusieurs responsables de la sidérurgie et de l'administration américaines ont développé ce thème avec insistance. Dès septembre 1977, le représentant spécial du Président Carter déclarait devant un comité du Congrès des Etats-Unis : "Nous pensons que la complexité des questions de la sidérurgie ainsi que les changements en cours rendent indispensable la création d'un groupe international permanent afin de suivre l'évolution de la branche et de faciliter la coopération internationale chaque fois que des problèmes apparaissent"^{215/} Ces orientations ont été reprises au moment de l'instauration du système des "trigger prices"^{216/}. Elles ont reçu un début d'application à travers la création d'un nouveau comité au sein de l'OCDE^{217/218/} marquant une étape vers l'ouverture de la discussion sur l'industrie sidérurgique mondiale. Le nouveau président de l'American Iron and Steel Institute a souligné à ce propos qu'il "n'était pas question

^{214/} Metal Bulletin; 2 août 1977 (Interview de M. Inayama, Président de la Japan Iron and Steel Federation.

^{215/} Déclaration du 20 septembre 1977 de M. Robert Strauss.

^{216/} Cf. Solomon report du 7 décembre 1977.

^{217/} Un groupe de travail ad hoc a été établi par le Secrétaire général de l'OCDE au milieu de 1977. Il a constitué un système d'information pour suivre de très près la situation.

^{218/} La création d'un comité de l'acier était en discussion au cours de l'été 1978. Il devrait procurer "un forum continu" pour mettre en consultation les parties intéressées.

Le groupe de travail a considéré qu'une attention prioritaire devait être donnée à la nécessité à long terme de la restructuration et de la modernisation. Il a reconnu que la rationalisation des industries nationales sidérurgiques devrait être un difficile et parfois douloureux processus.... Cette rationalisation devrait s'effectuer dans les conditions d'un libre et loyal flux du commerce international. Aucune solution pour les problèmes fondamentaux des industries de l'acier ne peut être trouvée avec des restrictions quantitatives. En addition, le groupe espère qu'un système d'alerte pour identifier les problèmes facilitera des décisions rationnelles d'investissement dans le futur à travers l'accroissement de la transparence de l'industrie mondiale (OCDE Press Release of 30 november 1977) et (Steel committee of Economic Commission for Europe - Steel R/31/Add.2, 14 August 1978).

de créer un cartel général de l'acier comme certains le craignaient, mais que le temps était venu d'ouvrir des discussions sur la sidérurgie, dès lors que tous les autres grands producteurs ou grands consommateurs de produits sidérurgiques étaient au moins aussi intéressés par la situation de la sidérurgie que nous le sommes ... que des solutions à long terme aux problèmes globaux de la sidérurgie étaient liés à des négociations multi-latérales conduisant à un accord international sur la sidérurgie entre les gouvernements des pays producteurs d'acier^{219/}.

223. Un processus - plus ou moins long - d'acheminement vers une négociation mondiale sur la sidérurgie est donc en cours. Il est important que cette négociation, née de la crise, prenne toute sa signification en intégrant les objectifs définis à Lima. Il est important que dans la définition nouvelle et le réaménagement de l'industrie sidérurgique mondiale, les intérêts des pays en voie de développement soient présents.

B. Vers une grande négociation ?

224. Si l'on retient cette perspective, il n'est pas sans intérêt de réunir des matériaux susceptibles d'être versés au dossier préparatoire d'une éventuelle négociation sidérurgique mondiale. A dessein, on utilise l'expression "mondiale" et non "internationale". L'impératif de l'économie est aujourd'hui mondial - et non plus seulement international^{220/}. Le débat ne se limite plus aux seuls pays industriels à économie de marché. Deux réalités s'imposent :

- L'Union soviétique est devenue le premier producteur sidérurgique; l'Union soviétique et les pays de l'Est européen constituent aujourd'hui un élément important de la sidérurgie mondiale, en tant que producteurs et en tant que fournisseurs actuels et potentiels de techniques et d'équipements;
- Les pays en voie de développement participent aujourd'hui pour environ 10 % à la production mondiale d'acier; un mouvement a été déclenché sur lequel - tout le monde en est d'accord - il ne sera plus possible de revenir.

La dimension de la régulation du marché sidérurgique ne peut donc être, en cette fin de siècle, que mondiale.

^{219/} Déclaration de M. Lewis W. Foy, American Iron and Steel Institute, Press Release 20 June 1978.

^{220/} Voir l'analyse du Pr. A. Cotta. La France et l'impératif mondial, P.U.F. 1978.

225. D'autres réalités doivent également être considérées ; le rôle de l'Etat dans les industries sidérurgiques nationales, l'évolution des formes contractuelles des arrangements industriels, l'indissociabilité des composants des négociations. Il s'agit de "tendances lourdes" que tout essai prospectif doit considérer. Ce sont de premiers éléments que le Centre d'études industrielles souhaite apporter au dossier de la négociation.

1. Le rôle de l'Etat

226. Les acteurs et leurs stratégies respectives ont été sommairement décrits au Chapitre I. Cette analyse ne serait pas complète si elle ne privilégiait pas l'Etat comme agent essentiel de la régulation des sidérurgies nationales.

- L'Etat a toujours joué un rôle exclusif dans la sidérurgie des pays à économie centralisée;
- L'Etat joue - directement, par la nationalisation ou indirectement, par la fourniture de crédits et de garanties - un rôle grandissant dans les pays développés à économie de marché, en particulier en Europe;
- L'Etat est enfin le grand initiateur et promoteur de l'industrie sidérurgique dans tous les pays en voie de développement.

Le tableau ci-après montre le rôle croissant de l'Etat dans ces pays où les firmes privées tendent à devenir des partenaires minoritaires n'intervenant que sous forme de "joint venture" avec une société ou un organisme d'Etat.

Il est clair, dans ces conditions, qu'une discussion ou, à plus forte raison, une négociation sur la sidérurgie engage, en fait, la responsabilité des Etats.

Tableau 14

Part de la capacité de production de la
sidérurgie contrôlée par l'état ou par le secteur
public dans certains pays (en %)

Pays en développement	Capacité 1975	Capacité prévue en 1985-1988
<u>Amérique Latine</u>		
- Argentine	70	80
- Brésil	60	80
- Chili	100	100
- Mexique	50	65
- Pérou	100	100
- Vénézuéla	86	90
<u>Asie</u>		
- Inde	65	75
- Iran	100	100
- République de Corée	100	100
- Arabie Saoudite	-	100
<u>Afrique</u>		
- Lybie	-	100
- Tunisie	100	100
- Algérie	100	100
- Maroc	-	100
<u>Europe</u>		
- Espagne	51	65
- Turquie	90	90

Sources: différents numéros de Metal Bulletin; Iron and Steel International,
Stahl und Eisen, Siderurgia Latino-americano.

2. L'évolution des formes contractuelles des arrangements industriels

227. Une tendance générale s'affirme dans tous les secteurs industriels, et pas seulement dans la sidérurgie, l'adaptation des formes contractuelles vers un "paquet" des apports, et l'apparition de nouvelles formes d'équilibre des apports et contreparties dans les négociations industrielles.

228. Les ventes d'ensembles complexes de machines et d'équipements (ensembles industriels) tendent à se développer beaucoup plus rapidement que les ventes unitaires de ces mêmes types de bien. Il est rare qu'une fourniture d'ensemble industriels ne s'organise pas autour d'une vente de licence, dont la mise en oeuvre appelle la fourniture de documentation, de savoir-faire, prolongée éventuellement par un service d'assistance technique. Il est également devenu normal que la formation des personnels du client soit contractuellement prévue. On entre alors dans le domaine de l'organisation et de la gestion, des circuits d'approvisionnement à la commercialisation du produit. D'un simple contrat de vente, on est arrivé en quelques années aux formules de contrats "clefs en main"...^{221/} puis de contrats "produits en main"^{222/} ou "marché en main" en passant par une série de formules intermédiaires.

L'évolution des contrats indique que l'aspect proprement technique, lié aux machines, équipements et procédés ne constitue qu'une partie du "paquet". La complexité croissante des formes contractuelles correspond à la prise en compte successive des nombreuses composantes de l'industrie dont font partie : la formation, l'organisation et la gestion, le financement et les échanges, etc.

^{221/} Il s'agit de la fourniture d'un ensemble industriel comprenant la conception, l'étude, la construction et la livraison en état de marche de la totalité des ouvrages et équipements pour un prix global forfaitaire et dans les conditions de production fixées.

^{222/} Contrairement à ce qui se passe dans le contrat "clefs en main", l'entrepreneur contractant assume, dans le contrat "produit en main" la responsabilité technique jusqu'au moment où les techniciens locaux, formés par ses soins sont en mesure de prendre en charge la totalité des opérations de production.

229. Le développement des accords de compensation introduit dans les relations contractuelles un élément nouveau de grande importance, où la vente d'ensembles industriels ne donne plus seulement naissance à un flux financier mais à des flux de marchandises directement ou indirectement liés au fonctionnement de la nouvelle unité. Ces modalités nouvelles (accords de "buy back" ou "self supporting") marquent le passage de la vente d'ensembles industriels à des relations plus complexes de construction des échanges, susceptibles de déboucher sur des répartitions nouvelles des **activités** et sur des actions de coopération.

230. Les organismes impliqués dans la mise au point et la réalisation de ces relations contractuelles nouvelles ont dû adapter leurs structures à cette évolution. Sociétés purement techniques (**engineerings**) ou purement commerciales (sociétés de commerce) ont tendance à se doter au niveau international d'une capacité de mobilisation et d'**organisation des facteurs**.

231. Cette évolution générale éclaire le contexte dans lequel se situera une discussion et une négociation sur l'industrie sidérurgique mondiale : un contexte globalisant dont les composants ne sont pas dissociables.

3. L'indissociabilité des composants de la négociation

232. Le domaine des échanges a été jusqu'alors l'objet exclusif des négociations. Les premières mesures prises à travers le monde à la suite de la crise de la sidérurgie mondiale l'ont été dans ce domaine dont on ne percevait au début que l'aspect le plus aigu, accords sur la limitation des exportations, système de protection des marchés nationaux, américain ou européen, système américain des "trigger prices" ou européen des "prix plancher".

233. Cette vue et cette pratique ne répondent plus aujourd'hui aux besoins de régulation de la sidérurgie mondiale. C'est pourquoi, sans doute, que dans les pays développés à économie de marché, une tendance se manifeste pour désengager la discussion sur l'avenir de la sidérurgie du cadre exclusif des négociations tarifaires et de la situer dans un cadre qui ne soit plus limité aux seuls échanges.

234. On ne peut plus discuter sur les échanges de produits sidérurgiques sans s'intéresser également à une série d'autres aspects de cette industrie, car les échanges procèdent d'installations de production, anciennes, nouvelles ou projetées; les Acteurs disposent de moyens et de ressources différents, les Etats ont des stratégies industrielles diverses. Les ressources naturelles,

celles du financement et celles de la science et de la technologie sont diversement réparties et donnent lieu à des combinaisons multiples. L'échange international n'est dans le fond qu'un effet - ou un reflet - de rapports de force en évolution. La liaison entre ces facteurs est si étroite qu'on ne peut plus se contenter de les traiter séparément. La négociation a forcément un caractère global et plus complexe.

4. Les disponibilités des facteurs des partenaires

235. Les partenaires disposent d'atouts inégaux. Ces facteurs, bien qu'en évolution, sont relativement stables. Leur analyse est partie intégrante des facteurs d'une négociation.

Le rapport de l'ONUDI sur l'industrie sidérurgique mondiale avait mis l'accent sur la distribution géographique des principales ressources comme facteurs essentiels pour la production de l'acier et pour le développement futur de la sidérurgie.^{223/}

Il s'agissait d'une part, du minerai de fer et du manganèse; d'autre part, du charbon à coke, du gaz naturel, du pétrole, des ressources hydroélectriques potentielles et des ressources forestières.

236. Ces facteurs ne sont pas les seuls à considérer. D'autres facteurs émergent dans la sidérurgie moderne, par exemple :

Les facteurs relatifs à la construction et à la mise en oeuvre de l'industrie sidérurgique :

- Capacité de production de biens d'équipements pour la sidérurgie;
- Capacité d'engineering sidérurgique;
- Capacité de savoir-faire technique;
- Capacité de recherche-développement;
- Capacité d'innovation en matière de "scaling up", de "scaling down", de réduction directe.

Les facteurs relatifs à l'organisation et à la gestion : (management, formation)

Les facteurs relatifs aux aspects financiers

Les facteurs relatifs au marché :

- Marché intérieur dynamique;
- Marché à l'exportation.

^{223/} ONUDI/ICIS, op cit. p. 176, pages 176 à 197.

237. La sélection des facteurs n'est pas un exercice aussi neutre qu'il paraît, a priori.

L'utilisation que l'on fait de ces facteurs est parfois orientée par des hypothèses en général non formulées :

Considérer, par exemple, que les ressources (minerais et agents réducteurs) sont le facteur déterminant pour le développement futur de la sidérurgie; qu'une dimension minima du marché est la première condition pour envisager la création d'une unité sidérurgique constituent des représentations d'un développement déterminé de l'industrie sidérurgique. L'exclusion d'autres facteurs, réciproquement, est un rejet implicite d'autres développements possibles.

238. En fonction des analyses précédentes, on a dû rétablir une liste sommaire des facteurs énumérés ci-dessus et on a examiné de ce point de vue la situation de quelques pays représentatifs appartenant à divers groupes. Les résultats sont résumés dans le tableau 15.

239. Une rapide lecture du tableau 15 apporte une première indication : la disponibilité en minerai de fer et en produits énergétiques est certes un facteur important, mais elle ne constitue pas le facteur déterminant du développement de l'industrie sidérurgique. Ni le Japon, ni la République de Corée, ne disposent en quantités notables de minerai de fer, de charbon à coke, ni d'hydrocarbures. Ces pays ont cependant construit ou sont en train de construire des industries sidérurgiques qui comptent parmi les plus dynamiques.

240. Le financement semble bien, d'autre part, un facteur qui freine sérieusement l'essor de l'industrie sidérurgique en Inde, au Brésil et dans tous les pays en voie de développement non producteurs de pétrole; on doit s'interroger, toutefois, sur son caractère déterminant, car l'absence d'un financement intérieur aisé ne semble pas avoir retardé l'essor de ^{la} sidérurgie coréenne, tandis que, par ailleurs, l'abondance des moyens financiers des pays producteurs de pétrole ne semble pas devoir se traduire de manière automatique par un développement rapide de la sidérurgie.

Les disponibilités des facteurs des partenaires sidérurgiques

Tableau No 15

	Minerai de fer	Charbon à coke	Gaz naturel (ou charbon pauvre)	Biens d'équipement Engineering	R et D en général	Réduction directe	Capacité d'innovation Scaling up	d'innovation Scaling down	Management	Financement	Marché intérieur	Vocation à l'exportation
URSS	X	X	X	X	X	0	X	0	X	X	X	X
CEE	(X)	X	(X)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
USA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Canada	X	X	(X)	(X)	(X)	0	0	0	(X)	(X)	(X)	X
Australie	X	X	X	X	X	0	0	0	(X)	(X)	(X)	X
Japon	0	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chine, Rép. Pop.	X	X	X	X	X	0	0	(X)	(X)	(X)	X	(X)
Inde	X	X	X	X	(X)	(X)	0	0	0	0	X	(X)
Corée, Rép. de	0	0	0	X	(X)	0	0	0	0	0	X	X
Brésil	X	(X)	(X)	X	(X)	0	0	0	(X)	0	X	X
Pays pétroliers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	0
Pays en voie de développement non pétroliers	(X)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1/ Gas naturel ou charbon pauvre

X = très forte dotation ou très fort impact
 X = bonne dotation ou fort impact
 (X) = faible dotation ou faible impact
 0 = forte contrainte

241. On constate, par contre, que la disponibilité des facteurs technico-économiques (ou leur croissance potentielle rapide) est très liée à tous les développements de la sidérurgie. Si les pays pétroliers disposent de gaz naturel, ce sont les Etats-Unis, l'Europe et le Japon qui contrôlent les procédés de réduction directe utilisant le gaz naturel; ce pouvoir est fondé sur une capacité d'innovation, elle-même indissociable d'un ensemble composé de : R et D, de biens d'équipements, de capacités d'engineering, etc.

242. La lecture du tableau indique également que le marché intérieur ou, plus exactement la liaison dynamique entre marché intérieur et industrie sidérurgique, est probablement un facteur plus prometteur qu'une "vocation à l'exportation" qui paraît souvent bien aléatoire.

On entrevoit ainsi comment se combinent certains facteurs suivant des enchaînements qui structurent l'industrie sidérurgique. Ces enchaînements se modifient d'ailleurs avec le temps; pendant une grande partie du XIXème siècle, il est vrai que les facteurs "ressources" ont été déterminants; les sidérurgies se développaient alors à proximité immédiate des mines de fer et des ressources énergétiques (forêt et charbon de bois puis charbon à coke). A cette époque, les "ressources" constituaient un facteur décisionnel de première importance : les pays à qui elles faisaient défaut étaient pratiquement exclus de l'industrie sidérurgique. Puis, le développement des transports : chemin de fer, grands minéraliers, a relativisé l'importance du facteur "ressources" : cela a permis à l'Italie, au Japon puis à la Corée de bâtir de puissantes sidérurgies.

243. Il serait intéressant d'interpréter dans cette perspective historique l'évolution constatée entre l'annonce du grand mouvement de "délocalisation" en 1974 et le reflux de 1977.

Le mouvement de redéploiement privilégiait, en fait, les facteurs classiques explicatifs de la localisation des industries sidérurgiques (les "ressources", l'augmentation du prix des matières premières et de l'énergie, le marché, le financement). Le mouvement amorcé de reflux met l'accent, au contraire, sur les autres facteurs qui caractérisent la sidérurgie moderne; la R et D et la capacité d'innovation.

244. Les évolutions sont rapides; elles dessinent des lignes de force sans cesse réaménagées, qu'il est important d'évaluer en permanence dans la mesure où elles constituent la trame de toute négociation.

245. Définir des objectifs. Une consultation globale sur l'industrie sidérurgique mondiale implique une claire définition des objectifs poursuivis. L'évolution du secteur durant ces dernières années débouche - c'est le sens de ce document - sur une réévaluation d'ensemble qui, à son tour, ne peut manquer d'influer sur la reformulation des objectifs.

246. Dans ce nouveau contexte, l'organisation à l'échelle mondiale du secteur sidérurgique pourrait constituer le premier objectif, le terme "organisation" s'interprétant dans le sens de l'analyse des systèmes, c'est-à-dire comme une combinaison de l'information et comme une régulation. Régulation ne signifierait pas pour autant recours à un "cartel de l'acier", car elle serait conçue pour être mise en oeuvre dans les conditions de la concurrence et du marché.

247. Atteindre ou dépasser la cible des 25 % de la production mondiale sidérurgique l'an 2000 dans les pays en développement pourrait constituer le second objectif, dans le cadre d'une organisation du secteur à l'échelle mondiale.

248. La réévaluation des perspectives, qui nécessite un important travail méthodologique, se ferait alors en envisageant un scénario normatif dérivé de la déclaration de Lima.

Elaborer des voies et moyens. Les voies et moyens d'une négociation globale sont très complexes : ils supposent réflexion et précise élaboration. Aucune procédure ne s'impose car il existe probablement de nombreuses voies alternatives : l'une d'entre elles pourrait être explorée dans la direction suivante :

1) Dans le cadre d'une analyse de la sidérurgie en tant que système : la liste des variables (voir Tableau No 16 donnant une liste préliminaire de variables essentielles) serait revue et corrigée par les experts, puis l'analyse des liaisons entre ces variables serait approfondie. 2) Une information systématique sur les projets et les stratégies des acteurs serait organisée, les renseignements collectés correspondant aux principales variables sélectionnées. 3) La prospective à long terme sous la forme non pas d'un seul futur mais de futurs possibles, serait décrite, compte tenu :

TABLEAU No 16

Variables essentielles du "système"
sidérurgie

W	Taux de croissance de la demande dans le futur
P _n	Projets d'investissements sidérurgiques dans le monde
F	Financement des investissements
	f : financement frais
	v : participation minoritaire au capital
	v' : participation majoritaire au capital
T	Technologie
	O : Propriété des procédés
	l : licensing
	E : Ingénierie
	I : Information technico-économico-commerciale
	M : Management
	N : Savoir faire
Q	Biens d'équipement
R	Recherche et Développement
S	Echelles de Production
	S ^u scaling-up innovation
	S ^d scaling-down innovation
D	Nouvelles routes technologiques
H	Différenciation de la production sidérurgique
	H _l produits longs
	H _f produits plats
	H _s aciers spéciaux
X _o	prix des outputs sidérurgiques
	X _{o tr} prix des transports
X _i	prix des inputs sidérurgiques
	X _{iq} : prix des équipements
	X _{is} : prix des ferrailles
	X _{ie} : prix de l'énergie
Y	Sensibilité aux importations de produits-sidérurgiques
	y _f substitution des importations étrangères à la production intérieure
	y _n substitution des produits nationaux aux importations
Z	Exportation de produits sidérurgiques
	Z _a exportation "tous azimuts"
	Z _t exportation sur espace tiers
	Z _c exportation de compensation
K	Approvisionnement du marché intérieur sidérurgique
	K _n Potentialité du marché national
J	Royalties
α	Exploitation du minerai de fer
	α _m Exploitation du manganèse
β	Exploitation de l'énergie
	β _g Exploitation du gaz naturel
γ	Exploitation du charbon cokifiable
	γ _o Exploitation d'autres agents réducteurs
ψ	Préservation de l'environnement

- a) d'une révision méthodologique de la prévision de la demande, en particulier pour les pays les moins développés.
- b) des tendances technologiques.
- c) des projets des acteurs

4 - La configuration des conflits et des coopérations possibles serait alors dérivée de cette prospective; l'espace pour la coopération étant limitée par l'espace des conflits.

L'analyse des articulations et des interdépendances des sous-ensembles devrait permettre de délimiter les zones de conflit, et d'examiner les moyens éventuels de les réduire.

L'analyse des combinaisons des arrangements industriels praticables devrait permettre d'identifier avec plus de réalisme les composants des coopérations possibles.

L'établissement d'une méthode opérationnelle nécessiterait sans doute des essais successifs et des itérations constantes entre l'analyse des cas concrets et leur interprétation.

S'il s'avère possible de mettre au point effectivement cet instrument d'action, ce dernier pourrait être utilisé à deux niveaux: dans une analyse mondiale par groupes de pays présentant des structures et/ou des stratégies sidérurgiques similaires ou compatibles; dans les relations bilatérales entre entreprises et pays.

- 5 - La reconnaissance explicite des conflits et coopérations et les divers futures envisageables dans une prospective à long terme permettraient alors d'établir des scénarios alternatifs, qui seraient proposés pour sélection à la communauté internationale. Le scénario choisi pourrait être, par exemple, un scénario intermédiaire entre le scénario le plus probable et un scénario normatif inspiré de la Déclaration de Lima.

Les conditions de réalisation de ce scénario de référence seraient ensuite analysées et soumises à la discussion de la communauté internationale. Elles comprendraient l'ensemble du Plan d'action concernant la régulation de la production et des échanges, les transferts de diverses natures, le financement des opérations ainsi qu'un programme de développement progressif de l'industrie sidérurgique dans les pays en voie de développement.

Même s'il est peu probable qu'un tel plan puisse avoir un jour une valeur impérative, on peut toutefois penser qu'il jouerait un rôle indicatif et d'orientation pour des négociations bilatérales.

249. Bien entendu, d'autres voies sont envisageables, mais quelles que soient les modalités du mécanisme, certaines tâches demeurent nécessaires. On ne pourra en effet avancer concrètement vers des formes de régulation de l'industrie sidérurgique que si, d'une part, la connaissance systématique du secteur progresse et si, d'autre part, l'information sur les projets des partenaires est organisée. La coopération implique en effet des partenaires informés; or, il faut constater que malgré la puissance et la qualité des instituts nationaux et internationaux de la sidérurgie, les lacunes de l'information demeurent importantes.

On a déjà évoqué l'absence d'une information centralisée sur les projets d'investissements, mais les lacunes portent aussi sur la connaissance des structures et pour aussi surprenant que cela paraisse, il ne semble pas exister d'études disponibles sur un sujet particulièrement important - puisqu'il touche à un aspect central de la structure de l'industrie sidérurgique - les problèmes des liaisons et intégrations entre l'industrie des biens de capital destinés à la sidérurgie et l'industrie sidérurgique elle-même.

250. La première identification des variables du secteur débouche donc sur un premier inventaire des informations à rassembler et des études à mener pour améliorer les prévisions à long terme aussi bien que pour préparer une négociation globale sur les structures de l'industrie. Cet inventaire est présenté plus loin.

251. L'ONUDI ne peut prétendre à elle seule mener à bien ces tâches, cependant elle a certainement un rôle à jouer : dans le domaine de l'information et des études, dans le domaine des consultations et de l'échange d'opinions; sans oublier le rôle qu'elle joue comme forum international, révélateur des stratégies et des scénarios qui en découlent.

La réévaluation de la situation et des problèmes de l'industrie sidérurgique faite dans ce document conduit alors à présenter sous un éclairage nouveau les tâches d'informations et d'études de l'ONUDI.

252. Dans le domaine de l'information, conformément aux mandats reçus l'ONUDI établit une banque d'information technologique dont l'information pour l'industrie sidérurgique est une des composantes^{224/}. De premières réalisations ont vu le jour^{225/}. D'autres vont suivre.

L'utilité des services "questions-réponses" est permanente. La réévaluation des problèmes posés par la création (stratégies d'entrée) et la progression de l'industrie sidérurgique dans les pays en voie de développement conduit à envisager dans le cadre des activités de la Banque d'information technologique d'autres "styles" d'information.

Les pays en voie de développement déjà dotés d'une industrie sidérurgique ont besoin d'informations susceptibles d'accroître leur productivité, d'améliorer leurs performances. Il s'agit d'informations "tactiques". Les pays en voie de développement qui projettent d'entrer dans la sidérurgie ont besoin d'un autre type d'information. Ils doivent sélectionner les filières technologiques, opter pour une stratégie de développement et de financement : il s'agit alors d'informations "stratégiques", dont la collecte et la diffusion nécessitent la mise en place d'une structure spécifique s'organisant autour des filières et routes technologiques. Dans ce cadre, une information sur les filières de la réduction directe devrait comprendre tous les éléments techniques, économiques et commerciaux, permettant de faciliter le choix des "décideurs" nationaux. L'information doit donc être structurée en fonction du procès de "décisions" ("policy-making")^{226/}. Le graphique annexé récapitule les principales filières technologiques actuellement utilisées, celles qui offrent des potentialités de développement, et celles dont le développement est envisagé dans le futur^{227/}.

^{224/} Voir Establishment of an industrial and technological information Bank report by the Executive Director of UNIDO ID/B/183, 12 avril 1977.

^{225/} Technological profiles on the Iron and Steel Industry by G.P. Mathur UNIDO/IOD.191 - 14 juin 1978.

^{226/} The Iron and Steel Industry in Developing countries, an overview for the decision-maker with emphasis on technological choices and facility planning—a report to the International Centre for Industrial Studies Industrial Information Bank Project (INTIB), mars 1978 par Michel R. Mounier, consultant.

^{227/} R.U. Ayres, cité.

Filière technologique par filière, étape par étape, à l'intérieur de chacune d'entre elles, il serait utile d'organiser l'information sur les alternatives technologiques en précisant les caractéristiques économique-commerciales de chacune des filières alternatives. Le "style" de l'information requis n'est plus alors un style "passif" des services "Questions-réponses", qui attend les questions pour donner les réponses mais un style "actif", allant à la rencontre des demandes des décideurs dans les pays en voie de développement.

253. Dans le domaine de l'intégration des études et des informations

La constitution des informations et les études forment un couple. Les conclusions des études orientent la recherche de l'information, tandis qu'à son tour l'information alimente les études. Il faut donc avancer ce double processus selon une ligne intégrée.

La sélection essentielle des variables du "système" sidérurgie permet de dresser un premier inventaire des informations et études nécessaires (voir Annexe II).

254. La réalisation d'un programme d'études et de recherches centré sur l'analyse des structures et des agents de l'industrie sidérurgique requiert une vaste collaboration internationale.

Si la connaissance des flux est généralement bonne, il n'en est pas encore de même des structures, des acteurs et de leurs stratégies. Dans le domaine de la connaissance des réalités technico-économiques de la sidérurgie la Commission économique pour l'Europe a fait un travail considérable depuis plus de vingt ans. L'étude des changements des structures est une de ses tâches ^{228/}. Il en est de même de l'établissement des perspectives à long terme de l'industrie ^{229/}.

^{228/} Voir l'étude préparée par le groupe "Changements structurels dans l'industrie sidérurgique

^{229/} Programme de Travail pour 1979-1983 - Commission européenne pour l'Europe STEEL/R/33

Le programme proposé ci-dessus en est complémentaire et envisage d'autres aspects relatifs à la connaissance des structures et des projets sur une base mondiale. Ces programmes pourraient donc être aisément coordonnés.

D'autres liaisons spécifiques seraient à organiser avec d'autres organes des Nations Unies, la CNUCED, l'OIT, le Programme des Nations Unies pour l'environnement notamment, en dehors de ceux-ci, avec le nouveau comité spécialisé de l'OCDE et avec les services de la Communauté économique européenne et d'autres organisations régionales et nationales.

Dans le cadre d'un programme de travail, sinon intégré du moins coordonné, la communauté des institutions internationales pourrait opérer une division du travail et contribuer utilement à préparer la régulation de la sidérurgie mondiale, la négociation et la coopération pour le futur.

ANNEXE I

Un exemple de négociation dans le contexte nouveau

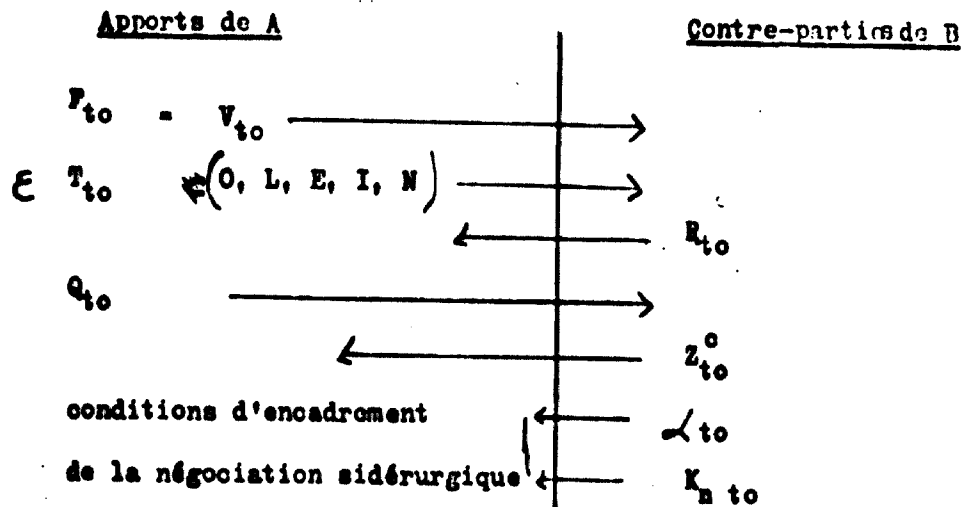
1. L'interdépendance des facteurs est décelable à travers l'analyse d'accords effectivement conclus qui permet d'éclairer à partir des bases concrètes fournies par les étapes de la tractation ainsi qu'à travers le compromis final, l'ampleur et les limites des jeux que toute négociation implique.
2. L'exemple examiné ici vient du Brésil où SIDERBRAS a signé avec la société japonaise KAWASAKI/STEEL et la Société italienne FINSIDER un accord pour la réalisation d'une unité sidérurgique intégrée d'une capacité de trois millions de tonnes par an à Tubarão^{1/}.
3. Le projet de Tubarão avait été lancé dans l'euphorie de l'année 1974, à l'initiative conjointe de Siderbras, d'une part, de Kawasaki Steel et de Finsider, d'autre part. Ces deux dernières sociétés étaient vivement intéressées par la fourniture de demi-produits, qu'elles s'engageaient à reprendre dans une proportion équivalente à leur participation au capital, à hauteur de 49 % (24,5 % chacune). La crise a fait perdre à ce projet, comme à beaucoup d'autres, une grande partie de l'intérêt qu'il présentait pour les deux sociétés étrangères. Siderbras qui comptait sur cette capacité de production nouvelle s'est efforcée, par contre, de maintenir le projet en vie et de poursuivre la négociation, jusqu'à aboutir à l'accord en juillet 1978.
4. L'accord conclu est un compromis. Kawasaki Steel et Finsider n'étaient plus intéressées par la reprise de demi-produits; elles ont finalement accepté de reprendre chacune 10 % de la production. En contrepartie, Siderbras a demandé à ses partenaires (en fait à Kawasaki) de financer le projet au delà du montant de leur participation au capital : 700 millions de dollars ont été accordés par Kawasaki. Ce prêt n'a finalement été concédé que moyennant des contreparties : les équipements fournis par les partenaires étrangers représenteront non pas 49 % mais 66 % de l'équipement total, alors que l'industrie brésilienne était en mesure d'en fournir 51 % ou bien davantage.

^{1/} Financial Times du 18 juillet 1978.

On peut supposer par ailleurs que l'intérêt prolongé de Kawasaki et de Finsider pour ce projet ne peut être dissocié de l'importance du Brésil comme source d'approvisionnement en minerai de fer et comme marché de grandes dimensions et de grand avenir. On notera enfin que Siderbras et Finsider sont des sociétés où l'Etat détient la majorité et que l'engagement de Kawasaki, société privée, n'a pu se réaliser sans s'insérer étroitement dans une ligne officielle de la politique sidérurgique japonaise. Ainsi se confirme le rôle du partenaire étatique au centre d'une négociation complexe.

5. Pour autant que l'information publique reflète fidèlement la stratégie des acteurs concernés, on peut tenter de formaliser les séquences des négociations et de l'accord intervenu de la manière suivante :

Projet initial (P_{to}) équilibrage des apports et des contreparties
 partenaires A : Kawasaki (Japan) Finsider (Italic)
 partenaire B : Sidorbras (Brésil)



- où P_{to} = financement du projet initial (P_{to})
 V = participation minoritaire au capital
 $\mathcal{E} T$ = ensemble technologie
 O = propriété des procédés technologiques ^{2/}
 L = licensing
 E = Engineering
 I = information technologique et économique
 N = savoir-faire
 R = Royalties
 Q = biens d'équipement
 Z^o = exportation de compensation en demi-produits sidérurgiques
 \mathcal{L} = approvisionnement en minerai de fer
 K_n = potentialité du marché brésilien

6. L'équation de l'équilibrage du projet initial (P_{to}) des apports et des contreparties peut s'écrire comme suit :

$$V_{to} + T_{to} + Q_{to} = Z_{to}^o + R_{to} + \mathcal{L}_{to} + K_{nto}$$

^{2/} Sur autant que ces procédés soient brevetés

Projet final (P_{t1}) rééquilibrage des apports et contreparties

Apports de A

Contrepartie de B

- moindre intérêt de Z_{to}^o - - - - - \rightarrow Z_{t1}^o avec $Z_{t1}^o < Z_{to}^o$
l'importation de demi-produits
- confirmation v_{t1}^r ; $v_{t1}^r = v_{to}^r$ \leftarrow - - - - - demande de compensation de financement
 F_{t1} avec $F_{t1} > F_{to}$
- financement frais additionnel f_{t1}
 $v_{t1}^r + F_{t1} = F_{t1} > F_{to}$
- exigence de fourniture accrue de
biens d'équipements: $Q_{t1} > Q_{to}$ - - - - - \rightarrow acceptation Q_{t1}

$$R_{t1} = R_{to} \quad \checkmark \leftarrow \text{royalties } \checkmark$$

$$\alpha_{t1} = \alpha_{to} \quad \checkmark \leftarrow \text{approvisionnement en minerai } \checkmark$$

$$K_{nt} = K_{nto} \quad \checkmark \leftarrow \text{potentialité ou marché intérieur}$$

7. L'équation de l'équilibrage du projet final (P_{t1}) peut s'écrire comme suit :

$$f_{t1} + v_{t1} + T_{t1} + Q_{t1} = Z_{t1}^o + R_{t1} + \alpha_{t1} + K_{nt1}$$

8. Cette formalisation est, sans doute, une simplification d'une réalité plus complexe. Il serait possible d'élaborer une modélisation de la structure des industries sidérurgiques et des relations des acteurs entre eux, à condition de disposer de l'information suffisante. Elle suggère cependant une voie pour cerner les grandes lignes des éléments d'une négociation globale sur la sidérurgie. 4/

3/ Situation inchangée, sur la base des informations disponibles

4/ D'autres formalisations sont possibles, notamment par l'application de la théorie des jeux. Le lecteur intéressé pourra se reporter à de nouveaux travaux concernant l'application de celle-ci aux négociations internationales: J.V. Gillespie, D.A. Zinnes, and G.S. Tahim, "Embedded Game Analysis of a Problem in international relations" in Transactions on systems, man and cybernetics. Institute of Electrical and Electronics Engineers - August 1978, et, P. Terrence Hopmann "Asymmetrical bargaining in the Conference on security and cooperation in Europe" - in special issue of "International Organization" on "Dependence and dependency in the global system". Winter 1978.

ANNEXE II

Premier inventaire des informations et études nécessaires

- Variable W - Taux de croissance de la demande dans le futur.
 - a) Liste des variables du système de la sidérurgie;
 - b) Analyse croisée^{1/} des variables essentielles;
 - c) Détection des variables motrices et sensibles;
 - d) Hypothèses d'évolution des variables essentielles;
 - e) Analyse des coefficients d'élasticité de la demande dans les pays les moins développés;
 - f) Prospective de l'évolution des coefficients d'élasticité de la demande dans les pays ayant atteint une apparente saturation de la demande;
 - g) Nouvelle méthodologie de projections incorporant d'autres variables et des coefficients d'élasticité par seuil de développement.

- Variable P_n : Projets d'investissements sidérurgiques dans le monde.
 - a) Centralisation à l'ONUDI des informations disponibles
 - b) Organisation de "surveys" périodiques basés sur les variables essentielles du système;
 - c) Analyse de l'information: détection des stratégies des acteurs, des compatibilités et incompatibilités des projets entre eux.

^{1/} Cross matrix analyse.

- Variable F: Financement des investissements

- a) Constitution d'une information de base sur les modes de financement de la sidérurgie: importance relative des financements locaux, bilatéraux, multilatéraux;
- b) Analyse des liaisons ou (indépendance) entre financement frais et participations au capital;
- c) Liaison éventuelle entre financement et accords de compensation.

- Variable T : Technologie**- O. = propriété des procédés**

- a) Recensement des procédés par filières technologiques;
- b) Identification des propriétaires des procédés.

- L. = licence :

- a) Identification des licences octroyées par procédés;
- b) Information sur les conditions commerciales d'octroi.

- E = Ingénierie

- a) Identification des principales compagnies d'ingénierie offrant des services pour l'industrie sidérurgique ;
- b) Identification des accords ou liaisons entre les propriétaires des procédés technologiques et les sociétés d'ingénierie;
- c) - Idem avec les fabricants d'équipements pour la sidérurgie ;
- d) Curriculum-type pour la formation de base de l'ingénierie;
- e) Identification des opportunités existant dans les pays industrialisés pour le perfectionnement des techniciens de l'ingénierie des pays en voie de développement ;
- f) Sur la base de l'expérience de pays comme l'Inde, le Brésil l'Argentine, la Corée du Sud, analyse d'une stratégie de développement progressif de l'Ingénierie sidérurgique.

- I = Information technico-économico-commerciale : voir § 252.**- Management :**

- a) Reprise dans le cas de la sidérurgie des travaux sur les rapports de correspondance nécessaires entre systèmes de production et de management.

- b) analyse des répercussion sur le management de la tendance "scaling down innovation" et de la "mini-sidérurgie";
- c) identification des possibilités de perfectionnement de la gestion dans les installations de taille réduite déjà existantes.

- N : Savoir faire:

- a) analyse des résultats des actions de training, explication des mécomptes observés dans la pratique;
- b) analyse des marges d'autorégulation des tâches de production par les travailleurs de la sidérurgie;
- c) inventaire des sociétés spécialisées dans le training et des méthodes utilisées;
- d) étude des répercussions sur l'orientation du training de nouvelles filières technologiques.

- Variable Q : Biens d'équipement

- a) analyse des structures de l'industrie des biens d'équipements pour la sidérurgie, localisation et intégration de la production et des échanges ^{2/},
- b) analyse des sous-groupes par filières technologiques et niveaux de complexité ^{2/}
- c) analyse des biens susceptibles d'être fabriqués dans certains pays en voie de développement ^{2/}

- Variable R = Recherche et développement

- a) inventaire des recherches en cours dans le monde;
- b) analyse d'innovations externes à la sidérurgie et susceptibles d'y être transférées;
- c) établissement d'un programme de recherches spécifique pour les besoins des pays en voie de développement.

- Variable S = Echelles de production

- S^u : Scaling-up innovation:

- a) étude coûts-bénéfices sociaux des économies et d'économie d'échelle.

^{2/} L'étude des biens de capital pour l'industrie sidérurgique entre dans les termes de référence de l'étude sur secteur des biens de capital, en cours de réalisation au Centre international d'études industrielles.

- b) perspectives de la tendance
- S^d Scaling-down innovation
 - a) étude des potentialités actuelles, monographie des réalisations;
 - b) perspectives.
- Variables D: Nouvelles routes technologiques
 - a) recensement des problèmes de recherche et développement dans les pays en développement liés à l'application des procédés de réduction directe;
 - b) prospective d'autres routes.
- Variables H = Différenciation de la production sidérurgique: H₁ = produits longs, H₂ = produits plats, H₃ = aciers spéciaux et alliés.
 - a) étude des niveaux technologiques de complexité et de difficulté de fabrication à l'intérieur des groupes de produits;
 - b) tableau des conditions techniques et de management permettant aux pays en développement d'entrer dans ces activités;
 - c) analyse des possibilités de réduction du nombre des nuances de qualité des produits en fonction des besoins réels de l'industrie des pays en voie de développement selon les étapes de croissance de leur économie.
- Variable X₀ : prix des outputs sidérurgiques
 - a) constitution de séries longues de prix dans le but d'évaluer l'évolution de la rentabilité dans l'industrie sidérurgique;
 - b) analyse des repercussions des prix des transports sur la délocalisation et le redéploiement de l'industrie sidérurgique.
- Variables X₁ - prix des inputs sidérurgiques
 - X_{1q} prix des équipements:
 - a) constitution d'une information de base sur les prix des équipements sidérurgiques;
 - b) constitution d'un indice de prix spécifique.

- X_{1a} = prix des ferrailles =
 - a) analyse de la réperoussion du prix des ferrailles sur les nouvelles routes technologiques, et en particulier de la réduction directe;
 - b) perspectives d'évolution.
- X_{1b} = prix de l'énergie.
 - a) hypothèses d'évolution du prix des énergies;
 - b) réperoussions sur la structure des coûts de la sidérurgie.
- Variables Y : sensibilité aux importations de produits sidérurgiques.
 - Y_f : substitution des importations étrangères à la production intérieure.
 - a) classement des pays selon les sensibilités observées;
 - b) perspectives d'évolution.
 - Y_n = substitution des produits nationaux aux importations
 - a) analyse des substitutions observées;
 - b) perspectives.
- Variable Z : exportation de produits sidérurgiques.
 - Z_a exportation "tous azimuts".
 - a) identification des pays pratiquant cette stratégie;
 - b) examen des projets d'investissements (voir variable P_n);
 - c) identification des intersections des espaces d'exportation.
 - Z_t exportation sur espace tiers.
 - a) examen des accords d'arrangements industriels;
 - b) identification des pays et/ou entreprises pratiquant cette stratégie.
 - Z_o : exportation de compensation.
 - a) examen d'arrangements industriels;
 - b) analyse des compensations en produits sidérurgiques.
- Variables K : approvisionnement du marché intérieur sidérurgique.
 - a) examen des projets d'investissements (voir P_n);
 - b) identification des projets "d'autosuffisance";
 - c) conséquences de ceux-ci sur le commerce international.

- Variable J = Royalties

informations sur les paiements des royalties

- Variables α = Exploitation du minerai de fer

- a) informations sur les accords à long terme d'approvisionnement en minerai de fer
- b) analyse du marché "libre"
- c) information sur l'évolution des coûts de la mise en exploitation de nouvelles mines

 α Exploitation du manganèse

- a) information sur les projets d'exploitation des nodules de l'océan.
- b) étude des répercussions à long terme sur le commerce international du manganèse et la fonction de certains pays en voie de développement.

- Variable β = exploitation de l'énergie

- a) Bilan des consommations d'énergie par la sidérurgie
- b) sources d'économie de l'énergie
- c) répercussions de nouvelles politiques de l'énergie sur la consommation de produits sidérurgiques
- d) analyse de la consommation d'énergie par filière technologique
- e) établissement de balances prospectives de consommation d'énergie du secteur (lié à W et P_n)

- Variable γ = Exploitation du charbon cokéfiabie

- a) recensement des accords d'approvisionnement à long terme
- b) analyse du marché "libre"
- c) étude des répercussions du développement de l'utilisation des procédés de réduction directe sur les besoins en charbon cokéfiabie

 γ_0 = exploitation d'autres agents réducteurs

- a) analyse de "l'état" de la question;
- b) perspectives.

- Variable ψ = préservation de l'environnement

- a) hiérarchie des filières technologiques du point de vue de leurs effets sur l'environnement
- b) prise en compte de la variable dans des scénarios alternatifs d'évolution de la sidérurgie mondiale

ANNEXE IV

DONNEES ET PREVISIONS CONCERNANT LES BESOINS
ET LES POLITIQUES ENERGETIQUES
DANS LE SECTEUR SIDERURGIQUE

RESUME ET CONCLUSIONS

1. La sidérurgie est le principal utilisateur industriel d'énergie (545 millions de tonnes - équivalent - charbon (t.e.c.), ou 7 % environ de la consommation mondiale totale d'énergie en 1973). Dans certains pays développés cette industrie est, de tous les secteurs de l'économie, celui qui consomme le plus d'énergie. Ainsi, au Japon, la part de la sidérurgie dans la consommation totale d'énergie est de l'ordre de 20 %.
2. En 1973 la consommation des pays en développement* a atteint 35 millions de t.e.c., ce qui représente 4,9 % de la consommation totale d'énergie.
3. Les besoins de charbon cokéfiabie sont très importants (470 millions de tonnes en 1973), ce qui crée certains problèmes pour les pays en développement, dont la consommation a été d'environ 30 millions de tonnes en 1973. Il convient de noter que près de 5 % des réserves mondiales totales de charbon cokéfiabie se trouvent dans les pays en développement.
4. Le coût du charbon cokéfiabie consommé par la sidérurgie mondiale est estimé à 19 milliards de dollars environ, soit près de 38 % de la valeur totale des matières premières utilisées par les usines métallurgiques dans le monde entier.
5. Les principaux consommateurs d'énergie primaire sont les secteurs suivants : production de la fonte (50 à 65 %), élaboration de l'acier (environ 10 %), laminage et autres opérations (30 à 40 %).

* Chine non comprise.

6. Entre 1960 et 1973, on a constaté dans le monde entier une diminution progressive de la consommation totale d'énergie par tonne d'acier, qui est tombée de plus de 1 200 à 840 kg - équivalent - charbon (kg.e.c.). Voici, à titre d'exemple, quelques chiffres enregistrés dans certains pays au cours de cette période : Etats-Unis - 1 018 à 866 kg.e.c., Belgique - 995 à 758, Japon - 700 à 597, Royaume-Uni - 1 120 à 867.

7. Le coke est de moins en moins utilisé pour la production de la fonte. Entre 1960 et 1973, la consommation de coke par tonne de fonte traitée est tombée de 770 à 602 kg aux Etats-Unis, de 834 à 495 kg en République fédérale d'Allemagne, de 825 à 575 kg au Royaume-Uni, de 619 à 435 kg au Japon, de 972 à 550 kg en France, etc.

8. Contrairement à ce qui s'est produit pour la mise au mille de coke, on n'a pas observé de diminution notable de la consommation globale d'énergie, dans l'industrie de la fonte de la plupart des pays développés. La raison en est que les hauts fourneaux modernes donnent moins de gaz que les hauts fourneaux anciens, qui consommaient davantage de coke mais produisaient plus de gaz. En ce qui concerne le coût de l'énergie, les économies sont néanmoins considérables dans le cas des hauts fourneaux modernes, qui consomment beaucoup moins de coke que les hauts fourneaux anciens dans les conditions économiques qui prévalent dans la plupart des pays.

9. Parallèlement au développement des procédés métallurgiques, on a constaté des modifications notables dans la structure de la consommation d'énergie de l'industrie sidérurgique. Entre 1960 et 1973, la part des combustibles solides (charbon, coke) a nettement diminué dans tous les pays producteurs d'acier, alors que celles des hydrocarbures (pétrole, gaz naturel) et de l'électricité ont rapidement augmenté.

10. Ce sont les fours à arc modernes utilisant uniquement de la ferraille d'acier qui ont la plus faible consommation d'énergie (458 kg.e.c. par tonne d'acier liquide), devant la filière haut fourneau-convertisseur à oxygène (594-749 kg.e.c.), alors que les fours à arc qui utilisent comme matières premières les produits de la réduction directe comptent, comme on pouvait s'y attendre, parmi les plus gros consommateurs d'énergie (724 kg.e.c.). La plus forte consommation d'énergie (834 kg.e.c.) et l'efficacité la plus faible (30,8 %) correspondent aux procédés qui font appel à l'injection de fuel-oil et de gaz de réformage. Cependant, si l'on tient compte des sources d'énergie secondaire, les chiffres font apparaître que l'énergie est utilisée de la façon

la plus efficace dans le procédé traditionnel d'élaboration de l'acier (haut fourneau-convertisseur à oxygène : 50,4-55,8 %). Les fours Martin consomment davantage d'énergie pour produire une tonne d'acier que les hauts fourneaux et les convertisseurs à oxygène. Cependant, le convertisseur à oxygène exige beaucoup plus de fonte liquide (moins de ferraille) que le four Martin. Si l'on tient compte de l'énergie nécessaire pour produire la fonte, il apparaît qu'au total le convertisseur à oxygène consomme environ 14,4 kg.e.c. de plus que le four Martin, par tonne d'acier.

11. Trois grandes tendances vont probablement se manifester en ce qui concerne les hauts fourneaux au cours des 30 années à venir. Dans les régions où le coke est cher (c'est le cas de la plupart des pays en développement, notamment en Afrique), on réduira autant que possible la mise au mille grâce à l'injection de combustible dans les tuyères et de gaz chaud dans la cuve, ou bien on adoptera des procédés de réduction directe (HYL, MIDREX, etc.).

12. La deuxième formule pour l'emploi du coke sera retenue dans les régions suffisamment riches en charbons impropres à la cokéfaction mais pouvant être traités par divers procédés : dessiccation, fabrication de coke "moulé", etc.

13. On aura recours à la troisième formule si l'on a assez de réserves de charbon cokéifiable d'assez bonne qualité jusqu'à la fin du siècle (c'est le cas de l'Inde et de la Colombie).

14. Les procédés de réduction sont surtout appliqués dans les pays en développement qui disposent de gaz naturel en grandes quantités et à bon marché. On peut à l'heure actuelle prévoir deux tendances dans ce domaine : construction d'installations intégrées de réduction directe pour la transformation d'éponge de fer en acier, et création de très grandes usines de réduction directe dont la production sera exportée vers des pays qui ont un vaste potentiel d'électricité bon marché (hydroélectricité - ce qui est le cas pour le Zaïre ou le Brésil - ou énergie d'origine nucléaire), ou qui sont gros consommateurs d'acier (pays industrialisés).

15. D'après les données provisoires fournies à titre purement indicatif par l'IISI (Institut international du fer et de l'acier), les besoins énergétiques totaux de la sidérurgie dans le monde pourraient augmenter d'environ 235 millions de t.e.c. d'ici 1985, passant de 545 millions de t.e.c. en 1973 à environ 780 millions de t.e.c. en 1985, ce qui représente un accroissement de 40 %.

16. Ces prévisions concernant l'évolution des besoins totaux d'énergie impliquent que celle-ci sera utilisée de manière plus efficace, l'économie réalisée étant d'environ 12 % : s'il fallait, en 1973, 840 kg.e.c. par tonne d'acier brut, il devrait suffire d'un peu moins de 740 kg.e.c. en 1985.

17. Les besoins énergétiques totaux de la sidérurgie dans les pays en développement pourraient augmenter d'environ 45 millions de t.e.c. d'ici 1985, passant d'environ 35 millions en 1973 à près de 80 millions en 1985, soit 2,3 fois plus.

18. Un groupe de travail de l'IISI a élaboré des modèles d'aciéries dotées du matériel le plus perfectionné et fondées sur une technologie moderne. On peut supposer que de telles installations seront mises en service dans les 20 prochaines années. Pour le premier modèle, équipé d'un convertisseur à oxygène, la consommation spécifique d'énergie est de 524 kg.e.c.; pour le second, qui applique la technique de la réduction directe, elle est de 686 kg.e.c.; pour le troisième, qui utilise uniquement de la ferraille d'acier, elle est de 196 kg.e.c. Il faudrait comparer les besoins énergétiques indiqués pour ces modèles avec la consommation effective d'énergie d'un pays, afin de déterminer l'écart entre les deux séries de chiffres et de définir les mesures à prendre pour approcher de la consommation prévue pour tel ou tel modèle.

19. La sidérurgie offre de grandes possibilités en ce qui concerne l'économie d'énergie, particulièrement dans les pays en développement; il convient de noter que bien avant la crise de l'énergie, ce secteur avait pu réaliser des économies considérables à cet égard.

20. L'évolution dans le sens d'une réduction de la consommation unitaire d'énergie dans la sidérurgie se poursuivra. Elle sera principalement facilitée par le développement de divers procédés permettant de perfectionner la technologie des hauts fourneaux sur les points suivants :

- 1) Amélioration de la qualité des matières premières utilisées;
- 2) Accélération de la combustion par soufflage d'air chaud;
- 3) Maintien d'une répartition adéquate des gaz et de la température dans le haut fourneau.

21. D'après le rapport Battelle, l'économie totale d'énergie rendue possible par diverses innovations dont a bénéficié la sidérurgie aux Etats-Unis pourrait être de 95 kg.e.c. par tonne d'acier, ce qui représente 11 à 16 % de la consommation spécifique d'énergie pour divers pays développés.
22. Les mesures visant à économiser l'énergie devraient être étudiées dans chaque pays en fonction de la structure de son industrie sidérurgique.
23. Une nouvelle possibilité qui s'offre aux pays industrialisés à économie de marché pour économiser l'énergie serait de mettre en oeuvre les plans portant sur la construction d'usines à cycle de production partiel dans les pays en développement qui présentent des conditions favorables en ce qui concerne les matières premières, la main-d'oeuvre, l'énergie, etc. Ces usines approvisionneraient en produits sidérurgiques semi-finis les pays qui auraient fourni les capitaux et les moyens techniques nécessaires à leur construction et qui recherchent ces produits pour leurs laminoirs situés dans les centres traditionnels de consommation d'acier. Cette forme de coopération est également praticable entre pays socialistes, comme le montre un projet en cours portant sur la construction en Union soviétique, selon la formule de la coentreprise, d'une usine produisant en grandes quantités des pellets, des produits semi-finis et certains types de produits finis pour les pays membres du CAEM, qui ont investi des capitaux dans le projet.
24. Un point mérite d'être souligné : si l'on considère à quelles conditions et en quelles quantités l'industrie sidérurgique dans le monde a été approvisionnée en énergie de types divers au cours de ces dernières années, on constate que les difficultés d'approvisionnement ont moins d'incidence sur la sidérurgie que sur d'autres industries, particulièrement quant à la possibilité d'obtenir les quantités requises, encore que la hausse des prix de l'énergie ait eu des conséquences non négligeables.
25. Il ne faut cependant pas sous-estimer l'ampleur du problème qu'a entraîné la forte hausse du prix de l'énergie. Pour les usines intégrées utilisant de la fonte liquide notamment, il est manifeste que l'élément coût de l'énergie a pris une importance beaucoup plus grande. Le poste "énergie" constitue à présent, pour une usine moderne, une charge financière plus lourde que les matières premières ou la main-d'oeuvre, et atteint presque le triple des charges sur le capital fixe (amortissement et paiement des intérêts). Dans le cas d'une usine modèle intégrée, on estime que le coût de l'énergie représentait environ 25 % du coût total en 1975; le chiffre correspondant pour une usine modèle utilisant la ferraille est de 11 %.

26. Le rapport entre le prix du charbon cokéfiabie et celui du pétrole revêt une importance particulière pour la politique énergétique à long terme dans la sidérurgie.

27. On peut noter que si les prix de l'électricité et du gaz naturel ont, tout comme les prix du charbon cokéfiabie, subi les contrecoups de la hausse des prix du pétrole, ils ont augmenté dans une proportion nettement plus faible, ce qui s'explique peut-être par l'existence de contrats d'approvisionnement avec des services d'utilité publique.

28. Comme l'a confirmé la crise de l'énergie, vouloir économiser sur la recherche dans le secteur sidérurgique est une erreur, et ce, même lorsqu'une récession économique générale a entraîné une diminution des bénéfices.

29. Les problèmes qui se posent en ce qui concerne la production d'acier risquant de s'aggraver, il convient de prendre des mesures appropriées pour les résoudre. Il faudra, par exemple, déployer des efforts soutenus dans les domaines suivants :

- a) Utilisation accrue de charbon non cokéfiabie comme réducteur dans les procédés de réduction directe du minerai de fer;
- b) Emploi de "coke moulé" pour la production de fonte dans les hauts fourneaux;
- c) Recours accru au lavage du charbon et emploi plus fréquent de mélanges de charbons semi-cokéfiabes, non cokéfiabes et cokéfiabes en fonderie (procédés employés par exemple en Inde et au Brésil).

Les pays en développement s'intéressent également aux possibilités qu'offre l'utilisation du charbon de bois comme réducteur, car cette ressource renouvelable peut servir de base à une production sidérurgique d'une certaine importance, comme c'est le cas au Brésil.

30. Etant donné l'insuffisance des réserves, l'approvisionnement en charbon cokéfiabie posera probablement des problèmes particuliers eu égard à l'expansion générale de la sidérurgie dans le monde, et ce, malgré les mesures concrètes et les efforts soutenus visant à réduire la consommation de coke dans la production de la fonte qu'ont permis diverses innovations technologiques réalisées au cours des 10 dernières années.

31. Une coopération est nécessaire si l'on veut accroître la production de charbon cokéfiabie dans les pays développés et dans les pays en développement et parvenir à des accords garantissant que ces derniers verront leur demande de charbon cokéfiabie satisfaite.

I. LES DIFFICULTES QUE POSE LA PREVISION DES BESOINS EN ENERGIE

A. L'importance de l'utilisation de l'énergie dans l'industrie sidérurgique

1. L'industrie sidérurgique est le plus gros utilisateur industriel d'énergie. Ses besoins en la matière sont réellement énormes. On estime que sur une consommation mondiale totale d'énergie qui s'élevait à 7,8 milliards de TEC (tonnes - équivalent - charbon) en 1973, la consommation en énergie de l'industrie sidérurgique (charbon, coke, pétrole, gaz naturel, etc.) comptait pour environ 7 %, soit 545 millions de TEC (dont près de 470 millions de tonnes de charbon cokéfiabie). Si l'on tient compte en outre de l'énergie nécessaire pour extraire le charbon et le minerai et pour enrichir ce dernier, pour recueillir et préparer la ferraille, pour transporter le tout sur des distances parfois longues, il faudrait majorer ce total d'environ 10 %, ce qui représenterait 640 millions de TEC, soit plus de 8 % de l'énergie totale utilisée par l'industrie dans le monde. Dans certains pays développés, l'industrie sidérurgique est le plus gros consommateur d'énergie. Au Japon par exemple, sa consommation représente 20 % environ de la consommation totale.
2. D'après les estimations de l'IISI, les réserves connues de combustibles fossiles sembleraient suffisantes pour permettre un taux de croissance annuel moyen de 4,5 % jusqu'en l'an 2000 au moins. Cette estimation est bien entendu fondée sur l'hypothèse que l'énergie dont l'industrie aura besoin sera disponible sous une forme utilisable et à un coût raisonnable, compte tenu de la situation économique générale et notamment de prix réalistes pour les produits sidérurgiques. Plus incertaine cependant que la question des approvisionnements en énergie est celle de la répartition géographique et de la forme des unités de production d'énergie d'une part et de l'emplacement des usines sidérurgiques d'autre part. Il y a actuellement un déséquilibre dans ce domaine : en 1970, plus de 50 % de la production d'acier brut était assurée par des pays qui avaient un déficit énergétique; 45 % de l'énergie totale utilisée par ces pays étaient importés, ce qui représentait un total de 1,2 milliard de TEC. Les besoins en bon charbon cokéfiabie ont atteint un niveau (470 millions de tonnes en 1973) qui pose des problèmes particuliers aux pays en développement. On estimait par exemple en 1973 que la facture de charbon cokéfiabie s'élevait à environ 19 milliards de dollars soit près

de 38 % de la valeur totale des matières premières utilisées par la métallurgie mondiale. Si l'on tient compte de la consommation de gaz naturel et de pétrole de cette industrie et du renchérissement brutal de ces produits ces dernières années, on constate que le poste "énergie" pèse très lourdement sur l'économie des pays producteurs d'acier, en particulier pour les pays en développement.

3. Vu l'importance de la consommation d'énergie de l'industrie sidérurgique, il est nécessaire d'examiner les possibilités et les perspectives d'évolution dans ce domaine.

4. Il ne s'agit pas seulement d'établir des ordres de grandeur, mais aussi de proposer des variantes suivant les choix possibles en matière de production et l'évolution des techniques. Il est vraisemblable que les perspectives de la consommation en énergie auront, quant à elles, des incidences sur les choix opérés par les responsables nationaux : la consommation d'énergie varie suivant les procédés utilisés; diminuer la consommation d'énergie par tonne d'acier produite pourrait très bien être un critère de décision.

5. La même remarque s'applique, d'ailleurs, aux répercussions sur l'environnement. La réduction de la pollution est également un critère de décision. La question qui se pose toutefois est de savoir si la réduction de la consommation d'énergie et celle de la pollution conduisent aux mêmes choix technologiques.

6. Il est très difficile d'élaborer diverses hypothèses d'évolution fondées sur la consommation en énergie. Il faut d'abord faire le point de la consommation actuelle. Il faut analyser les tendances passées en la matière et envisager les diverses évolutions possibles - en ce qui concerne soit la structure de la production d'acier soit les innovations technologiques et leur diffusion.

7. Pour surprenant que cela puisse paraître au premier abord, on ne connaît que très approximativement la consommation actuelle d'énergie de l'industrie sidérurgique.

8. On connaît avec une assez grande précision la répartition au niveau mondial des activités pour les divers sous-secteurs - production de fer, production d'acier, usines de laminage, etc., ainsi que la répartition des productions suivant les procédés mis en oeuvre. Mais il manque des informations en ce qui concerne la "pyramide", établie pays par pays, des diverses générations de technologies incorporées dans l'appareil de production actuel.

9. La productivité des installations consommatrices d'énergie varie selon leur âge. Dans un même pays et quelquefois même dans une même entreprise on trouve juxtaposées des unités de production hétérogènes du point de vue technologique. Les installations actuelles sont le produit de l'évolution technologique, en particulier dans les pays industrialisés où l'industrie sidérurgique existe depuis longtemps. La productivité de l'énergie consommée par les divers procédés est connue pour diverses périodes. Ce qui manque au niveau mondial, ce sont des renseignements sur la structure d'âge des installations de production.

10. Comme cette information est disponible dans un grand nombre de pays et pourrait être obtenue dans les autres, l'obstacle ne paraît pas insurmontable. Toutefois, en l'absence de renseignements complets sur ce sujet, la seule manière de dresser actuellement un inventaire de la consommation d'énergie est de faire un décompte standard fondé sur l'hypothèse que l'industrie sidérurgique utilise des procédés techniques modernes dans tous les cas où la consommation d'énergie des unités de production est inférieure à ce qu'elle était dans le passé. Cette méthode tend donc à sous-estimer la consommation réelle d'énergie.

11. L'estimation de la consommation future d'énergie soulève d'autres problèmes; tout d'abord, naturellement, celui des prévisions concernant la production d'acier elle-même. L'incertitude actuelle des méthodes de prévision a été démontrée dans le rapport (voir Chapitre I, paragraphe B : Projections à moyen et à long terme). Tant que ce problème n'aura pas été résolu, il sera impossible de faire des prévisions sérieuses concernant les besoins d'énergie. Il devrait cependant être possible de fixer des ordres de grandeur vraisemblables. Mais c'est une raison de plus pour que la ventilation de la production soit encore plus incertaine.

12. Comme on l'a vu dans l'étude, la diversification de l'industrie sidérurgique, en particulier dans les pays en développement, dépend des politiques adoptées. Dans les pays industrialisés à économie de marché, la crise de la sidérurgie a entraîné une restructuration de l'appareil de production. Il y a donc plusieurs solutions et projections possibles.

13. Il ne manque pas non plus de possibilités de choix entre les procédés techniques à mettre en oeuvre. La présente étude a mis l'accent particulièrement sur les possibilités d'utilisation du procédé de réduction directe. Ces options constituent un autre ensemble d'hypothèses.

14. Enfin, les procédés techniques actuels ne peuvent manquer d'évoluer d'ici à la fin du siècle. On ne peut écarter a priori la possibilité de progrès techniques décisifs comparables à ce que représentait la découverte de procédés faisant appel à l'oxygène. On doit donc distinguer trois catégories de progrès techniques :

- a) La diffusion des techniques actuelles, qui implique le remplacement progressif des installations de production techniquement dépassées;
- b) L'amélioration des techniques actuelles en vue de l'accroissement de la productivité;
- c) La découverte de techniques plus performantes.

Telles sont pour l'essentiel, les hypothèses sur lesquelles reposent les prévisions concernant l'évolution technologique du secteur.

15. Il faut aussi tenir compte, dans la présente analyse, des perspectives d'évolution des prix des diverses sources d'énergie, car les choix technologiques ne se font pas en fonction de considérations abstraites mais bien suivant le coût relatif des divers éléments de production. La diffusion des innovations techniques est fonction du système des prix. D'où une multiplicité d'hypothèses interdépendantes. Les difficultés sont considérables et les solutions possibles bien différentes mais, dans ce cas aussi, aucun problème n'est insurmontable.

16. Pour évaluer les besoins en énergie de l'industrie sidérurgique, il faut donc en fin de compte :

- a) Posséder des informations sur les structures par âge et par procédé des capacités installées;
- b) Formuler des hypothèses sur les questions suivantes :

H1 - évolution du volume de la production d'acier

H2 - évolution des sous-secteurs de production

- H3 - évolution de la répartition des procédés techniques
- H4 - diffusion des techniques actuelles pendant la période considérée
- H5 - amélioration des techniques actuelles et diffusion de ces perfectionnements
- H6 - recherche et mise au point de techniques nouvelles.

17. Les informations sur la "pyramide des âges" des procédés techniques devraient être recueillies, pays par pays^{1/}, pour les hypothèses H1, H2, H3 et H4. Les hypothèses H5 et H6 ont un caractère plus international, c'est-à-dire qu'elles concernent le progrès technique en général. Pour les hypothèses H3 et H4 et aussi H5 et H6, il faut faire la part de certains facteurs d'inertie au niveau national, susceptibles de ralentir la diffusion des progrès techniques et, d'autre part, faire une estimation des forces qui poussent aux économies d'énergie.

18. Les considérations qui précèdent montrent l'importance des travaux à accomplir et des informations à recueillir pour établir des estimations valables de la consommation de l'énergie dans ce secteur. Comme nous l'avons vu, cependant, la difficulté principale réside dans l'élaboration d'une projection à long terme sûre pour la production d'acier. Les autres tâches à accomplir présentent des difficultés, mais aucune n'est insurmontable.

B. Éléments recueillis dans la présente étude aux fins d'utilisation par les responsables nationaux :

19. Il existe aux Etats-Unis d'Amérique, au Japon, en République fédérale d'Allemagne, au Royaume-Uni, en France et en Belgique, des informations concernant une première série de données et d'hypothèses :

- a) Evaluation de la consommation énergétique totale de la sidérurgie depuis 1950-1960;
- b) Ventilation, suivant la filière, de la production d'acier dans chacun de ces pays au cours de la période considérée;
- c) Consommation d'énergie dans les diverses branches de l'industrie sidérurgique (fabrication de fer, fabrication d'acier, laminage, etc.) au cours de la période en question;

^{1/} L'ONUDI a commencé à recueillir des données pour la plupart des pays en développement.

- d) Consommation d'énergie des diverses filières (convertisseur à oxygène, four électrique, four Martin, etc.) au cours de la même période;
- e) Consommation totale d'énergie par tonne d'acier produit ou consommation spécifique d'énergie au cours de la période;
- f) Consommation d'énergie dans les diverses branches de la sidérurgie pendant la même période;
- g) Consommation d'énergie suivant les diverses filières au cours de la période;
- h) Estimation des économies possibles d'énergie.

20. On peut également trouver aux USA, au Japon et en République fédérale d'Allemagne des informations concernant une deuxième série de données et d'hypothèses :

- a) Prévisions concernant le total de la production d'acier (par exemple en 1985 et l'an 2000);
- b) Evolution technologique future de l'industrie;
- c) Ventilation de la production future suivant la filière adoptée;
- d) Prévisions concernant les besoins totaux en énergie;
- e) Prévisions concernant les besoins en énergie des diverses branches de la sidérurgie;
- f) Prévisions concernant la consommation en énergie des divers procédés;
- g) Prévisions concernant les modifications du bilan énergétique total d'un pays, par source d'énergie;
- h) Utilisation des sources d'énergie non classiques pendant une période de prévision donnée;
- i) Prévisions concernant le prix relatif de l'énergie produite par les diverses sources;
- j) Prévisions concernant la situation de l'industrie du charbon dans les divers pays.

21. A partir des données de la première série concernant les pays avancés, il est possible d'établir une hypothèse. En ce qui concerne la deuxième série, la situation est différente et il n'est pas possible qu'il en soit autrement. Les informations dépendent des projets - dont certains ne sont même pas encore formulés - et des progrès techniques qui sont accomplis essentiellement dans les centres industriels des pays industrialisés.

22. Compte tenu de l'impossibilité actuelle d'établir un inventaire prospectif, on a rassemblé au Chapitre II des informations partielles qui peuvent néanmoins être utiles aux responsables nationaux en leur permettant notamment d'établir des comparaisons entre les incidences sur le plan de l'énergie des divers choix technologiques. Ceux-ci ont été classés en tenant compte de la situation actuelle, des tendances passées et des besoins futurs en énergie.

23. On trouvera au Chapitre III des informations sur les moyens possibles de faire des économies d'énergie dans le secteur sidérurgique. Cette étude ne prétend pas être exhaustive, elle vise simplement à orienter la réflexion et la recherche de façon que la variable "énergie" puisse être progressivement indiqué comme critère explicite de décision par les responsables des pays en développement. La même approche est suggérée en ce qui concerne le problème de l'environnement (voir annexe V).

II. DONNEES POUR LA DETERMINATION DES PERSPECTIVES EN MATIERE D'ENERGIE
DANS L'INDUSTRIE SIDERURGIQUE

A. Situation actuelle

24. Pour pouvoir évaluer la consommation d'énergie dans l'industrie sidérurgique et prendre les mesures qui s'imposent en vue de la réduire, il faut savoir quels sont les principaux consommateurs et comment a évolué la structure de la consommation dans cette industrie dont la consommation spécifique d'énergie diminue régulièrement.

1. Ventilation par branche de l'industrie sidérurgique

25. Les principaux consommateurs d'énergie primaire sont les secteurs de la production de fonte (hauts fourneaux), de l'élaboration de l'acier, du laminage et du coke de gaz, qui entrent pour plus de 75 % dans la consommation totale de combustible. Il ressort du tableau 1 que pour six des principaux pays producteurs d'acier, la part de la production de fonte dans la consommation totale d'énergie est de 50 à 65 %, celle de l'élaboration de l'acier de 10 % et celle du laminage et autres opérations de 30 à 40 %.

Tableau 1

Ventilation de la consommation totale d'énergie
par branche de la sidérurgie en 1973

(par tonne d'acier brut et en pourcentage)

	<u>Total TEC</u>	<u>Production de fonte</u>	<u>Elaboration de l'acier</u>	<u>Laminage et autres opérations</u>
Belgique	0,758	62	5	33
Etats-Unis d'Amérique	0,866	47	10	43
France	0,791	64	10	36
Japon	0,597	68	9	23
République fédérale d'Allemagne	0,744	54	10	36
Royaume-Uni	0,867	44	17	39

Source : IISI/E/1008/0 Panel discussion : Energy and Steel. Study of the Technological Aspects, page 7.

2. Ventilation par procédé

26. Comme il a été indiqué plus haut, la consommation totale d'énergie par tonne d'acier diminue régulièrement dans divers pays. Les données relatives à la consommation d'énergie, qui dépend de la répartition de la production d'acier par procédé, du matériel employé, des conditions de marche des installations et de nombreux autres facteurs, peuvent permettre de calculer approximativement dans quelles limites se situent les besoins énergétiques de l'industrie sidérurgique. Toutefois, pour que ces besoins puissent être calculés de manière plus précise, il est indispensable de citer quelques exemples de la consommation spécifique d'énergie de divers fours.

27. S'il est impossible d'indiquer la moyenne globale de la consommation spécifique d'énergie de différents fours, qui dépend de nombreux paramètres, et notamment de la proportion de coke, de combustible, de fonte, de ferraille, etc., il convient néanmoins de citer, aux fins de comparaison, quelques données concernant le bilan énergétique de la production d'une tonne d'acier liquide par différents procédés. Ces données, qui ont été présentées par P.S. Barnes au Congrès international de sidérurgie (1974), sont reproduites au tableau 2 et à la figure 1. On a fait figurer dans le tableau considéré des données relatives à la fusion au four électrique de charges composées uniquement de ferraille pour permettre d'établir des comparaisons et aussi pour montrer que ce sont ces procédés qui utilisent le plus efficacement l'énergie, même si l'on tient compte, dans leur consommation, des pertes subies lors de la production d'électricité. Les fours à arc utilisant exclusivement de la ferraille sont les plus faibles consommateurs d'énergie, puis vient la filière haut fourneau-convertisseur à oxygène, alors que les fours à arc utilisant des matières obtenues par réduction directe comptent parmi les plus gros consommateurs d'énergie comme on pouvait le prévoir. La consommation d'énergie la plus forte et l'efficacité la plus faible (30,8 %) correspondent aux procédés qui font appel à l'injection de fuel-oil et de gaz de reformage. Toutefois, si l'on tient compte des sources d'énergie secondaire, les chiffres montrent que c'est dans le cas du procédé classique d'élaboration de l'acier (haut fourneau-convertisseur à oxygène) que l'énergie est utilisée le plus efficacement (50,4 - 55,8 %). Comme il ressort du tableau 2, les fours Martin consomment beaucoup plus d'énergie pour produire une tonne d'acier (sauf dans le cas de l'injection de fuel-oil et de gaz de reformage) que les convertisseurs à oxygène et les fours électriques.

B. Tendances passées

1. Ventilation par branche de l'industrie sidérurgique

Production de fonte

28. Le phénomène le plus marquant qui se soit produit dans le domaine de la production de fonte est la réduction de la consommation de coke dans divers pays entre 1950 et 1973. La consommation de coke dans l'industrie sidérurgique dépend de nombreux facteurs économiques et techniques, et notamment de la production de fonte, qui dépend à son tour de la production d'acier et de produits sidérurgiques. La production d'acier et les besoins de fonte sont déterminés, dans une certaine mesure, par la quantité de ferraille utilisée pour l'élaboration de l'acier. Les améliorations apportées aux techniques d'élaboration de l'acier ont également entraîné une augmentation de la quantité de fonte nécessaire pour produire une tonne d'acier, qui est passée par exemple de 525 kg en 1950 à 550-600 kg en 1970. Les tendances de la consommation de coke par tonne de fonte traitée dans certains pays sont indiquées au tableau 3. La consommation de coke par tonne de fonte a diminué brusquement au milieu des années 60; par la suite, ce déclin s'est poursuivi, mais à un rythme moins rapide. Cette réduction de la mise au mille tient à une meilleure préparation de la charge et à l'amélioration de la conception et de la technologie des hauts fourneaux.

29. Au moment de la pénurie de coke et du renchérissement du prix de celui-ci qui en a résulté (1970-1971), on a constaté une augmentation de la consommation de combustibles liquides et de gaz naturel, qui s'est accompagnée d'une réduction de la consommation de coke. Parallèlement, une tendance d'une grande importance a été constatée en ce qui concerne la consommation totale d'énergie pour la production de fonte. Contrairement à ce qui s'est produit pour la mise au mille, on n'a pas observé de diminution appréciable de la consommation globale d'énergie dans la plupart des pays développés. Le tableau 4 montre l'évolution de la consommation nette d'énergie des hauts fourneaux dans différents pays entre 1960 et 1973.

Tableau 2

Energie nécessaire pour produire une tonne d'acier à l'aide des procédés considérés

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	100 % de ferraille four à arc	Injection de gaz de cokerie haut fourneau- convertisseur	Injection de fuel-oil, haut fourneau- convertisseur	Réduction directe, four à arc	100 % de chlore haut fourneau- convertisseur	Injection de fuel-oil et de gaz de reformage, haut fourneau- convertisseur	Four Martin
Charbon/coke	520	14 480	13 830	-	19 200	9 840	...
Fuel-oil	-	-	3 430	-	-	2 720	...
Gaz naturel	-	-	-	12 940	-	8 840	...
Ferraille	7 470	2 200	2 200	1 730	2 200	2 200	...
Electrode en charbon	160	-	-	160	-	-	...
Oxygène	-	230	230	-	230	230	...
Castine	100	200	200	110	200	200	...
Electricité ^a	4 960	-	-	5 940	-	-	...
Total	13 210	17 130	19 880	20 880	21 850	24 050	21 935
Kg ec	(458)b	(594)b	(672)b	(724)b	(749)b	(834)b	(761)b

Source : ECE/Steel/12, page 77 et "The Potential for Energy conservation in Nine Selected Industries, page 112.

Notes : a) Pour la production d'électricité, un taux de 30 % a été postulé; b) kilo-équivalent-charbon (1 kgec = 28 824 10³ joules);
 1) Ferraille/coke, four à arc (Four à arc - 100 % de ferraille); 2) Haut fourneau avec injection de gaz de cokerie et refusion
 au convertisseur à oxygène (avec addition de 27 % de ferraille); 3) Haut fourneau avec injection de fuel-oil (97 kg) et refusion
 au convertisseur à oxygène; 4) réduction directe, four à arc (20 % de ferraille); 5) Haut fourneau avec refusion au convertisseur
 à oxygène (27 % de ferraille); 6) Haut fourneau avec injection de fuel-oil et de gaz de reformage et refusion au convertisseur à
 oxygène (27 % de ferraille); 7) Four Martin avec mélange de fonte (41 % de ferraille) aux Etats-Unis d'Amérique en 1970.

Tableau 3

Evolution de la consommation de coke par tonne de fonte traitée dans divers pays

Pays	1950 kg/t	1955 kg/t	1960 kg/t	1965 kg/t	1970 kg/t	1973 kg/t
Autriche	803	750	730	617	510	...
Belgique	798	876	844	646	584	555
France	994	1 022	972	784	626	560
Italie	980	893	777	663	540	...
Luxembourg	1 041	1 006	1 092	860	730	595
Pays-Bas	1 156	991	790	559	483	...
République fédérale d'Allemagne	947	946	834	672	559	495
Royaume-Uni	1 027	982	825	680	625	575
Yougoslavie	1 330	1 123	1 127	961	763	...
Europe occidentale ^{1/}	972	962	860	700	600	...
Etats-Unis d'Amérique	933	851	770	650	658	602
Japon	910	723	619	507	473	435
Pologne	1 100	1 174	1 041	900	704	...
Tchécoslovaquie	1 089	1 202	988	768
Union soviétique	944	880	724	586	575	...

Source : Divers bulletins trimestriels de statistiques de l'acier pour l'Europe, Organisation des Nations Unies.

^{1/} Moyenne pondérée pour les pays d'Europe occidentale.

30. A quoi ce phénomène tient-il ? Il est dû à ce que le haut fourneau a un rendement thermique excellent étant donné que la réaction se produit à contre-courant entre les matières premières qui descendent et les gaz réducteurs qui montent. Les hauts fourneaux anciens utilisant une charge non préparée et un vent à basse température consommaient beaucoup de coke tout en produisant une grande quantité de gaz qui dépassait les besoins de l'usine, même si ce gaz était utilisé pour le chauffage du vent. Les hauts fourneaux modernes, en revanche, utilisent des charges bien préparées, un vent à haute température, un combustible auxiliaire - par exemple de l'huile lourde - qui est injecté et consomment 500 kg de coke au maximum, tout en produisant beaucoup moins de gaz. Toutefois, l'agglomération des minerais de fer et le chauffage du vent exigent de l'énergie.

Tableau 4

Consommation nette d'énergie pour la production de fonte
(par tonne de fonte, en t.e.c.)

	<u>1960</u>	<u>1973</u>
Belgique	0,573	0,578
Etats-Unis d'Amérique	0,740	0,622
France	0,699	0,686
Japon	0,552	0,548
Luxembourg	0,774	0,715
République fédérale d'Allemagne	0,638	0,576
Royaume-Uni	0,657	0,639

Aussi la consommation nette d'énergie est-elle du même ordre dans les deux cas, à condition qu'il n'y ait pas de grande différence dans la teneur en fer de la charge. Dans les conditions économiques que connaissent la plupart des pays, les hauts fourneaux modernes permettent néanmoins de réaliser des économies considérables sur les dépenses d'énergie, car ils consomment beaucoup moins de coke que les hauts fourneaux anciens.

Elaboration de l'acier

31. L'énergie exigée par les convertisseurs à oxygène (à soufflage par le haut ou par le bas) est très faible; suivant les conditions de marche, elle ne représente que de un tiers à un dixième de celle dont a besoin un four Martin. Aussi a-t-on observé une diminution sensible de la consommation d'énergie dans les pays où les fours Martin ont été remplacés par des convertisseurs à oxygène. Dans certains pays d'Europe occidentale, comme la Belgique et le Luxembourg, qui produisent de la fonte phosphoreuse, le procédé Thomas est remplacé par la filière du convertisseur à oxygène (à soufflage par le haut ou par le bas), mais cela ne modifie pas sensiblement la consommation d'énergie. L'avantage du four Martin est qu'il permet de fondre des matières très diverses et notamment de la ferraille. Quand les fours Martin sont remplacés par des convertisseurs à oxygène dans lesquels on ne peut utiliser qu'une quantité limitée de ferraille à cause de leur bilan thermique, on installe très souvent des fours à arc du type UHP pour traiter la ferraille et produire de l'acier au carbone non allié.

2. Evolution de la consommation spécifique totale d'énergie

32. La quantité totale d'énergie consommée pour produire une tonne d'acier a diminué progressivement au cours de la période 1960-1973, par suite de la réduction de la consommation d'énergie dans les hauts fourneaux, de la modification des structures de la production (ainsi, les fours Martin consomment beaucoup moins d'énergie que les convertisseurs) et des conditions de marche, de l'adoption de procédés de coulée continue, de la récupération de l'énergie perdue, de la fourniture d'énergie sous d'autres formes, de l'accroissement de l'efficacité des fours, etc. La figure 2 met en évidence l'évolution de la consommation d'énergie par tonne d'acier brut et notamment de l'énergie nécessaire à la fabrication du produit final dans 12 pays. Pour la plupart d'entre eux, la consommation a eu nettement tendance à diminuer entre 1960 et 1973. Les tendances constatées en matière de consommation d'énergie dans trois des pays considérés, à savoir la Belgique, la République fédérale d'Allemagne et les Etats-Unis d'Amérique, ont été représentées aux figures 3, 4 et 5 de manière à pouvoir être analysées en détail.

3. La structure de la consommation d'énergie dans l'industrie sidérurgique : faits et tendances

33. L'évolution des procédés métallurgiques s'accompagne d'une évolution du marché de l'énergie, où l'on a vu apparaître en 1950 un combustible moins onéreux et de valeur calorifique supérieure. Le tableau 5 montre comment on peut évaluer, sur une période de 10 ans, la consommation des divers types de combustibles par tonne d'acier.

Coke

34. Le tableau 3 résume les tendances constatées dans la consommation de coke par tonne de fonte.

Fuel

35. On a commencé à utiliser le fuel dans les fours Martin, d'abord parce que les combustibles habituels manquaient, ensuite pour améliorer la productivité. Puis on l'a utilisé dans les hauts fourneaux, surtout depuis la nette augmentation du prix du coke, en 1970. Cette dernière application du fuel a fait diminuer la consommation de coke par tonne d'acier. Dans beaucoup de pays, la consommation de fuel par tonne d'acier augmente chaque année : pendant la période 1960-1970, elle a augmenté en République fédérale d'Allemagne (de 38 à 72 kg), en France (de 39 à 75 kg), au Royaume-Uni (de 99 à 163 kg) et en Pologne (de 6 à 46 kg). Pendant la même période, elle a diminué aux Etats-Unis (de 69 à 37 kg) en raison de la désaffectation pour les fours Martin. Elle n'a pas changé au Japon et en Espagne (100 kg et 40 kg respectivement).

36. A l'avenir, l'utilisation du fuel dépendra principalement de l'évolution des prix relatifs du coke, du pétrole et du gaz. Dans les pays où il existe une relation entre le prix du pétrole ou du gaz et le prix du coke, on peut prévoir dans les nouvelles usines des taux d'utilisation supérieurs à 100 kg de fuel et à 1 million kcal de gaz naturel^{2/}. (Le prix du fuel étant de 50 % supérieur au prix du coke.) On remarquera cependant qu'il est impossible de remplacer totalement le coke dans les hauts fourneaux par le fuel ou le gaz naturel. Le coke continuera donc à jouer un rôle très important dans les procédés de production habituels par haut fourneau.

^{2/} B. Lapillonne, "Technological developments and Their Impact on Energy Requirements in the Iron and Steel Industry", juillet 1976.

Tableau 5

Consommation de divers types de combustibles dans certains pays
(en kgec de charbon par tonne d'acier)

	Europe de l'Ouest		Japon		France		Espagne		Royaume-Uni		Etats-Unis		Pologne	
	1960	1970	1960	1970	1960	1970	1960	1970	1960	1970	1960	1970	1960	1970
Total kgec	973	932	777	704	934	904	1 367	820	998	1 000	1 010	892	1 529	1 211
Charbon (en %)	6,4	2,7	5,5	0,6	3,5	0,8	10,5	9,4	14,5	2,5	7,3	4,4	26,1	14,3
Coke (en %)	71,0	51,4	42,1	51,4	70,3	60,5	72,5	57,3	54,8	45,4	48,7	46,5	51,4	44,5
Goudron de houille (en %)	-	-	-	-	0,4	0,4	-	-	4,9	1,4	2,1	1,5	-	-
Fuel (en %)	5,9	11,6	20,0	21,5	6,2	12,4	4,0	7,3	14,9	24,5	1,5	6,3	0,6	5,7
Gas naturel	-	9,2	-	-	0,9	2,0	-	-	-	1,4	14,6	21,0	1,4	14,3
Gas de coke	11,3	8,5	22,7	1,0	4,4	4,0	9,0	15,0	6,7	6,8	13,0	14,8	9,9	7,5
Electricité	5,4	16,6	10,0	25,6	5,3	19,9	3,5	17,0	4,2	18,0	4,1	5,5	10,6	13,7

Source : ECE/Steel/12, 16 septembre 1975, page 25.

Gaz naturel

37. Le gaz naturel est surtout utilisé dans les procédés de réduction directe, qui ont la faveur des pays en développement dotés de réserves peu coûteuses en gaz naturel. Dans les pays avancés, l'utilisation du gaz naturel dépend essentiellement de l'importance des réserves de gaz et de la structure générale de la consommation d'énergie. Aux Etats-Unis, en 1969, la part du gaz naturel dépassait 18 % de l'ensemble des besoins énergétiques de l'industrie sidérurgique; en 1972, en URSS, elle était de 23 %. En Europe, le gaz naturel est utilisé dans la sidérurgie depuis 1960, mais dans de plus faibles proportions (de 5 à 6 % environ) et surtout dans les fours de réchauffage, dans les hauts fourneaux (depuis quelques années) et dans les chaudières. Le Japon n'utilise pas de gaz naturel dans son industrie sidérurgique^{3/}.

Electricité

38. Dans le monde entier, l'industrie sidérurgique tend de plus en plus à utiliser les procédés électriques. La part de ces procédés, qui correspondait en 1950 à 7,2 % de la production sidérurgique totale (187,9 millions de tonnes), était passée à 17,4 % en 1974. Pendant la période 1965-1973, cette part a augmenté aux USA (de 10,5 à 18,2 %), en République fédérale d'Allemagne (de 8,5 à 19,9 %), en France (de 9 à 10,6 %) et en Italie (de 37,4 à 39,9 %)^{4/}. De même, la part de consommation d'électricité par tonne d'acier produit augmente de façon régulière, alors même que la consommation totale d'énergie par tonne d'acier diminue progressivement.

4. Tendances des prix et des politiques énergétiques : coût de l'énergie pour l'industrie sidérurgique

39. Les problèmes énergétiques ont des effets directs sur la structure économique de tous les pays. Ces problèmes ont également commencé à se faire sentir sur le plan mondial. Enfin, tant les questions à résoudre que les efforts à consentir à cette fin doivent être envisagés dans une perspective à long terme, qui influera sur la structure de l'industrie sidérurgique.

^{3/} ECE/Steel/12, 16 septembre 1975, "Changing Pattern of Energy Use in the Iron and Steel Industry", pages 9 à 30.

^{4/} Ibid. page 42.

40. La crise de l'énergie qui a éclaté en 1973 - après être restée à l'état latent pendant plus d'un quart de siècle - pourrait entraîner une modification profonde de l'économie mondiale et en compromettre gravement l'équilibre. Dans beaucoup de pays, l'existence de ressources énergétiques, la répartition géographique de ces ressources et les conditions auxquelles l'industrie y aura accès exerceront une influence de plus en plus grande sur le mouvement des prix des diverses formes d'énergie, sur les investissements consacrés à la production énergétique, sur les disponibilités en capitaux et sur la balance des paiements. Ces facteurs n'affecteront pas seulement la répartition géographique de la production et de la consommation énergétique, mais aussi les modifications de structure de l'industrie sidérurgique ainsi que son implantation. Cette évolution peut déjà se constater dans certains pays. Les modifications de structure de l'industrie sidérurgique ne sont qu'un aspect du problème que l'existence des ressources énergétiques et les conditions d'accès à ces ressources posent à l'industrie en général.

41. L'industrie sidérurgique fait partie des principaux consommateurs d'énergie (au Japon, par exemple, cette industrie emploie actuellement quelque 20 % de l'énergie consommée dans le pays). On remarquera cependant que les ressources mondiales en énergie et les conditions auxquelles l'industrie sidérurgique peut avoir accès à ces ressources sont telles que, depuis l'augmentation des prix du pétrole sur le marché international, le prix des autres types d'énergie a lui aussi augmenté de façon considérable. Dans de nombreux pays, ceci a pour effet de placer l'industrie sidérurgique dans une position difficile au point de vue de la concurrence. Les pays où les matières premières sont abondantes et l'énergie relativement peu coûteuse (c'est-à-dire les pays dotés de ressources de charbon, de pétrole ou de gaz) sont indiscutablement placés dans une position plus favorable à cet égard, même s'il s'agit de pays en développement. Cette situation fait que beaucoup de pays avancés redoublent d'efforts pour améliorer la productivité de leur main-d'œuvre et pour assimiler les nouveaux procédés technologiques. Cependant, si les progrès réalisés dans ce sens rendent ces pays mieux armés pour la concurrence, ils nécessitent de nouveaux investissements. Tout ceci entraîne inévitablement certaines modifications de structure dans la production et l'implantation de la sidérurgie mondiale. Cette évolution, quoiqu'inévitable, ne se fait pour l'instant que lentement. Les modifications intervenues dans les conditions d'accès à l'énergie et dans les coûts énergétiques ne menacent pas encore de façon directe le niveau de la production sidérurgique. Pendant un certain temps du moins, l'augmentation

des coûts de production pourra être répercutée dans le prix des aciers produits. Le volume de la production ne peut être influencé que par une modification de la demande, et non par l'inflation. Il est possible cependant que la crise énergétique affecte indirectement la demande d'acier et, par conséquent, la production sidérurgique, ce qui forcerait beaucoup de producteurs à réviser leurs plans d'expansion.

42. Il ne faut pas sous-estimer l'ampleur du problème que pose l'escalade des coûts énergétiques. Bien qu'il ne soit pas encore possible d'évaluer les modifications intervenues dans le niveau absolu des coûts énergétiques de la sidérurgie, le tableau 6 aide à comprendre comment les événements récents ont accru l'importance de ces coûts par rapport aux autres coûts de production. Les chiffres figurant dans ce tableau, tirés d'un document du Comité technologique de l'Institut international du fer et de l'acier, s'appliquent à deux modèles d'usines conçues l'une pour fabriquer des produits plats par la filière haut fourneau-convertisseur à oxygène-coulée continue, l'autre pour produire à partir de ferrailles un mélange d'aciers au carbone et d'aciers spéciaux par la filière four à arc-coulée continue.

Tableau 6

Répartition des coûts dans deux modèles d'usines, 1972 et 1975
(en pourcentage)

	<u>Usine intégrée</u>		<u>Usine à ferraille</u>	
	<u>1972</u>	<u>1975</u>	<u>1972</u>	<u>1975</u>
Minerai, ferraille et autres matériaux	22	20	24	28
Energie	18	25	10	11
Coût de la main-d'oeuvre	20	22	28	27
Réparations, entrepôts, etc.	13	12	16	15
Divers (ventes, transport, etc.)	15	12	12	10
Amortissement et intérêt	12	9	10	9
TOTAL	100	100	100	100

Source : IISI/E/F/G/J/1006/Annexe I.

43. L'augmentation des coûts énergétiques est particulièrement nette dans le cas de l'usine intégrée, où ils dépassent le coût des matières premières ou celui de la main-d'oeuvre et représentent presque le triple des investissements fixes (amortissement et intérêt). Ceci n'est pas sans effet sur l'ordre de priorités à suivre dans la recherche des économies possibles. C'est ainsi que les économies sur la consommation énergétique ont tendance à passer au premier plan, même si elles ne sont rendues possible que par une plus grosse consommation d'autres éléments de production (quantités accrues de ferraille, minerais de fer de plus forte teneur et plus coûteux, ou encore investissement dans des usines spécialement conçues pour économiser de l'énergie). Aux USA, par exemple, le coût de l'énergie utilisée pour produire l'acier brut est de 9,36 dollars par tonne, soit 10,8 % de la valeur du produit (87 dollars la tonne en 1970). Ce n'est que dans la production du ciment, de la résine et du caoutchouc que l'on trouve des coûts énergétiques proportionnellement supérieurs. Même dans l'industrie de l'aluminium, le coût de l'énergie est inférieur (9,8 %).

44. La crise du pétrole a également eu d'importantes répercussions sur la structure des prix dans l'ensemble du secteur énergétique. Jusqu'en 1973, le pétrole, abondant et relativement bon marché, déterminait la valeur des autres sources d'énergie, dont les propriétaires hésitaient à augmenter les prix par crainte de perdre une nouvelle part du marché au profit des fournisseurs de pétrole. Depuis 1973, ces prix ont subi une série d'ajustements, d'ailleurs variables selon les cas. En conséquence, les entreprises sidérurgiques se sont trouvées devant une nouvelle structure des prix et devant tout un ensemble de facteurs nouveaux à considérer avant d'arrêter leurs politiques d'expansion. Le plus frappant de ces ajustements a modifié le rapport entre le prix du charbon cokéfiabie et le prix du pétrole. Pendant presque toute la période sur laquelle porte l'étude des données énergétiques dans 14 pays, c'est-à-dire depuis 1960 jusqu'en 1974, le fuel est resté très bon marché par rapport au charbon cokéfiabie dans la quasi-totalité de ces pays, à l'exception des pays gros producteurs de charbon (tableau 7). Or, en 1973-1974, ce rapport s'est trouvé inversé, comme le montre le tableau 8. On remarquera que ce rapport prix du charbon cokéfiabie-prix du pétrole revêt une importance particulière pour la politique énergétique à long terme de l'industrie sidérurgique.

45. Etant donné que plus de la moitié de la consommation énergétique de la sidérurgie est consacrée aux hauts fourneaux et aux installations annexes, c'est dans ce domaine que l'on peut espérer modifier réellement la structure des prix. Pour cela, le meilleur moyen qu'offre la technologie actuelle consiste à remplacer dans les hauts fourneaux le charbon cokéfiabie par les hydrocarbures injectés (et en particulier le fuel). Bien que le système de l'injection d'hydrocarbures ait à peu près conservé son importance relative dans l'exploitation des hauts fourneaux, la brusque modification du rapport prix du coke-prix du fuel intervenue en 1973-1974 semble avoir mis fin aux projets que certaines entreprises sidérurgiques passaient pour étudier au début des années 70 en vue de généraliser le système de l'injection d'hydrocarbures dans les tuyères, puis éventuellement les deux systèmes d'injection, ce qui leur aurait permis de diminuer en conséquence leurs investissements dans les fours à coke.

Tableau 7

Prix du pétrole par rapport au prix du charbon cokéfiabie

	<u>1960</u>	<u>1965</u>	<u>1970</u>	<u>1973</u>
République fédérale d'Allemagne	94	80	72	70
France	112	104	72	75
Royaume-Uni	n.d	n.d	94	91
USA	169	164	118	122
Japon (pétrole à faible teneur en soufre)	108	90	61	100

Source : Voir tableau 6.

Tableau 8

Modifications du prix du charbon cokéfiabile
et du prix du pétrole, 1973-1974

	Augmentation (en pourcentage) de 1973 à 1974		Pourcentage du prix du pétrole par rapport au prix du charbon cokéfiabile	
	<u>Charbon</u>	<u>Pétrole</u>	<u>1973</u>	<u>1974</u>
République fédérale d'Allemagne	33	107	70	108
France	54	148	75	120
Royaume-Uni	41	173	91	178
USA	96	175	122	170
Japon	78	197	100	166

Source : Voir tableau 6.

46. Pour en revenir au mouvement des prix, il ne faut pas déduire, de la modification intervenue dans le rapport entre le prix du coke-prix du pétrole, que les prix du charbon cokéfiabile sont restés relativement stables en 1973-1974. La réalité est très différente. Dans leur ensemble, les producteurs de charbon subissaient depuis longtemps une compression des bénéfices, étant donné que d'un côté la concurrence des producteurs de pétrole les empêchait d'augmenter leurs prix et que, de l'autre, l'action syndicale faisait augmenter les salaires - qui, dans la plupart des pays, joue un rôle important dans la sidérurgie, industrie à forte intensité de main-d'oeuvre - et, par conséquent, les coûts d'exploitation. Aussi saisirent-ils l'occasion de faire suivre à leurs prix l'augmentation du prix du pétrole - avec peut-être trop de hâte pour leurs propres intérêts à long terme (tableau 9).

47. Pour conclure, on remarquera que le prix de l'électricité et celui du gaz naturel, quoique suivant eux aussi le mouvement général des prix qu'a provoqué la crise pétrolière, ont en général augmenté de façon beaucoup moins significative, peut-être à cause des contrats d'approvisionnement conclus avec des services publics, tout au moins dans le cas de l'électricité. Il y a eu cependant un ajustement exceptionnel du prix de l'électricité au Japon, en 1974 (tableau 10).

Tableau 9

Taux annuel d'augmentation des prix du charbon cokéfiabie
(en pourcentage)

	<u>1965 - 1973</u>	<u>De 1973 à 1974</u>
République fédérale d'Allemagne	4,1	33,3
Royaume-Uni	8,0	40,5
Japon	3,5	78,0

Source : Voir tableau 6.

Tableau 10

Prix de l'électricité et du gaz naturel

	<u>Augmentation de 1973 à 1974</u>	
	<u>Electricité</u>	<u>Gaz naturel</u>
République fédérale d'Allemagne	9 %	8 %
France	6 %	50 %
Royaume-Uni	9 %	7 %
Etats-Unis d'Amérique	33 %	17 %
Japon	105 %	n.d

Source : Voir tableau 6.

C. Besoins énergétiques futurs de la sidérurgie

48. Trois grandes tendances vont probablement se dégager en ce qui concerne les hauts fourneaux au cours des 30 années à venir.

49. Dans les régions où le coke est cher, la tendance sera sans doute à réduire autant que possible la mise au mille grâce à l'injection de combustibles dans les tuyères et de gaz chaud dans la cuve.

50. Une deuxième formule pour l'emploi du coke sera sans doute retenue dans les régions suffisamment riches en charbons impropres à la cokéfaction, mais qui peuvent être traités par divers procédés : la dessiccation, le "moulage", etc. On peut utiliser ce coke comme combustible principal dans les hauts fourneaux, ce qui limite le recours à l'injection de combustibles. Mais il faudra encore cinq ans au moins avant de disposer de grandes quantités de coke moulé.

51. On aura recours à une troisième formule dans les régions qui disposent d'assez de charbon cokéfiabie d'assez bonne qualité jusqu'à la fin du siècle.

52. Après 1985, on aura également recours à l'injection de gaz dans la cuve. La mesure dans laquelle on appliquera ce procédé dépendra des prix relatifs du coke, du pétrole et du gaz. Pour simplifier le calcul des besoins énergétiques de l'industrie sidérurgique en l'an 2000, on admettra que le combustible en question sera le coke seulement.

53. Par rapport au procédé traditionnel qui a été mis au point et a été l'objet de perfectionnements depuis de nombreuses années, les nouveaux procédés de réduction directe ne sont appliqués dans l'industrie que depuis peu. Il faudra donc les améliorer considérablement sur le plan technique et notamment réduire la quantité d'énergie qu'ils nécessitent.

A l'heure actuelle, on exploite surtout deux procédés à grande échelle. Le procédé HYL a été le premier adopté par l'industrie, surtout au Mexique (capacité mondiale d'environ 1 million de tonnes en 1974). Depuis 1970, le procédé MIDREX lui fait une forte concurrence et semble même lui être préféré, puisque la plupart des projets industriels actuellement annoncés prévoient son emploi (capacité mondiale d'environ 3 millions de tonnes en 1974), capacité prévue pour 1976 : 5,8 millions de tonnes).

A part ces deux procédés principaux, quatre autres techniques entrent éventuellement en ligne de compte pour la réduction directe :

Le procédé Fior, fondé sur l'hydrogène;

Le procédé Purofer dont le principe est très proche de celui de MIDREX;

Le procédé SL/Rn qui présente de nombreux avantages car il permet d'utiliser des charbons maigres ou des lignites;

Le procédé Krupp, analogue au procédé SL/Rn.

Les procédés de réduction ont surtout été appliqués dans les pays en développement qui disposent de gaz naturel en grande quantité et à bon marché. On peut, à l'heure actuelle, prévoir deux tendances dans ce domaine : d'une part, construction d'installations intégrées de réduction directe pour la transformation d'éponge de fer en acier et, d'autre part, création de très grandes usines de réduction directe dont la production sera exportée vers des pays qui, soit ont un vaste potentiel de production d'électricité à bon marché (hydroélectricité - ce qui est le cas pour le Zaïre ou le Brésil - ou énergie nucléaire), soit sont gros consommateurs d'acier (les pays industrialisés). On peut estimer qu'en 1985, les procédés MIDREX et HYL serviront bien à la production sidérurgique mais comme il est impossible d'évaluer la proportion d'acier produit grâce à chacun d'entre eux, on a supposé pour le calcul des besoins énergétiques que seul le procédé MIDREX serait adopté. On peut supposer qu'en 1985, les pays en développement n'auront pas suffisamment de ferraille et que la production d'acier due à cette méthode sera négligeable. Mais on peut supposer qu'en l'an 2000, la moitié de la production des fours électriques sera obtenue grâce à l'emploi de ferraille alors que l'autre moitié sera obtenue par les procédés MIDREX ou HYL. L'augmentation de la consommation d'électricité, due notamment à l'emploi du dernier procédé, exigera la création de nombreuses centrales, pour produire de l'électricité à bon marché. Dans un certain nombre de pays, on peut produire l'électricité à un prix intéressant, notamment là où l'on peut avoir recours à l'hydroélectricité.

54. Pour prévoir les besoins énergétiques de l'industrie sidérurgique, le groupe de travail de l'Institut international du fer et de l'acier a élaboré des modèles d'aciéries dotées du matériel le plus moderne et employant les techniques sidérurgiques les plus perfectionnées. Pour le calcul de la consommation d'énergie de ces usines modèles, certainement la plus faible que

l'on puisse imaginer actuellement, on a pensé qu'il serait possible d'établir une sorte d'indicateur ou d'objectif pour la consommation d'énergie de l'industrie sidérurgique dans un avenir prévisible (par exemple pour les années 1985 et 2000).

Pour l'étude, on a retenu trois cas : une aciérie suivant la filière haut fourneau-convertisseur à oxygène (cas A), les deux autres étant des complexes four à arc - installation de laminage utilisant différents matériaux pour la fusion, à savoir : la ferraille uniquement (cas B₁) et la réduction directe (cas B₂). On a dû faire plusieurs hypothèses pour calculer la consommation d'énergie dans ces trois cas, mais on se bornera ici à indiquer au tableau 11 la conclusion de l'étude sur la consommation d'énergie par tonne d'acier brut jusqu'au stade de fusion.

Ce sont les fours à arc utilisant uniquement de la ferraille d'acier qui consomment le moins d'énergie, devant le procédé haut fourneau-convertisseur à oxygène, alors que les fours à arc utilisant comme matière première les produits de la réduction directe sont les plus gros consommateurs d'énergie, comme on pouvait le prévoir.

Toutefois, les chiffres indiqués pour la consommation d'énergie dans l'étude sur les modèles d'aciéries ont plus de deux ans et, depuis lors, des progrès techniques ont peut-être permis de réaliser des économies d'énergie supplémentaires.

Tableau 11

Consommation d'énergie du modèle d'aciérie
(jusqu'au stade de fabrication de l'acier brut)

	<u>Gcal/t</u>	<u>T.e.o./t</u>
Cas A	3,67	0,524
Cas B ₁	1,37	0,196
Cas B ₂	4,80	0,686

Source : IISI/E/1008/4.

55. En comparant les chiffres de consommation réelle d'énergie d'un pays avec ceux des modèles d'aciéries modifiés de façon à tenir compte de la structure de production et des conditions d'exploitation prévalant dans ce pays, on s'aperçoit que, pour le Japon, le chiffre de la consommation d'énergie est peu différent de celui indiqué pour le modèle, ce qui semble indiquer qu'au Japon la quantité d'énergie consommée pour la production d'acier brut est déjà très faible (voir tableau 12).

Mais le fait que l'on obtienne pour trois autres pays des chiffres plus élevés n'implique pas forcément que l'énergie servant à la production de l'acier n'est pas employée de façon rationnelle et que les opérations de production ne sont pas efficaces.

Tableau 12

Comparaison de la quantité d'énergie réellement consommée
avec le chiffre indiqué pour le modèle

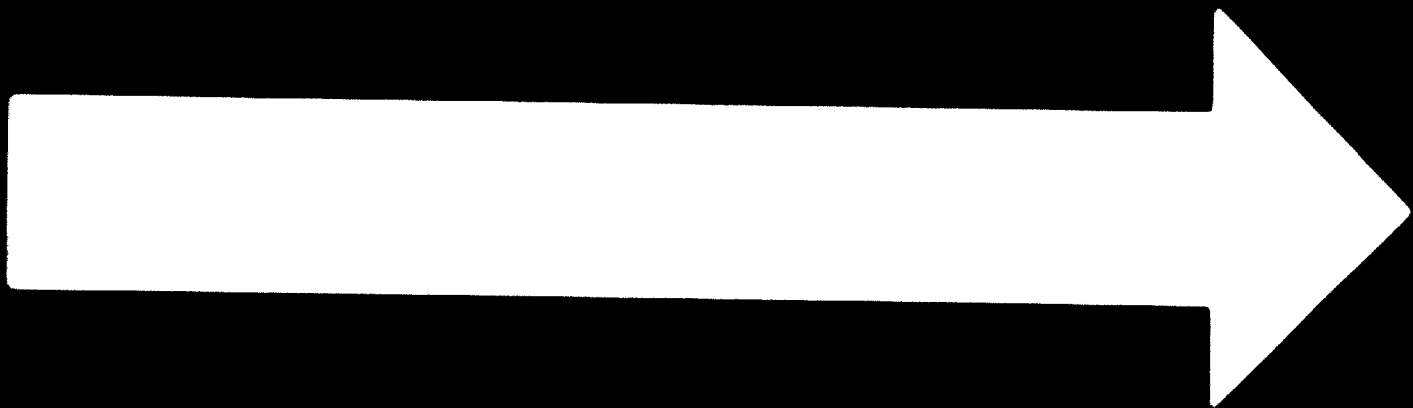
(jusqu'au stade de fabrication de l'acier brut)

	Modèle d'aciérie (A) (en t.e.c)	Consommation réelle (B) (en t.e.c)	B/A x 100 %
Allemagne de l'Ouest	0,387	0,478	123,5
Japon	0,414	0,460	111,1
Royaume-Uni	0,357	0,527	147,6
Etats-Unis	0,364	0,493	135,4

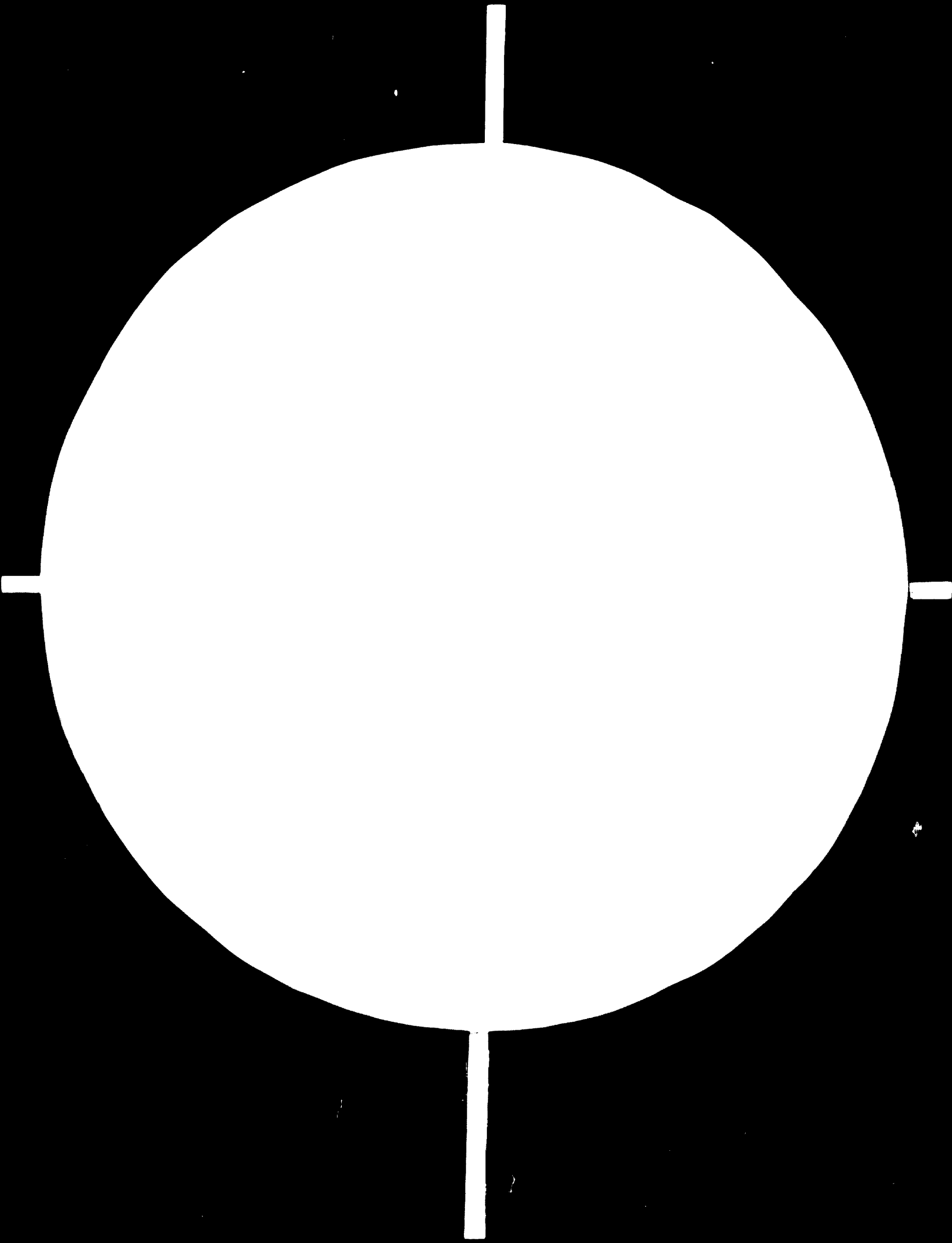
Source : IISI/E/1008/5.

A cet égard, il importe de ne pas juger les procédés de fabrication de l'acier seulement en fonction de la consommation d'énergie qu'ils entraînent. Il s'agit là d'opérations très complexes et, pour apprécier leur efficacité, il faut non seulement tenir compte de la consommation d'énergie, mais également du coût relatif des opérations et des autres facteurs de coût. Cela fait, on comprend facilement pourquoi on constate de telles différences entre les quatre pays en matière de consommation d'énergie.

B-12



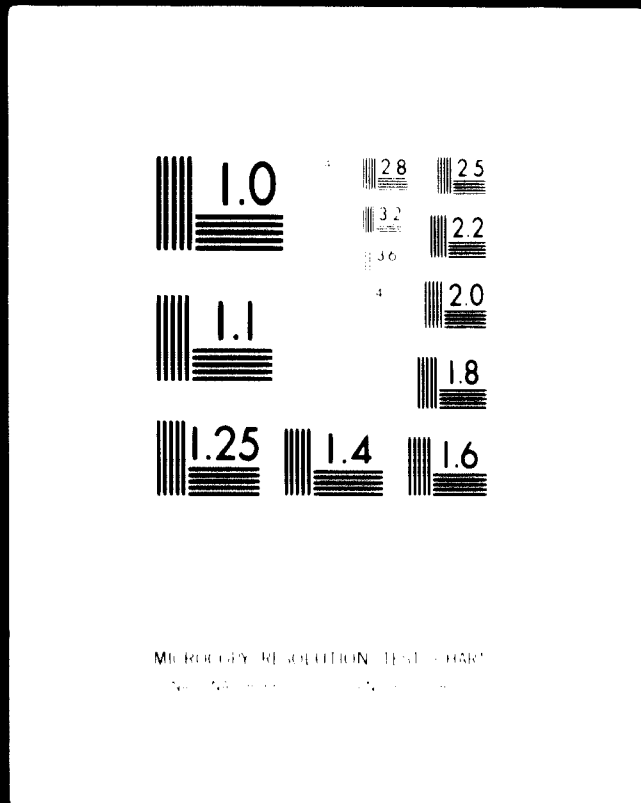
79.11.14



3 OF 3

08440

F



24x

C

III. ECONOMIES D'ENERGIE POSSIBLES DANS L'INDUSTRIE SIDERURGIQUE

56. Bien avant que se produise la crise de l'énergie, l'industrie sidérurgique des pays industrialisés avait réalisé des économies d'énergie considérables. Des progrès techniques, en particulier au cours des années 50 et 60, ont permis dans certains cas de réduire de 30 % la consommation d'énergie, grâce à une diminution de la consommation de coke, à des perfectionnements des hauts fourneaux, au remplacement des fours Martin par des convertisseurs à l'oxygène et à l'introduction de la coulée en continu.

57. On continuera à chercher à réduire la consommation unitaire d'énergie dans l'industrie sidérurgique, mais les résultats les plus spectaculaires dans ce domaine ont déjà été obtenus et certains procédés nouveaux, bien qu'ils soient économiques dans l'ensemble, risquent même d'entraîner une augmentation de la consommation d'énergie (par exemple la réduction directe du fer).

A l'heure actuelle, les sidérurgistes mettent au point diverses techniques visant 1) à améliorer les matières premières qui alimentent les hauts fourneaux 2) à envoyer un vent chaud dans le four pour y améliorer la combustion et 3) à maintenir une répartition adéquate des gaz et de la température dans le four.

58. Les économies d'énergie qui pourraient être réalisées dans l'avenir dans l'industrie sidérurgique découleront, pour la plupart, des innovations actuelles qui se révéleront techniquement applicables. Mais il convient de souligner que certaines innovations jugées applicables sur le plan technique ne le sont pas sur le plan de la rentabilité. Par exemple, des raisons d'ordre économique empêcheront la généralisation, dans un proche avenir, de la méthode d'injection de charbon, la plupart des fours actuels étant équipés pour l'injection d'hydrocarbures liquides. Après 1980, cependant, il faudra construire de nouveaux hauts fourneaux et il est vraisemblable que ceux-ci comporteront des dispositifs d'injection de charbon. Il conviendrait de décrire quelques-unes des méthodes permettant de conserver de l'énergie en indiquant les économies possibles par tonne d'acier. Les données ci-après sont fondées sur le rapport Battelle pour la FFA (1978) :

1. Utilisation accrue des boulettes dans les hauts fourneaux (5,58 kgec/t d'acier produit)

L'utilisation des boulettes dans les hauts fourneaux a permis d'augmenter la productivité et de diminuer la charge de coke. L'économie réalisée est de 5,58 kgec/t d'acier produit.

2. Diminution de la teneur en cendre du coke (2,52 kgec/t d'acier produit)

L'industrie sidérurgique consomme davantage d'énergie parce que la qualité du charbon cokéfiabie du point de vue de la teneur en cendre et en soufre a baissé et cette tendance devrait se maintenir.

3. Diminution de la teneur en soufre du coke (0,2 kgec/t d'acier produit)

Chaque augmentation de 1 % de la teneur en soufre du coke se traduit par une augmentation d'environ 2,5 kg de la charge de coke par tonne de fonte produite. Ce facteur a les mêmes incidences sur la consommation d'énergie que l'on se place sur le plan économique ou sur le plan technique.

4. Meilleure récupération des gaz de haut fourneau (14,74 kgec/t d'acier produit)

A l'heure actuelle, on ne récupère pas la totalité des gaz des hauts fourneaux.

5. Construction de hauts fourneaux plus modernes (4,68 kgec/t d'acier produit)

L'utilisation de nouveaux hauts fourneaux d'une capacité de 5 000 à 8 000 tonnes par jour permet d'abaisser la charge de coke et d'accroître la productivité.

6. Extinction à sec du coke (5,04 kgec/t d'acier produit)

L'extinction à sec du coke exige l'utilisation d'un gaz inerte pour refroidir le coke et pour opérer le transfert de chaleur. Ce gaz circule en permanence en vase clos, recueillant la majeure partie de la chaleur du coke et la transférant à une chaudière de récupération ou à un autre type d'échangeur de chaleur. La plupart des systèmes existant d'extinction à sec servent à produire de la vapeur sous haute pression.

7. Haut fourneau à injection de charbon (3,24 kgec/t d'acier produit)

Cette technique a été essayée il y a plusieurs années et a donné de bons résultats. A l'heure actuelle, elle est considérée comme applicable sur le plan technique mais non sur le plan économique.

8. Désulfuration externe de la fonte (5,76 kgec/t d'acier produit)

On entend par désulfuration externe, les procédés visant à abaisser la teneur en soufre de la fonte à l'extérieur du haut fourneau, c'est-à-dire après la coulée.

9. Remplacement des fours Martin par des convertisseurs à l'oxygène (0,36 kgec/t d'acier produit)

Le remplacement - poursuivi depuis longtemps - des fours Martin par des convertisseurs à l'oxygène permet d'économiser 14,4 kgec/t d'acier, si l'on tient compte de l'énergie contenue dans la fonte.

10. Récupération des gaz du convertisseur à l'oxygène (1,4 kgec/t d'acier produit)

Une grande quantité de gaz est produite au cours du soufflage de l'oxygène. Ce gaz contient jusqu'à 90 % d'oxyde de carbone et peut servir de combustible. Dans plusieurs pays, en République fédérale d'Allemagne et au Japon notamment, le gaz est recueilli dans une hotte située au-dessus du convertisseur et envoyé dans un dispositif de récupération. La récupération de 10 % des gaz émis par le convertisseur à l'oxygène permet déjà de réaliser des économies d'énergie.

11. Préchauffage de la ferraille pour convertisseur à l'oxygène au moyen de brûleurs à oxygène (4,32 kgec/t d'acier produit)

Le procédé s'est avéré réalisable techniquement. L'économie d'énergie est essentiellement due à la réduction de la quantité de fonte liquide (qui a un contenu énergétique élevé par tonne d'acier produite).

12. Augmentation de la capacité des fours électriques (8,01 kgec/t d'acier produit)

La ferraille d'acier est l'élément métallique essentiel de la charge du four électrique.

13. Augmentation de la capacité de coulée continue (2,92 kgec/t d'acier)

La production d'acier moulé par coulée continue consomme moins d'énergie que celle de l'acier en lingot, car elle a un rendement plus élevé en acier semi-fini (brames, blooms et billettes).

14. Emploi accru du chauffage par induction des brames (2,92 kgec/t d'acier)

Il est souvent plus rentable de procéder au chauffage par induction des brames que d'avoir recours à des fours de réchauffage à combustible.

15. Perfectionnement des fours pits et des dispositifs de réchauffage, de recuisson et de traitement thermique (16,2 kgec/t d'acier produit)

Les lingots d'acier sont réchauffés dans des fours pits et après avoir été transformés en brames, en blooms ou en billettes, passent à nouveau dans des fours pour le laminage à chaud. Certains perfectionnements permettent d'économiser de l'énergie, notamment :

- a) Une meilleure isolation des glissières dans les fours de réchauffage qui permet de réduire les pertes d'énergie dans l'eau de refroidissement;
- b) Un réglage plus fin des fours de réchauffage en vue d'une optimisation des passes de laminage;
- c) L'installation de récupérateurs sur les fours de réchauffage et de recuisson qui ne sont pas encore équipés de dispositifs de récupération;
- d) Dans les fours de recuit de type dormant, le remplacement des tubes radiants par une mise à feu directe;
- e) L'utilisation accrue d'isolants réfractaires fibreux dans les fours de recuit et les fours de trempe et de revenu;
- f) Meilleure étanchéité des fours;
- g) L'amélioration de la conception et de l'entretien des brûleurs.

16. Services auxiliaires (23,4 kgec/t d'acier)

Toutes les améliorations que l'on peut apporter dans les services auxiliaires sont praticables techniquement et rentables du point de vue économique. Des innovations dans l'exploitation de ces services permettraient de réaliser des économies d'énergie qui pourraient s'élever

à 95,19 kgec/t d'acier produit, soit environ 11,16 % dans les divers pays développés. Les pays en développement, dont les techniques sidérurgiques ne sont pas aussi perfectionnées et dont la consommation par tonne d'acier est bien supérieure, devraient donc réaliser des économies d'énergie encore plus grandes que les pays développés. D'autres innovations techniques seraient possibles, qui permettraient des économies d'énergie notamment la récupération des gaz de hauts fourneaux dans le procédé convertisseur à oxygène, l'introduction de l'extinction à sec du coke; l'accélération des opérations à forte consommation d'énergie grâce à diverses techniques comme l'emploi de la coulée continue et l'utilisation plus large de l'injection d'oxygène dans les hauts fourneaux. Ces mesures peuvent réduire la consommation d'énergie par tonne de produit d'au moins 36 à 44 kgec soit d'environ 4 % pour des installations nouvelles. Bien que ces méthodes posent encore un certain nombre de problèmes techniques, ce sont essentiellement des raisons de rentabilité qui empêchent leur adoption.

Figure 1.

Consommation brute d'énergie par tonne d'acier en fusion

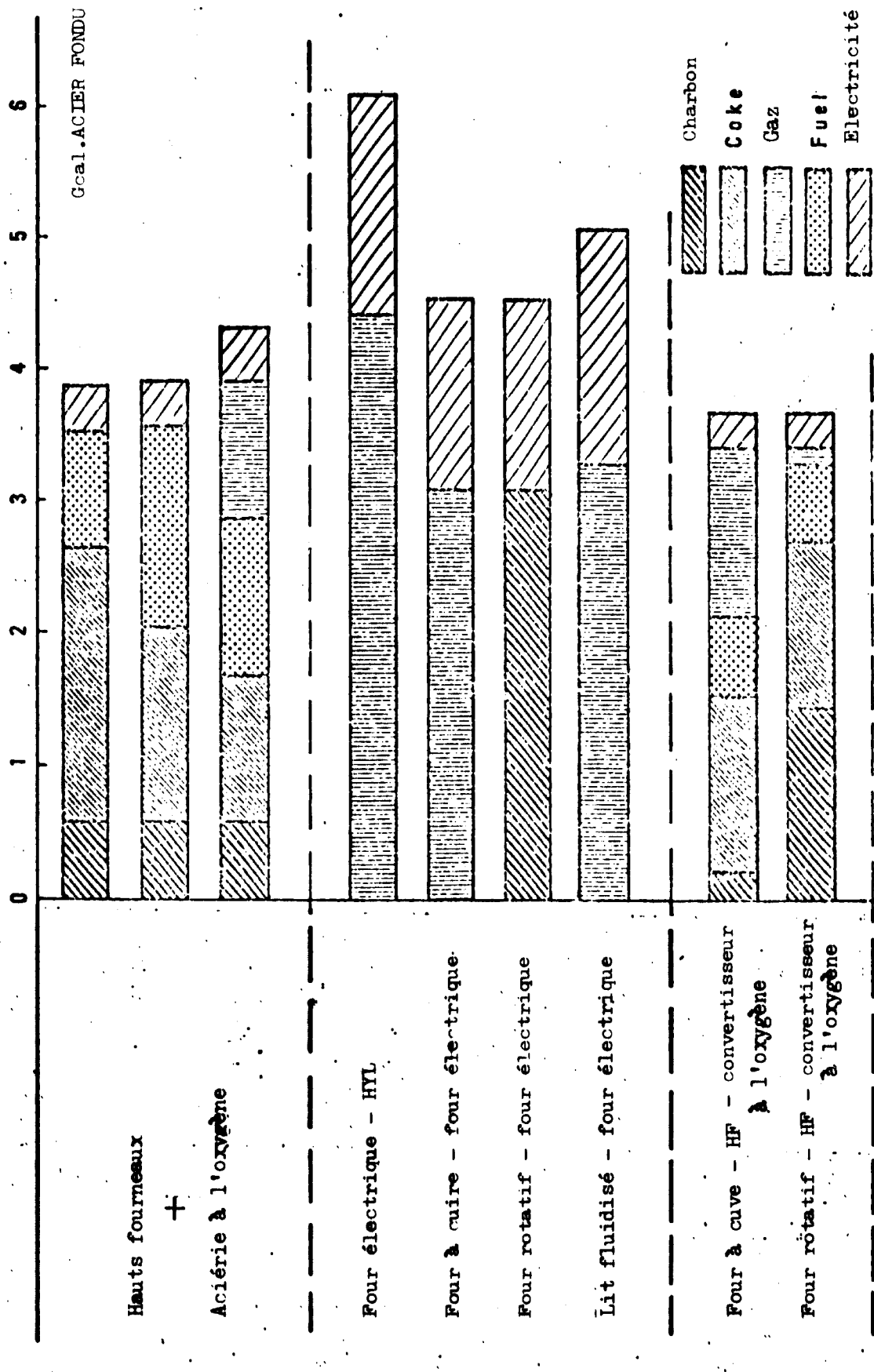
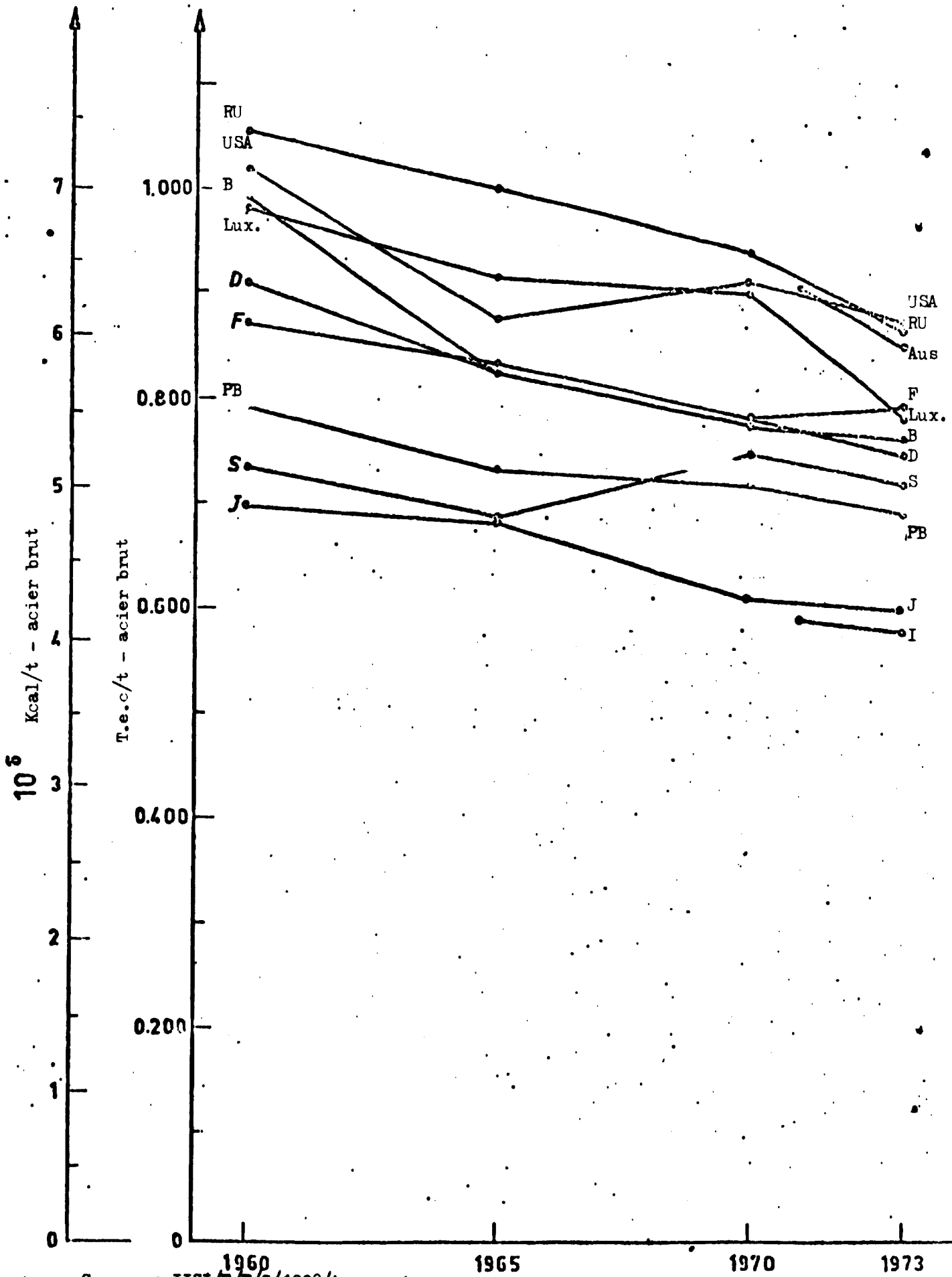


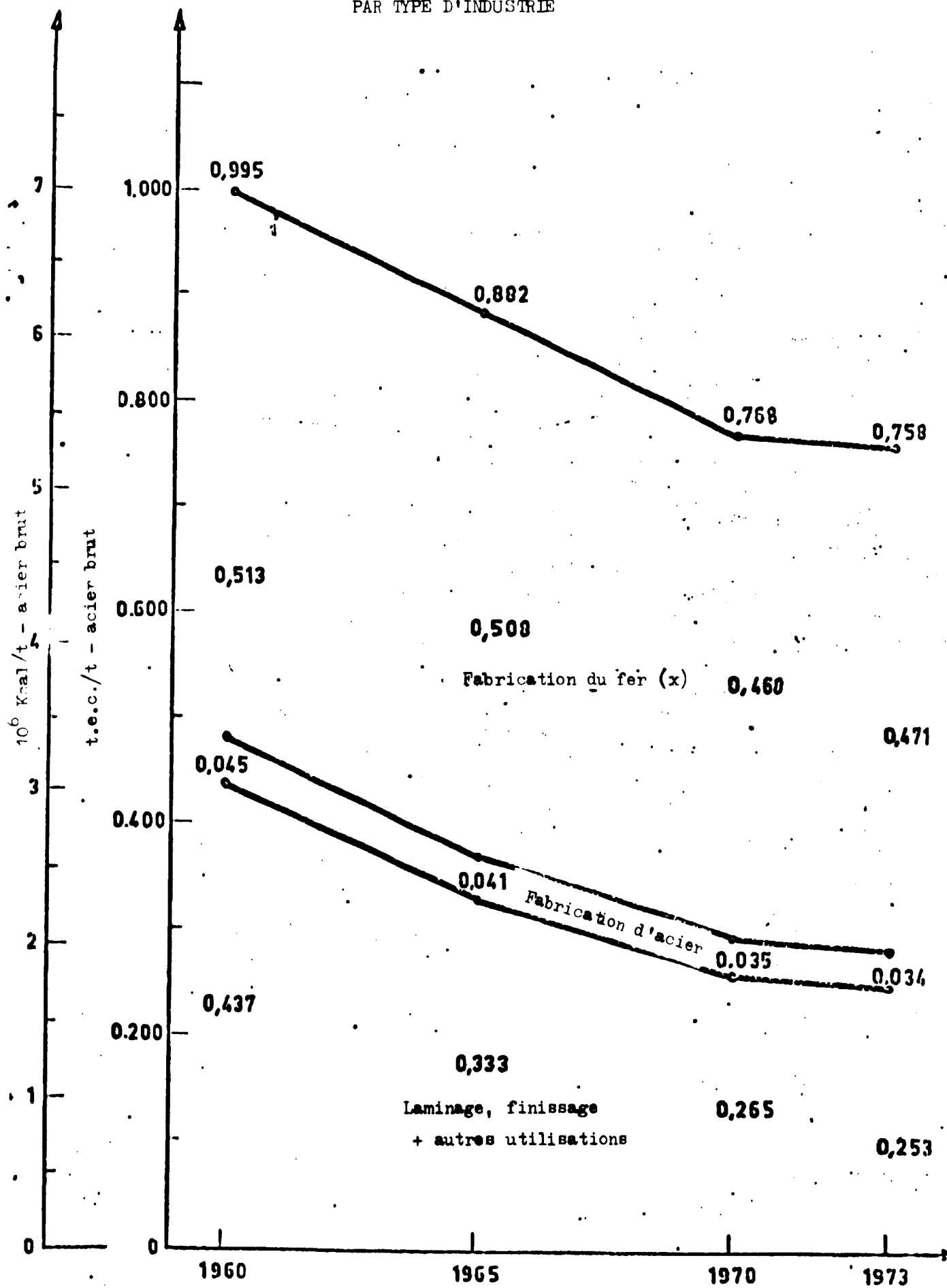
Figure 2.
Consommation globale d'énergie par pays



Source : IISI/E/F/G/1008/Annexe 4.

Fig-3

CONSOMMATION GLOBALE D'ENERGIE
PAR TYPE D'INDUSTRIE



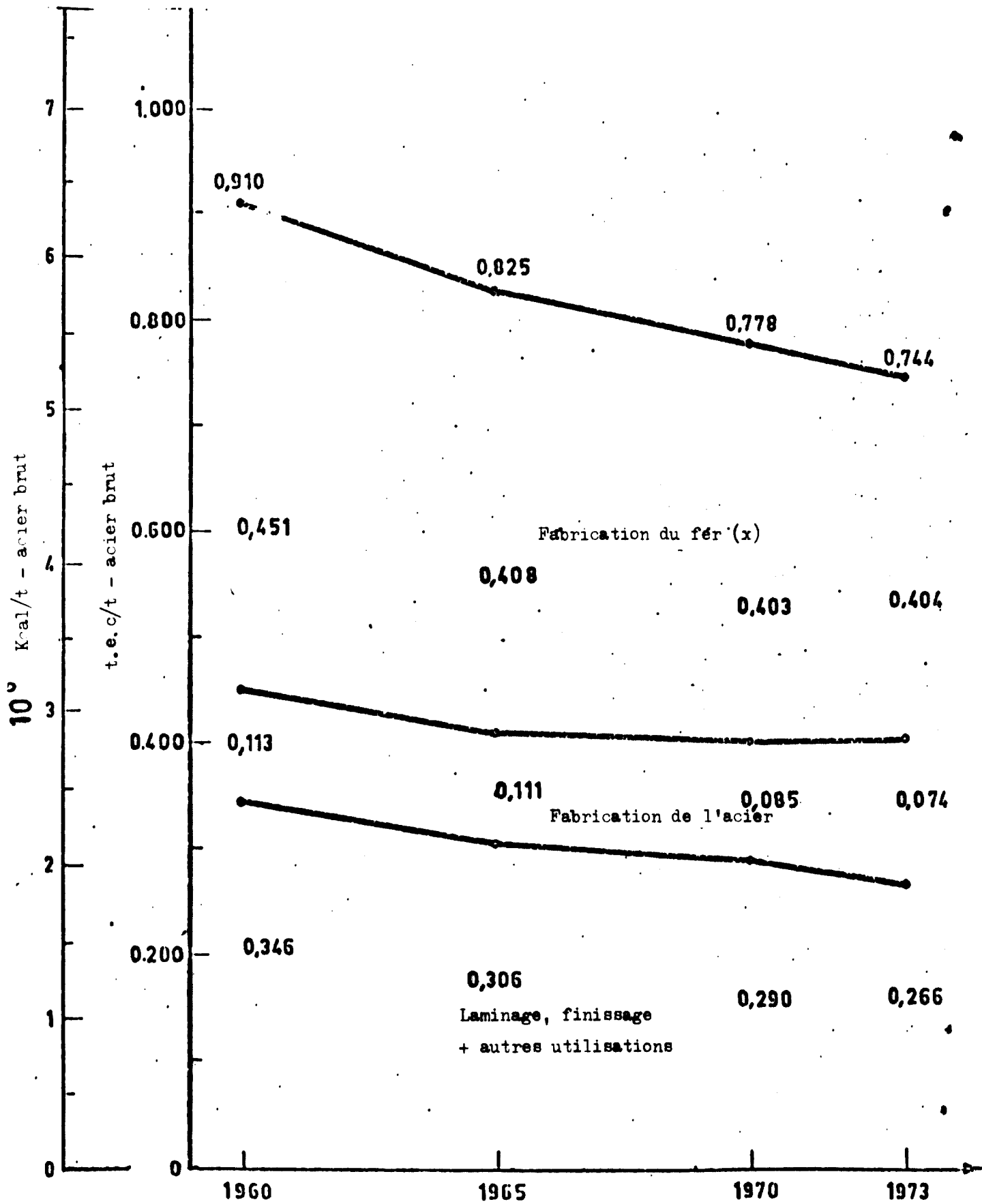
(x) à l'exclusion de l'énergie pour la production de la fonte de moulage et du fer destiné à d'autres usages

BELGIQUE

Source : IISI/E/R/G/1008/Annexe 5.

Figure 4.

Consommation globale d'énergie par type d'industrie

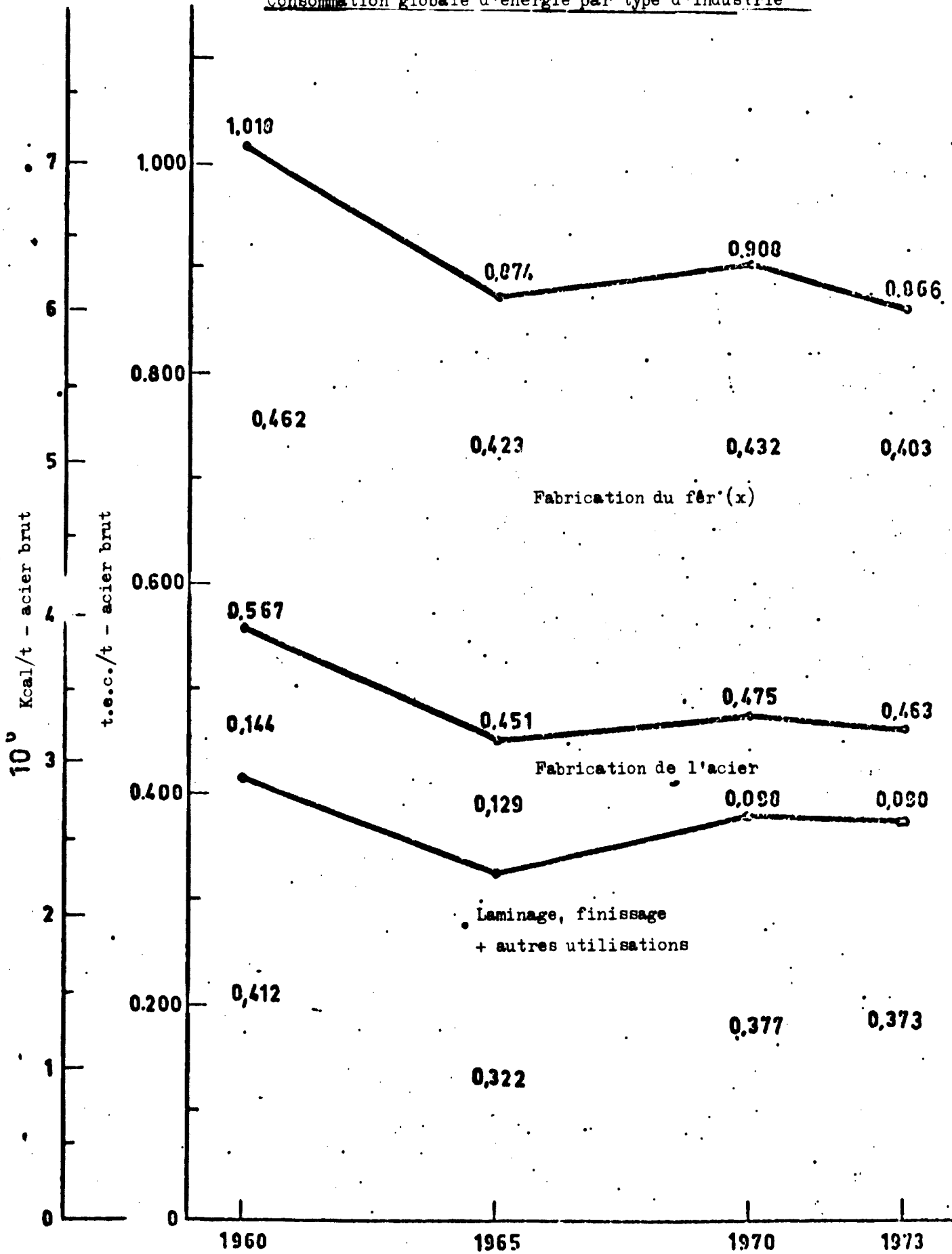


(x) à l'exclusion de l'énergie pour la production de fonte de moulage et du fer destiné à d'autres usages ALLEMAGNE

Source : IISI/E/F/G/1008/Annexe 6.

Figure 5.

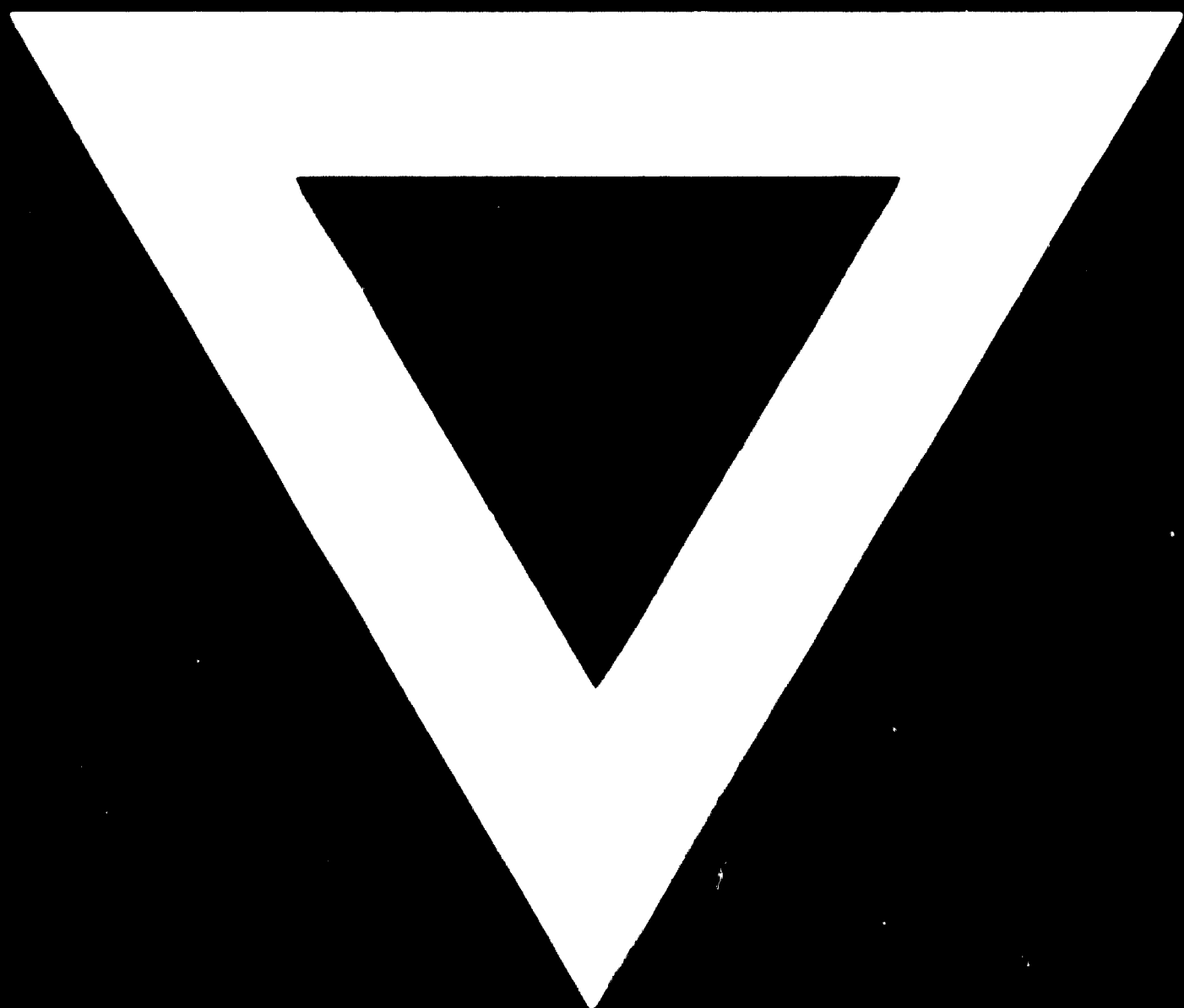
Consommation globale d'énergie par type d'industrie



(x) à l'exclusion de l'énergie pour la production de fonte de moulage et du fer destiné à d'autres usages

U S A

B-12



79.11.14