

C R E A

"Choix de filières technologiques et valorisation
des ressources naturelles. Exemple : La sidérur-
gie" par : CHIKHA-BELGACEM Khalifa

Enseignant-Chercheur au C.R.E.A.



Communication présentée au séminaire "Transfert de technologie,
protection de la propriété industrielle et développement.
Reflexions sur la pratique algérienne". Université de Annaba
28 - 29 - 30 Mai 1983.

" Choix de Filières technologiques et valorisation des ressources naturelles. Exemple : la Sidérurgie " par : CHIKHA-BELGACEM Khalifa. Enseignant-chercheur au C.R.E.A. Séminaire " Transfert de technologie, Protection de la propriété industrielle et Développement, Reflexions sur la pratique algérienne " Université de ANNABA 28 - 29 - 30 Mai 1983.

La valorisation des ressources naturelles qui met en œuvre la valeur d'usage de ces ressources est souvent opposée à la valorisation externe qui met en œuvre la valeur d'échange. Cependant, la finalité de ces deux types de valorisation est la même : il s'agit d'assurer le développement économique et social du pays. L'utilisation du gaz naturel et le choix de filière qu'elle implique dans la mise en place d'une industrie sidérurgique nationale suscite de nombreuses questions dont la principale est la suivante : Le choix de cette filière pour la production d'acier constitue-t-il une forme de valorisation acceptable pour le gaz naturel ?

A) Le développement de la réduction directe :

Avant de voir les perspectives de développement de la réduction directe et la localisation régionale et interne aux différents pays, il convient tout d'abord d'analyser la situation actuelle de la réduction directe.

1°) Etat actuel des capacités et de la production de la filière réduction directe : tableau 1.

Au premier janvier 1982 il existe dans le monde trente quatre unités de production dont seize dans les pays du Nord (Afrique du Nord comprise). Treize unités sont localisées en Amérique Latine.

Il y a lieu de remarquer que vingt deux unités utilisent le gaz naturel comme réducteur et douze le charbon (directement ou indirectement).

TABLEAU 1

Capacité et production de minerais pré-réduits en 1982

Procédure	Usine et localisation		Capacité en 10 ⁶ T/an 1.1.1982.	Production 1981
<u>Réduction par le gaz naturel</u>				
Hidrex	GSC	U.S.A.	0,400	0,25
Hidrex	HSW	R.F.A.	0,400	0,295
Hidrex	SIDBEC I/II	Canada	1,000	0,957
Hidrex	DAIMINE	Argentine	0,320	0,315
Hidrex	ACINDOR	Argentine	0,420	0,366
Hidrex	QASCO	Qatar	0,400	0,455
Hidrex	SIDOR I/II	Vénézuéla	1,630	1,055
Hidrex	ISCOTT	Trinidad	0,420	0,107
Hidrex	NORDFERRO	R.F.A.	0,370	0,191
Hidrex	OSM	U.S.A.	0,300	—
yL I	Monterrey I/III	Mexique	0,570	0,506
yL I	Puebla I/II	Mexique	0,945	0,506
yL I	Tansa	Mexique	0,235	0,264
yL I	USIBA	Brésil	0,250	0,194
yL I	Krakatan	Indonésie	2,300	0,400
yL I	Irak	Irak	0,485	—
yL I	SIDOR I/II	Vénézuéla	2,472	0,361
yL III	Monterrey II	Mexique	0,250	0,272
SC	Hirohata	Japon	0,150	—
RMCO	Houston	U.S.A.	0,320	0,237
URCFER	Oberhausen	R.F.A.	0,150	—
IOR	PIOR	Vénézuéla	0,350	0,235
TOTAL			14,667	7,507

Il est possible d'observer que 91,6 % des capacités de réduction directe dans le monde utilisent comme réducteur du minerai de fer le gaz naturel. Le procédé de réduction Midrex intervient pour 38,6 % et Hyl I et III pour 47 % des capacités totales de réduction directe. Les procédés de réduction utilisant directement ou indirectement le charbon comme agent réducteur ne représentent que 8 % des capacités installées.

Il est aussi utile de signaler qu'il n'existe pas de capacité installée utilisant le procédé Hyl I et III de réduction directe dans les pays du Nord industrialisés.

D'autres sources (1) estiment les capacités de production mondiales à 32,280 millions de tonnes en 1982.

La production de la préréduction en 1981 représente seulement un peu plus de 1 % de la production mondiale d'acier.

L'analyse de la croissance cumulée des capacités de préréduction permet d'observer : (tableau 1) (2).

- D'ici 1984 celles-ci seraient presque doublées par rapport à leur niveau de 1981 ;

- Les procédés de réduction directe au gaz naturel surtout Hyl et Midrex continueront une croissance rapide par rapport à celle basée sur le charbon.

- 91,6 % des capacités de préréduction utiliseraient en 1984 du gaz naturel comme agent réducteur.

(1) Journal du Four Electrique (JFE) n° 5 Mai 1981, p. 25 ("Evolution des capacités mondiales - Réduction Directe").

(2) Voir JFE n° 5 Mai 1981, p. 27 : il donne des capacités de préréduction de 21 millions de tonnes en 1980, 40 en 1985 et 60 en 1990.

TABLEAU 2

Croissance cumulée, année par année, des capacités de réduction directe des minerais de fer (million de tonnes/an)

	"Classique" avec gaz naturel		Autres procédés	Procédés basés sur le charbon		Total
	HyL	Midrex		Avec gaz naturel	Four tour- nant	
1957	0,095	--	--	--	--	0,095
1960	0,365	--	--	--	--	0,365
1967	0,600	--	--	--	--	0,600
1969	0,915	0,500	--	--	--	1,415
1970	0,915	0,500	0,150	0,165	--	1,570
1971	0,915	1,100	0,150	0,165	--	2,230
1972	0,915	1,100	0,480	0,165	--	2,660
1973	0,915	1,500	0,480	0,415	0,060	3,370
1974	1,640	1,500	0,480	0,415	0,070	4,105
1975	1,640	1,500	0,480	0,725	0,070	4,355
1976	2,000	1,830	0,830	1,005	0,070	5,735
1977	2,625	2,785	1,660	1,005	0,070	7,145
1978	3,200	3,605	1,660	1,065	0,070	8,500
1979	3,685	4,800	1,660	1,065	0,070	10,280
1980	6,372	5,300	1,660	1,195	0,070	14,597
1981	6,372	7,280	1,660	1,195	0,070	16,577
1982	8,522	9,362	1,660	1,345	0,070	20,959
1983	10,522	10,167	1,660	1,420	0,070	23,839
1984	11,522	13,917	1,660	1,740	0,070	27,836

Revue de Métallurgie CIT - janvier 1983 - p. 9.

(BOILER)		Réduction par le charbon (ou à base de charbon)		
ACCAR	NML	Canada	0,035	0,006
ACCAR	SMC	Canada	0,240	---
CODIR	DUNSWART	Afrique du Sud	0,150	0,124
DRC	ROCKWOOD	U.S.A.	0,060	0,006
SL-RN	Piratini	Brésil	0,065	0,031
SL-RN	Stelco	Canada	0,350	---
SL-RN	SIIL	Inde	0,030	0,020
SL-RN	SIDELPERU	Pérou	0,100	0,050
SL-RN	NZE	Nouvelle-Zélande	0,150	0,150
KH	Buttrio	Italie	0,010	---
KH	Burma	Birmanie	0,020	0,010
Pluomared	SKF	Suède	0,070	0,010
OTAL			1,28	0,407
OTAL GENERAL			15,947	8,004

Source : Revue de Métallurgie - CIT - Janvier 1983 - p. 10.

Actuellement les capacités de préréduction ne semblent occuper une place importante dans la production sidérurgique mondiale, qu'en est-il des perspectives ?

2) Les perspectives de développement des capacités de préréduction :

Le développement sidérurgique dans le tiers-monde reste actuellement dominé par la filière classique (Haut fourneau) dans la mesure où les projets de préréduction ne représenteraient en 1990 qu'environ 40 % des capacités projetées (tableau 3).

Les projets de capacités de production d'acier en Afrique du Nord et Moyen-Orient seraient surtout orientés vers la filière réduction directe (75,3 %).

Dans les perspectives d'évolution des capacités de réduction directe dans le monde les procédés HyL et Midrex représenteraient en moyenne 80 % en 1990. Le gaz naturel resterait le principal réducteur dans la filière réduction directe (90 % environ des capacités de réduction directe) (tableau 4).

Les projets de réduction directe par le gaz naturel se trouvent localisés dans les pays du tiers-monde (tableau 5). Dans l'expansion prévue de la réduction directe le procédé Midrex totalise une capacité de 20,92 millions de tonnes alors que HyL I et HyL III ne totalisent que 6,25. Les autres procédés de réduction directe par le gaz naturel restent relativement marginaux (1,75 millions de tonnes en capacités projetées).

Plus de 26 % des capacités de réduction directe projetées et utilisant comme agent réducteur le gaz naturel, seraient localisées en LDM sur la base du procédé Midrex. Vers le milieu de l'année 1981 dans les pays du tiers-monde sur un nombre total de projets de réduction directe égal à 41, le nombre de projets et les capacités par région sont comme suit :

Tableau 3

Répartition des projets sidérurgiques selon les filières
dans le tiers-monde

	(1) Nombre de projets de réduction di- recte.	(2) Capacité des pro- jets de réduc- tion directe (en million de t).	(3) Total des capa- cités pro- jetées (en millions de t)	2/3 %
Amérique-Latine	14	21,580	46,900	46,0
Afrique au Sud du Sahara	3	2,150	9,220	23,2
Afrique du Nord et Moyen-Orient	12	14,540	19,310	75,0
Asie	12	7,900	41,510	15,0
TOTAL	41	46,170	116,940	39,5

Source : Troisième Consultation sur l'industrie sidérurgique
Les scénarios pour l'industrie sidérurgique en 1990.
Supplément "Les données." Caracas, Venezuela
13-17 septembre 1982. UNIDO. V 82-29778 - p. 15.

TABLEAU 4

Estimation des capacités existantes et en projet de réduction directe des minerais de fer dans le monde (Mt/an)

	Procédés basés sur le gaz naturel			Procédés basés sur le charbon	
	Hyl	Midrex	Autres	Fours tournants	Autres
1982	8,5 soit 40,5%	9,4 soit 44,9%	1,7 soit 8,1%	1,3 soit 6,2%	0,05 soit 0,2%
Estimation 1985	environ 13 soit 38%	environ 15 soit 44%	environ 2,5 soit 7%	environ 3 soit 9%	environ 0,5 soit 2%
Possibilités 1990					
Optimiste (1)	52 soit 75%		6 soit 8,5%	7,5 soit 10,5%	4 soit 6%
Moyenne (2)	40 soit 60%		4 soit 6%	6 soit 10%	1 soit 2%
Pessimiste (3)	29 soit 52%		2,5 soit 7%	3 soit 8%	0,5 soit 2%

1) Total 70 Mt/an

2) Total 50 Mt/an

3) Total 29 Mt/an

Source : Revue de Metallurgie CIT janvier 1983 - p. 12.

Régions	Nombre de projets	Capacités en 10^6 t/an
Amérique-Latine	14	21,550
Afrique au Sud du Sahara	3 projets + 2 idées de projets	2,150
Afrique du Nord et Moyen-Orient	12	14,540
Asie	12	7,900
Total Général	41	46,140

Source : Voir annexe : 1 "Les projets de réduction directe dans le tiers-monde." Troisième consultation sur l'industrie sidérurgique : Supplément "les dossiers" UNID ID/EG. 574/2/Add 1 - 28 juillet 1983 Caracas Venezuela, 15-17 septembre 1982.

En Amérique-Latine le procédé de réduction directe HyL III semble être dominant du point de vue des capacités projetées (plus de 72 %). Dans les autres régions le procédé Midrex est dominant en termes de capacités projetées.

L'Amérique-Latine semble bénéficier d'un peu moins de 50 % des capacités de réduction directe projetées. L'Afrique du Nord et le Moyen-Orient semble être le deuxième lieu de localisation des capacités projetées de réduction directe après l'Amérique-Latine avec environ 31,5 % du total. Ainsi, la localisation des projets de réduction directe dans le tiers-monde semble bénéficier surtout aux pays producteurs d'hydrocarbures.

TABLEAU 5

Expansion prévue pour la production

			Capacité (Mt/an)	Date prévue de mise en service
<u>duction par le gaz turel</u>				
Grex	Hunterston	Grande-Bretagne	0,800	Pratiquement en état, jamais dé- marré
SC	Ahwas	Iran	1,200	Etat inconnu ja- mais démarré
Ita Steel Mills	Warri	Nigeria	1,000	Début 1982
OTT 2	Trinidad et Tobago		0,420	1982
BIC	Al Jubail	Arabie-Séoudite	0,800	1982 ?
MK, stary Oskol 1	Kurak	URSS	1,600	1983
MK, stary Oskol 2	Kurak	URSS	3,400	?
ipoli Steel Corp	Misurata	Libye	1,100	1984/1985
bah Iron and Steel	Lahar Mahab	Malaisie	0,600	1984
<u>L 1</u>				
ISI 2	Khor Al Zubail	Irak	1,000	Pratiquement en état de fonction- nement
SC	Ahwas	Iran	1,000	Etat inconnu jamais démarré
<u>L III</u>				
Alsa 4 M	Monterrey	Mexique	0,750	Fin 1982
CARTSA	Lazaro Cardenas	Mexique	2,000	1983
DERSUR	San Antonio Oeste	Argentine	0,500	1984
HEMEXA	Altamira Tampico	Mexique	1,000	1984
<u>C</u>				
Ala Terengganu	Terengganu	Malaisie	0,600	1984
ICAR				
Alsa Sponge Iron Ltd	Kenghar, Orissa	Inde	0,150	Démarré fin 1983
DIR				
DER PERU	Chimbote	Pérou	0,200	Situation mal connue
IC				
AW Metals		Afrique du Sud	0,100	1983
ERN				
underbiji park	Iscor	Afrique du Sud	0,600	1984
har state Develop-	Ranchi Bihar	Inde	0,100	1983
nt corp.				

Source : Revue de Métallurgie CII - janvier 1983 - p. 11.

Il est possible de préciser que :

- 90 % des projets de réduction directe sont localisés dans les pays producteurs de pétrole ou de gaz naturel ;

- 100 % des projets sidérurgiques dans les pays producteurs de pétrole de l'Afrique et du Moyen-Orient sont basés sur la filière de la réduction directe ;

- La filière réduction directe est adoptée dans 90 % des projets sidérurgiques dans les pays d'Amérique-Latine producteurs de pétrole (Argentine, Colombie, Equateur, Mexique, Vénézuéla etc...)

- Cette même filière est retenue dans 66 % des projets sidérurgiques des pays d'Asie producteurs de pétrole (Indonésie, Malaisie etc...) (1).

Les perspectives de développement des capacités de production dans les pays du tiers-monde ont souvent posé le problème de la localisation interne des projets. En effet le choix du site n'est pas indifférent : un projet dont la destination de la production est l'exportation par exemple serait forcément localisé sur la côte. L'arbitrage ne se fait pas seulement en fonction de la destination de la production, de nombreux autres facteurs peuvent intervenir.

B) Ressources naturelles disponibles et choix de filières technologiques en Algérie

Les matières premières et l'énergie sont les deux éléments principaux indispensables à toute industrie. Pour l'industrie sidérurgique, le minerai de fer ou les ferrailles le charbon à coke ou le gaz naturel sont les ressources indispensables à la fabrication de l'acier.

1°) Les ressources minières nationales :

Il y a lieu de remarquer préalablement qu'en Algérie deux types de débouchés existent pour le minerai de fer : un débouché principal, la sidérurgie et un secondaire, l'industrie cimentière.

Les gisements actuellement en exploitation d'Ouenza Boukhadra et Beni-Saf continueront selon les prévisions à produire à l'horizon 1990. Depuis 1980, les deux premiers produisent respectivement 5,5 et 1,5 millions de tonnes par an. Leur production est destinée à (Tableau 6).

- Satisfaire les besoins du complexe sidérurgique d'El-Hadjer jusqu'à l'an 2010 environ pour le premier gisement.

(1) Troisième consultation sur l'Industrie Sidérurgique
Caracas, Vénézuéla, 13-17 septembre 1982

TABLEAU 48 6

Prévision de production de minerai de fer
(en 1.000 T)

	1983	1984	1985	1990
<u>Unités en production</u>				
- Ouenna	2.600	2.600	2.600	2.600
- Boukhadra	900	900	900	900
- Béni-Saf	100	100	100	100
<u>Extension Ouenna/Boukhadra</u>	1.500	1.500	1.500	1.500
<u>Unité en projet : Gara Djéhiliet</u>				8.000
TOTAL	5.100	5.100	5.100	13.100

Source : Plan quinquennal 1980-1984, SONAREM - Octobre 1979 - Dossier n°2.

- satisfaire une partie des besoins en minerai d'un nouveau complexe sidérurgique qui serait éventuellement réalisé, pour le second gisement.

- approvisionner exclusivement l'industrie cimentière des régions Nord-Ouest et Nord-Centre pour le gisement de Beni-Saf dont la production devrait se maintenir à un niveau égal à 100.000 tonnes/an.

Les gisements dont l'exploitation est en projet sont essentiellement ceux de Gara-Djehilet et Abdelaziz Mécheri dont les réserves exploitables sont au moins égales à deux milliards de tonnes. Ces derniers gisements se caractérisent par

- la facilité d'exploitation qui est à ciel ouvert
- leur teneur moyenne en fer qui est égale à 57 %
- la présence d'impureté (4 % d'alumine (oxydes d'aluminium), et 0,3 % de phosphore).

La teneur en fer et la présence d'impureté ne permettent pas à court terme d'utiliser les procédés de réduction directe pour ces derniers minerais (1).

2°) Les ressources énergétiques utilisables pour le traitement du minerai de fer :

La désoxydation du minerai de fer et sa fusion en vue de produire de l'acier nécessite des quantités importantes d'énergie.

A l'état actuelle des connaissances, les réserves nationales de charbon sont relativement faibles (40 millions de tonnes environ) et difficilement exploitables (veine étroite descendant rapidement en profondeur) et ayant une teneur en soufre l'empêchant d'être utilisable directement en sidérurgie sans être mélangées à d'autres charbons de meilleure qualité.

La capacité potentielle actuelle de production du gisement de Menouna (Wilaya de Béchar) est égale à 1 million de tonne par an. Cette capacité

(1) - Plan quinquennal 1980-1984 - SONAREM octobre 1979 - Dossier n°2.

- Demande d'individualisation : complexe sidérurgique de Jijel - SNS septembre 1980.

- Journal du Four Electrique n°9 - Novembre 1982.

pourrait permettre la satisfaction de 50 % des besoins du complexe sidérurgique d'El-Hadjar qui sont de 1,8 millions de tonnes.

Les réserves prouvées de gaz naturel en Algérie sont estimées au premier janvier 1983 à 111.250 milliards de pieds cubes (1), soit 3.150 milliards de m³ environ.

L'évolution de la production et de l'utilisation du gaz naturel a été la suivante entre 1975 et 1981.

	(en millions de m ³)							
	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Production brute	20.951	24.439	26.593	32.517	43.580	43.427	64.442	62.000 *
Production nette	9.532	9.933	8.634	14.099	25.939	19.347	24.582	
Réinjection	3.732	3.862	6.227	6.179	7.617	14.366	34.130	41.540
Brûlage à la torche	7.662	10.644	11.737	12.239	10.024	9.714	6.730	
Part de la production brute brûlée à la torche (%)	36,7	43,5	44,1	37,6	22,9	22,4	10,4	

Sources : Cadigas du 1^{er} juillet 1982 n° 37 - p.1.

* 67 % de la production brute.

Source : OPEC Statistical Bulletin repris par PGA n° 338 du 16 janvier 1983.

Les prévisions du programme VALHYD suspendu en 1980 indiquent une production nette égale à 110,67 milliards de m³ en 1990 et de 97,27 milliards de m³ en 2000 (2).

L'augmentation de la production nette résultant de l'augmentation de la production brute et de la récupération du gaz brûlé à la torche permettra à l'Algérie de couvrir environ 75 % de ses besoins énergétique interne.

(1) Rapport de oil and gas journal. 27 décembre 1982 - p. 79.

(2) Plan de développement des hydrocarbures en Algérie - Perspectives financières 1976 - 2000. Bechtel - Août 1977.

en 1990 (1) qui sont de 41,3 tep (2) (3).

La valorisation interne de cette ressource doit permettre à l'Algérie d'être moins dépendante de l'extérieur pour la satisfaction des besoins de l'industrie sidérurgique.

Ainsi les disponibilités nationales en ressources naturelles utilisables dans la production d'acier, offrent deux choix possibles avec leurs implications respectives en termes d'importation pour le fonctionnement d'un nouveau complexe sidérurgique d'une capacité de production de deux millions par exemple :

L'adoption de la filière classique du haut fourneau/convertisseur implique :

- L'importation d'environ 2 millions de tonnes de charbon à coke. Dans ce cas le problème de la sécurité d'approvisionnement risque de se poser. En effet "la compétition entre les sidérurgies du Nord et celles du Sud pour l'accès au charbon à coke sera en tout état de cause très inégale, en raison certes, de la concentration géographique des réserves, mais surtout du contrôle du secteur charbonnier par les groupes sidérurgiques du Nord. Que ce contrôle procède, comme aux Etats-Unis, d'une intégration verticale de la mine et de l'usine, ou comme au Japon, de prises de participation dans des entreprises minières à l'étranger, assorties de prêts et de contrats d'achat à long terme, son résultat est le même, puisque dans tous les cas les groupes sidérurgiques du Nord maîtrisent simultanément la demande et l'offre de charbon à coke (4).

- L'importation d'environ 2,7 millions de tonnes de minerai de fer à teneur relativement faible, plus disponible que les minerai à teneur élevée. Cependant, "à la compétition entre le Nord et le Sud pour l'utilisation du charbon à coke du Nord s'ajoute une compétition pour la mise en valeur du minerai de fer du Sud. La production actuelle de minerai de fer du Sud est effectivement exportée à raison des deux tiers vers le Nord capitaliste." (5).

(1) PGA n° 332 du 16 janvier 1983.

(2) Communication algérienne à la deuxième conférence arabe de l'énergie : "Énergie pour le développement et intégration économique arabe" DOHA Qatar du 6 au 11 mars 1982 - p. 16.

(3) Soit environ 30 à 31 milliards de m³ de gaz naturel.

(4) Fayçal YACHIR "Réduction Directe, Matières premières et Développement Sidérurgique dans le tiers-monde". Forces et faiblesses des sidérurgies du tiers-monde. CREA - ed. SNED, Alger 1982 - p. 199.

(5) F. YACHIR "Réduction Directe, Matières premières et Développement sidérurgique dans le tiers-monde".

L'adoption de la filière Réduction directe du minerai de fer par le gaz naturel implique quant à elle l'importation d'environ 2,7 millions de tonnes de minerai de fer à teneur élevée moins disponible relativement que les minerai pauvres. "Dans ces conditions, il est clair qu'en tant qu'elle dispense de recourir à l'usage de coke pour produire de l'acier, la technologie de la réduction directe est potentiellement plus favorable à un développement autonome de la sidérurgie... "Tout au moins tant que n'est pas posé le problème de la disponibilité des techniques. Au delà de l'adéquation apparente entre le procédé technique et les dotations en ressources, il faut en effet s'interroger sur les conditions de production et de circulation des techniques de préréduction. On sait que dans le schéma néo-classique du choix des techniques, les procédés de production sont conçus comme des combinaisons de facteurs, définies dans le cadre d'un champ donné de connaissance, et que ni leur disponibilité, ni leur accessibilité ne font problème pour les entrepreneurs. Mais hors de l'univers des néo-classiques, la technologie n'est pas plus une donnée abstraite qu'est n'est un bien libre. Elle est au contraire un produit approprié privativement et dont l'appropriation conditionne la nature et le degré de la mise en valeur des ressources auxquelles elle est appliquée (1). "

Ainsi, si abstraction est fait de tout les éléments intervenant dans le choix de filière technologique, l'adoption par l'Algérie de voie réduction directe du minerai de fer par le gaz naturel lui permettra d'économiser annuellement la contre-partie en devises de l'importation d'environ 2 millions de tonnes de charbon à coke. La sécurité d'approvisionnement en agent réducteur et en source d'énergie est aussi un élément décisif dans le choix de filières.

... "La relative "banalisation" dans le tiers-monde de la technologie de la filière classique" qui fait intervenir des ressources plus disponibles dans les pays du Nord "fait apparaître le contrôle des procédés de préréduction comme le moyen de restaurer le pouvoir des monopoles du Nord sur le modelage des procès de travail et l'orientation des procès de production dans la sidérurgie. L'importance d'un tel enjeu est d'autant plus affirmée qu'il s'agit d'une technologie fondée sur l'usage de ressources plus disponibles à leur niveau, la réduction directe connaît nécessairement des chances de développement supérieures dans les pays du tiers-monde. Le contrôle de la tech-

(1) F. YACHER "Réduction directe, matières premières et développement sidérurgique dans le tiers-monde" op. cit, p. 161.

nologie devient la clé du contrôle du développement sidérurgique dans le Sud".(1)

La dotation en ressources naturelles utilisables dans la production d'acier et les impératifs de sécurité d'approvisionnement en agent réducteur et en sources d'énergie ont favorisé le choix en Algérie de la filière réduction directe pour la mise en place d'une nouvelle capacité de production d'acier. Ce choix de filière qui assure cette sécurité d'approvisionnement s'accompagne nécessairement d'une dépendance dans le domaine de la technologie. Les impératifs liés à la nécessité d'utiliser au maximum les ressources locales semblent l'avoir emporté sur les impératifs d'indépendance (relative) technologique (2).

La difficulté de chiffrer le coût de la sécurité d'approvisionnement et le coût de la dépendance technologique n'a pas permis de pousser plus loin les critères de choix de filières technologiques en fonction des impératifs de cette sécurité. Une telle question bien qu'elle soit fondamentale élargit largement la problématique globale de ce travail.

Cependant, si l'on fait un moment, abstraction de l'impératif de sécurité d'approvisionnement, il serait tout à fait justifié de se demander si le choix de la filière classique ne soit pas pour l'Algérie plus intéressant, dans la mesure où, le bilan devises global-importation d'une quantité de charbon à coke égale à celle nécessaire à la filière classique, exportation d'une quantité supplémentaire de gaz naturel égale à celle nécessaire à la réduction directe- ne soit pas plus favorable.

Ainsi, la valorisation interne des ressources naturelles ne peut être correctement formulée sans être intégrée dans le cadre d'une valorisation beaucoup plus globale qui est celle comprenant à la fois l'aspect interne et l'aspect externe.

(1) Idem - p. 177.

(2) Le choix de la filière classique en plus du problème de sécurité d'approvisionnement en charbon cokéfiabie qu'il aurait posé, n'aurait pas éliminé la dépendance technologique ; il aurait seulement changé la nature et le degré de cette dépendance dans la mesure où il se serait inscrit dans le cadre d'une coopération Sud-Sud ou encore Sud-Est au lieu du Nord-Sud seulement comme c'est le cas de la filière Réduction directe.

Il semblerait que pour des raisons liées à la nécessité de réaliser de nouvelles études sur le nouveau site retenu qui se trouve à 10 km au près de Jijel, la SNS ait avisé les 12 firmes internationales intéressées à soumettre des propositions pour le projet d'acierie électrique que la réalisation de ce dernier était suspendue au moins jusqu'à la fin de l'année 1983. (1)

C) Le projet Réduction Directe du minerai de fer de Jijel et son Bilan devises

1) L'approvisionnement en minerai de fer du complexe

L'approvisionnement du complexe sidérurgique qui doit être réalisé à Jijel doit se faire à raison d'un peu moins de 24 % en minerai national de

(1) Maghreb Sélection n° 273 du 2 février 1983.

Boukhadra et à un peu plus de 76 % en minerai de Nimba de Guinée. Ce sont les normes prévues pour cette filière technologique de préproduction adoptée.

La production actuelle de Boukhadra de 600.000 tonnes/an, exportée vers la Roumanie, l'Italie et la Belgique sera destinée au complexe une fois réalisé. La durée de vie de cette mine est estimée à 25 ans environ comme celle de Ouensa.

Les besoins prévisionnels du complexe sont les suivants en milliers de tonnes :

Année	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Pellets	400	1015	1775			
Minerai			550	2460	2770	3060

Source : Demande d'individualisation : complexe sidérurgique de Jijel - septembre 1980.

L'existence d'une participation de la SONAREM dans le capital de la Société MINERGUI-NINBA doit en principe assurer la sécurité d'approvisionnement en minerai étranger. Cependant, l'absence d'informations cohérentes laisse penser que le sort de cette Société est incertain. C'est peut-être pour cette raison que l'Algérie vient de signer un accord, pour l'achat de minerai de fer avec la Mauritanie. Selon cet accord l'Algérie achètera deux millions de tonnes de minerai de fer par an à la Société nationale industrielle et minière (SNIM de Mauritanie en provenance du gisement de GUERDES dont la production prévue est de 6 millions de tonnes/an et qui doit démarrer à la mi 1984 (1).

Les autres sources d'approvisionnement potentielles peuvent être :

- La Suède (L.K.A.B).
- La Norvège (STAVANGER).
- Le Brésil (C.V.R.D. et projet KARAJAS).
- L'Inde (MANGALORE et KUDREMUKH).

Le problème de la dépendance vis-à-vis de l'extérieur pour l'approvisionnement en minerai de fer, en attendant la mise en exploitation des gisements de Gaze Djehel et d'Abdoulaziz Mechri se serait posé même si la filière

(1) L'Algérie Sélection n° 275 du 2 février 1983.

classique était adoptée pour la mise en place d'une nouvelle capacité de production sidérurgique. En effet "l'analyse de Jorlin montre aussi que les stratégies d'approvisionnement déployées par les groupes et les Etats du Nord, à travers notamment le contrôle direct ou indirect (par le biais de la technologie ou des marchés) des gisements miniers du Sud constituent des contraintes à l'exploitation du minerai dans le cadre de politiques autonomes de développement sidérurgiques." (1)

P. YACHIER semble, à ce niveau oublier ce qu'il affirmait dans le paragraphe qui précède cette citation : "La réduction directe, qui permet d'éviter le recours au charbon à coke massivement concentré dans les pays du Nord, au profit de l'emploi d'hydrocarbures, apparaît effectivement plus adaptée aux dotations en ressources naturelles du Sud dans son ensemble. Mais comme le montre l'analyse, l'emploi de cette technologie, par les pays du tiers-monde risque simplement de remplacer une dépendance par une autre dépendance encore plus profonde. La technologie de la réduction directe est effectivement extrêmement monopolisée à l'échelle mondiale, par les capitaux sidérurgiques, les mieux placés dans le mouvement de restructuration internationale de la branche. Ce monopole d'une technologie qui permet la valorisation des ressources naturelles du tiers-monde est précisément développé par les groupes sidérurgiques dominants du Nord en réponse à la position relativement forte du Sud dans la production et le commerce mondial du minerai de fer." (2)

ainsi une "position relativement forte du Sud dans la production et le commerce mondial du minerai de fer" ne peut s'accommoder avec "le contrôle direct ou indirect des gisements miniers du Sud", par les groupes et les Etats du Nord.

Compte tenu de ces éléments et abstraction faite de l'impact de l'exploitation des gisements miniers de Gara-Djehibet et d'Abdelaziz Lecail, l'adoption par l'Algérie de la filière réduction directe dans le projet de mise en place d'une nouvelle capacité de production sidérurgique ne modifie en rien, par rapport à la filière classique, les données concernant le pro-

(1) Puyol YACHIER "Les enjeux et les formes du développement de la sidérurgie dans le Sud", in Forces et faiblesses des sidérurgies du Tiers-Monde, CEM - CIRD, 1982 - p. 72.

(2) Puyol YACHIER "Les enjeux et les formes de développement de la sidérurgie dans le Sud" op. cit. pp. 71-72.

blème de la sécurité d'approvisionnement en minerai de fer étranger.

Après avoir essayé de recenser l'ensemble des questions qui nous semble susceptibles de justifier ou non la mise en place d'un nouveau complexe sidérurgique et le choix de la filière réduction directe comme forme de valorisation des ressources naturelles disponibles, il y a lieu de s'interroger sur la place à réserver à cette forme de valorisation interne du gaz naturel par référence à sa valorisation externe.

2) Le gaz naturel dans le projet Réduction Directe de Jijel :

Les deux instruments qui nous semblent nécessaires à l'analyse de cette forme de valorisation du gaz naturel sont le coût de production et le coût en devises de la production d'acier. Cependant une telle démarche ne peut être engagée qu'une fois connues les hypothèses telles que celle fixant les ratios principaux de production et les éléments du coût de production.

a) Les hypothèses :

Les ratios physiques principaux des consommations intermédiaires ramenés à la tonne d'acier en billette ayant servi au calcul du coût de production unitaire sont les suivants : (1)

- Les matières premières

- 1,25 tonne de minerai NERBA
- 0,35 tonne de minerai BOUKHEDRA
- 14 kg de bentonite
- 200 kg de oxatine
- 100 kg de ferrailles externes

- Consommables

- 13 kg de ferreaillages
- 6 kg de fondants et carbone
- 25 kg de réfractaires
- 18 kg de lingotières

(1) Demande d'individualisation (Annexe) - op. cit.

blème de la sécurité d'approvisionnement en minerai de fer étranger.

Après avoir essayé de recenser l'ensemble des questions qui nous semblent susceptibles de justifier ou non la mise en place d'un nouveau complexe sidérurgique et le choix de la filière réduction directe comme forme de valorisation des ressources naturelles disponibles, il y a lieu de s'interroger sur la place à réserver à cette forme de valorisation interne du gaz naturel par référence à sa valorisation externe.

g) Le gaz naturel dans le projet Réduction Directe de Jijel :

Les deux instruments qui nous semblent nécessaires à l'analyse de cette forme de valorisation du gaz naturel sont le coût de production et le coût en devises de la production d'acier. Cependant une telle démarche ne peut être engagée qu'une fois connues les hypothèses telles que celle fixant les ratios principaux de production et les éléments du coût de production.

1°) Les hypothèses :

Les ratios physiques principaux des consommations intermédiaires ramenés à la tonne d'acier en billette ayant servi au calcul du coût de production unitaire sont les suivants : (1)

- Les matières premières

- 1,25 tonne de minerai NMBA
- 0,39 tonne de minerai BOUKHDRA
- 14 kg de bentonite
- 200 kg de castine
- 100 kg de ferrailles extempes

- Consommables stockables

- 18 kg de ferroalliages
- 6 kg de fondants et carbone
- 25 kg de réfractaires
- 18 kg de lingotières

(1) Demande d'individualisation (Annexe) -- op. cit.

• Oxigène

0,2 DA/m³

- Prix des achats consommables stockables

• Perforallages	1.000 DA/Tonne
• Carbons et fondants	2.000 DA/Tonne
• Refractaires	2.500 DA/Tonne
• Electrodes de four à arc	6.000 DA/Tonne
• Cylindres de laminoir	24.000 DA/Tonne
• Lingotières d'acier	5.000 DA/Tonne

- Masse malariale :

Le coût moyen d'un agent en DA 1980 pour SNS Complexe d'El-Midjar toutes catégories confondues, primes de productivité et de rendement individuel et collectif incluses, mais hors versement forfaitaire, est de 40.000 DA/an soit 20 DA/heure.

Ces hypothèses, si l'on s'intéresse à la consommation et aux prix de l'énergie (électricité et gaz naturel posent des problèmes : en effet, en ce qui concerne les ratios physiques des consommations intermédiaires ramenés à la tonne d'acier, la quantité de gaz naturel consommée (égale à 820 Nm³ par tonne) est trop forte si elle est comparée à celle de la filière réduction directe du tableau 11 même s'il ne s'agit pas du même cas ou produit (C-ils dans celui du tableau 11 et billette dans le cas du projet algérien). Le pouvoir calorifique supérieur d'une quantité de gaz naturel de Hassi R'Mel égale à 820 Nm³ est équivalente à 8.793 thermies ou encore 8.793 Gcal qui est bien supérieur au 3,52 Gcal du tableau 11 et même plus élevée que la consommation totale d'énergie par tonne de la filière réduction directe de ce tableau qui est de 2,927 Gcal.

Le prix du gaz naturel pris en considération égal à 0,06 DA/m³ est tout à fait irréaliste puisqu'il n'équivaut même pas à celui ayant servi au bilan devises du projet électrolyse de l'aluminium de l'Alia calculé par la SNS en 1978 qui est de 0,20 DA/m³. (1)

(1) 0,06/m³ est équivalent à 1,426415 DA/million de BTU ou encore 1,426415 dollars par million de BTU sur la base de 1 dollar égal 5 DA en 1978. On ne peut le supposer SNS tout au long du projet.

• Oxygène

0,2 DA/m³

- Prix des achats consommables stockables

• Ferroalliage	1.000 DA/Tonne
• Carbone et fondants	2.000 DA/Tonne
• Refractaires	2.500 DA/Tonne
• Electrodes de four à arc	6.000 DA/Tonne
• Cylindres de laminoir	24.000 DA/Tonne
• Lingotières d'acierie	5.000 DA/Tonne

- Masses salariales :

Le coût moyen d'un agent en DA 1980 pour SNS Complexe d'El-Madjar toutes catégories confondues, primes de productivité et de rendement individuel et collectif incluses, mais hors versement forfaitaire, est de 40.000 DA/an soit 20 DA/heure.

Ces hypothèses, si l'on s'intéresse à la consommation et aux prix de l'énergie (électricité et gaz naturel posent des problèmes : en effet, en ce qui concerne les ratios physiques des consommations intermédiaires ramenés à la tonne d'acier, la quantité de gaz naturel consommée égale à 830 Nm³ par tonne est trop forte si elle est comparée à celle de la filière réduction directe du tableau 11 même s'il ne s'agit pas du même ont pu obtenir (Coils dans celui du tableau 11 et billette dans le cas du projet algérien). Le pouvoir calorifique supérieur d'une quantité de gaz naturel de 830 Nm³ est équivalente à 8.798 thermies ou encore 8.798 Gcal qui est bien supérieure au 3,52 Gcal du tableau 11 et même plus élevée que la consommation totale d'énergie par tonne de la filière réduction directe de ce tableau qui est de 5,957 Gcal.

Le prix du gaz naturel pris en considération égal à 0,06 DA/Nm³ est tout à fait irréaliste puisqu'il n'équivaut même pas à celui ayant servi au bilan devises du projet électrolyse de l'aluminium de M'Sila calculé par la SNS en 1978 qui est de 0,20 DA/Nm³. (1)

(1) 0,06/Nm³ est équivalent à 1,426415 DA/million de BTU ou encore 0,285283 dollars par million de BTU sur la base de 1 dollar égal 5 DA comme semble le supposer SNS tout au long du projet.

TABLEAU 7

Consommations intermédiaires de l'année normale d'exploitation

Catégorie	Unité	Quantité par tonne	Quantité annuelle 1000 U	Valeur unitaire DA	Total An- nuel KDA	Origine
1) Matières premières					505.542	35%
Minerai de fer-						
Nimba	T	0,726 tbe	2.460	88	216.480	Guinée
- Boukhadra	T	0,256 tbe	800	85	68.000	Algérie
Bentonite	T	0,0085 tbe	28,8	600	17.280	Algérie
Castine	T	0,029 tbe	92,2	63	6.187	Algérie
Ferrailles ex- ternes	T	0,125 ta	302	300	90.600	Algérie e importati
Casture pour chaux	T	0,150 ta	365	63	22.995	Algérie
Carbone-fondants	T	0,005 ta	12	2.000	48.000	Import
Ferroalliages	T	0,015 ta	36	1.000	36.000	Import
2) Consommables					263.788	18%
Eau	m3	6,5 ta	16.235	0,8	12.988	Algérie
Electricité	Kwh	800 ta	2.000.000	0,07	140.000	Algérie
Gas naturel	Nm3	700 ta	1.680.000	0,06	100.800	Algérie
Oxygène	Nm3	15 ta	40.000	0,20	8.000	Algérie
Fuel/essence					2.000	Algérie
3) Consommables Stockages					570.000	40%
Refractaires	T	0,020 ta	48	2.500	120.000	Import
Electrodes	T	0,007 ta	17	6.000	102.000	Import
Cylindres	T	0,003 ta	7	24.000	168.000	Import
Lingotières	T	0,015 ta	36	5.000	180.000	Algérie
4) Services					80.000	5,6%
Services d'en- tretien					80.000	Algérie
Valeur annuelle des consommations					1.419.330	100

* tonne boulette
* tonne acier liquide

Donnée : Demande d'individualisation : complexe sidérurgique de Jijel - SNS -
septembre 1980 (corrigée pour les pourcentages).

de 6 milliards de thermies ou l'équivalent de 0,566 milliards Nm³ de gaz naturel. Dans ce cas la consommation totale de gaz naturel (y compris sous forme d'électricité) serait égale à 2,246 milliards Nm³.

Pour un prix du gaz naturel proche du prix international en 1960 (4,67 dollars par million de BTU pour le gaz mexicain par exemple)

Parc existant (en MW)

Types de centrales	Thermique vapeur					Turbine gaz		
	27	55	60	75	135	20	25	30
Consommations spécifiques (Kcal/KWh.)	3065	2950	2664	2610	2557	3580	3530	3440

Equipements nouveaux
(valeurs standards) (en MW)

Types de Centrales	T.V.			T.G.	
	160	200	300	25	70
Consommations spécifiques (Kcal/KWh)	2500	2400	2300	3530	3200

Source : Schöna Directeur SONELGAS 1981.

Le Nm³ aurait un prix de 0,98 DA environ. A ce prix la consommation annuelle d'énergie aurait une valeur égale à 2,20 milliards de dinars et représenterait un peu plus de 65 % de la valeur annuelle des consommables qui elle serait égale à plus de 3,378 milliards de dinars.

Dans ces conditions la part devises dans la valeur annuelle des consommables serait égale à environ 87 %.

Si l'on s'intéresse maintenant au coût de production par tonne d'acier dans l'année normale d'exploitation, les hypothèses prises en considération par la SNS permettent d'obtenir les résultats suivants :

Le traitement par le complexe d'une quantité d'acier liquide égale à 2.475.000 tonnes doit produire 2.030.000 tonnes de billettes. Un coût moyen

de production, tout confondu, égal à 999 DA/T.

Cela arrondi à 1 000 DA/T pour tenir compte des coûts de stockages et de distributions est obtenu à partir des ratios principaux par tonne d'acier billette exprimés en "DA 1980" qui suivent : (1)

- 154 DA/T de salaires (7,7 h de travail).
- 162 DA/T de charges sociales (versement forfaitaire).

110 DA de minerai importé,

- 143 DA/T de minerai

35 DA de minerai de Boukhadren ;

- 71 DA/T d'autres matières premières (Algérie) ;
- 315 DA/T de consommables stockages (importés) ;
- 126 DA/T d'énergie (électricité et gaz) et services (oxygène, eau)
- 80 DA/T de matières d'entretien et pièces de rechange ;
- 48 DA/T de services divers (redevances portuaires, prestations externes, frais de gestion) ;

Ces derniers ratios tels que donnés par la SNS permettent d'obtenir une part devises dans le coût de production par tonne d'acier billette au moins égale à 42,5 %.

Si l'on considère que la quantité d'énergie utilisée à la production unitaire d'acier est soustraite à l'exportation, cette forme de valorisation interne du gaz naturel entraîne un manque à gagner en devises égal à : (2) (3) 1078 DA par tonne d'acier produite ou encore environ 2,156 milliards de dinars pour 2 millions de tonnes produites. Dans ce cas précis le coût de production unitaire d'acier serait égale à 1961 DA.

La partie devises qui serait alors égale à 1503 DA aurait une importance équivalente à au moins 76,6 % du coût de production. Elle aurait par conséquent au moins un même ordre de grandeur que celui du prix international du rond à béton dans la même année (4). Sachant que le rond à béton est un produit élaboré pour lequel les billettes peuvent servir comme matériau intermédiaire.

(1) Demande d'individualisation - Annexes op. cit.

(2) 952 kWh/tonne + 830 Nm³ de gaz naturel c'est-à-dire : 952 kWh sont équivalent à la production 952 kWh thermies auxquelles il faut 830,4 Nm³ de gaz naturel. Soit au total 1100 Nm³ par tonne d'acier.

(3) 240,98 DA par Nm³ de gaz naturel

(4) Selon Métal Bulletin et la Bourse de Bruxelles le prix du Rond à Béton a varié dans une fourchette comprise entre l'équivalent de 1225 DA et 1600 DA la tonne en prenant 1 dollar égal 5 DA en 1980 in Métal Bulletin Marché 1980, p. 163.

Toute cette démarche a été faite en ne prenant pas en considération les éventuels surcoûts dans la réalisation de l'investissement du projet.

Si les surcoûts sont importants et si l'on comptabilise la part à gagner du fait de l'utilisation interne du gaz naturel dans le complexe projeté à Djel, il est possible que la partie devises du coût de production unitaire soit bien supérieure au prix des billettes sur le marché international.

Le choix de la filière réduction pour la production d'acier, comme forme de valorisation physique interne du gaz naturel ne peut être fondé ni justifié que sur la base d'une valeur d'échange interne de cette ressource naturelle dont la différence est maximum par rapport à sa valeur d'échange internationale.

Une réflexion plus approfondie sur le choix de filière s'impose donc. Quelques éléments méthodologiques peuvent être proposés.

(C) Eléments méthodologiques pour le choix de filières : la valorisation des ressources naturelles couvre à la fois la valeur d'usage et la valeur d'échange de ces ressources. La prise en considération de l'une de ces valeurs en faisant abstraction de l'autre ne peut aboutir qu'à des choix de formes de valorisation qui risquent de porter en elles un processus de dévalorisation qui ne peut être accepté à n'importe quel coût. L'adoption par l'Algérie de la filière réduction directe pour la mise en place d'une nouvelle capacité de production d'acier risque d'être l'exemple de cette valorisation dévalorisation du gaz naturel si elle n'est pas précédée au préalable par une étude beaucoup plus approfondie concernant le choix de filières.

En effet, l'élaboration d'un projet de complexe sidérurgique d'une capacité de production équivalente à celui projeté à Djel mais basé sur la filière classique par exemple, doit permettre de dégager un bilan devises par tonne d'acier produite offrant du point de vue micro-économique la possibilité de le comparer à celui obtenu dans le cas de la filière réduction directe. Mais pour un projet d'une importance aussi grande pour l'économie nationale il n'est pas possible d'admettre que le choix de filière soit le résultat d'une réflexion limitée au niveau micro-économique ; il est donc nécessaire de privilégier en dernière analyse, l'adoption de solutions beaucoup plus conformes à l'application de critères macro-économiques.

Dans une première étape il est possible d'admettre une comparaison entre les filières, classiques, réduction directe et même récupération des ferrailles sur la base de leurs bilans en devises ; mais il est nécessaire de compléter la comparaison de ces bilans par l'introduction d'un autre bilan en effet le bilan devises de la balance du commerce extérieur induit par l'importation du charbon à coke lié à l'adoption de la filière classique et l'exportation d'une quantité supplémentaire de gaz naturel équivalente à celle qui aurait été nécessaire dans le cas du choix de la filière réduction directe pourrait favoriser en dernière analyse l'adoption par exemple de la filière classique. De même il se pourrait que, la comparaison des bilans devises des coûts de production unitaires des trois filières, classique réduction directe et ferrailles, donne une préférence à cette dernière filière (ferrailles) grâce à l'introduction du bilan global exportation de gaz naturel (quantité nécessaire à la filière réduction directe) importation de charbon à coke (quantité nécessaire à la filière classique) ou importation des ferrailles (nécessaires à la filière ferrailles).

Ainsi, comme nous venons de le voir, le choix de filières technologiques ne doit nullement être laissé exclusivement à l'entreprise intéressée par le projet. L'une des prérogatives de la planification est justement de vérifier et de tester la conformité des choix des opérateurs économiques nationaux aux impératifs de la stratégie industrielle mais aussi économique du pays.