



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.

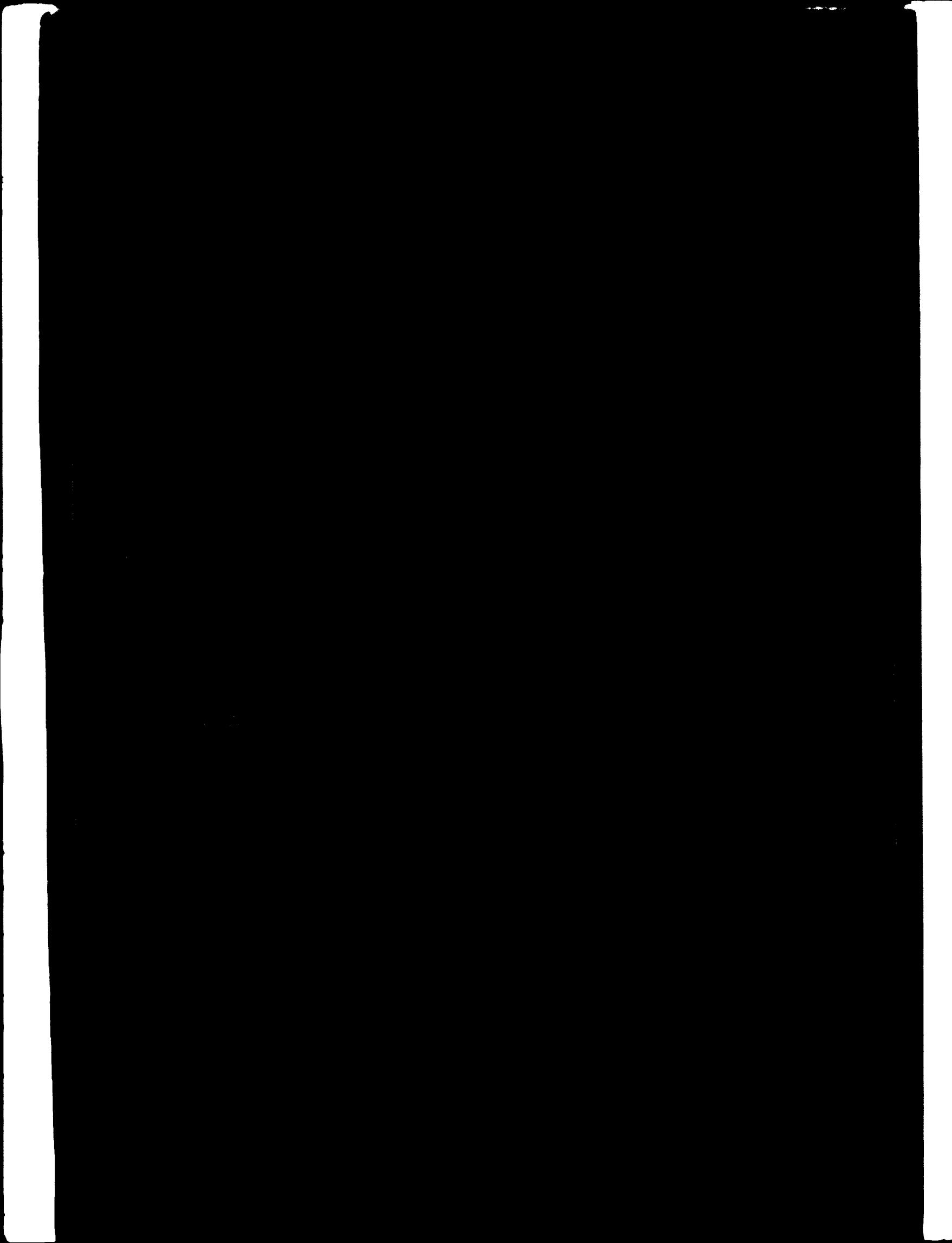
FAIR USE POLICY

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



08942

DP/ID/SER.B/178
10 janvier 1979
Français

IR

ETUDE DE PREFAISABILITE POUR L'INSTALLATION
D'UNE FONDERIE DE FER AU BURUNDI.

SI/BDI/77/302.
BURUNDI.

Rapport final,

Etabli pour le Gouvernement du Burundi par
l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel,
organisation chargée de l'exécution pour le compte du
Programme des Nations Unies pour le développement

D'après les travaux de M. José Maria Cabezudo Sanchez,
Ingénieur mécanicien, expert spécialisé en fonderie

000000

29 JUN 1979

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
Vienne

Notes explicatives

Sauf indication contraire, le terme "dollar" (\$) s'entend au dollar des Etats-Unis d'Amérique.

L'unité monétaire du Burundi est le Franc burundais (F Bu). Durant la période sur laquelle porte le présent document, la valeur du dollar des Etats-Unis d'Amérique en F Bu était en moyenne :

$$1 \$ = 89,55 \text{ F Bu}$$

La barre transversale (/) entre deux millésimes, par exemple 1970/71, indique une campagne agricole, un exercice financier ou une année scolaire.

La somme des montants détaillés ne correspond pas nécessairement au total indiqué, les chiffres ayant été arrondis.

Le trait d'union (-) entre deux millésimes, par exemple 1970-1975, indique qu'il s'agit de la période tout entière, y compris la première et la dernière année mentionnées.

Les sigles suivants ont été utilisés dans la présente publication :

ENACCI	Entreprise nationale de chaux et de ciment
fimf	four à induction moyenne fréquence
ILAFA	Instituto latinoamericano del fierro y del acero
REGIDESO	Régie des eaux et d'électricité

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La mention dans le texte de la raison sociale ou des produits d'une société n'implique aucune prise de position en leur faveur de la part de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel.

RESUME

L'expert, envoyé au Burundi du 26 septembre au 26 novembre 1978, a fait une étude de préfaisabilité pour l'installation d'une fonderie de fer au Burundi (projet SI/BDI/77/802). Il a étudié le marché des matières premières en faisant l'évaluation des différents types de ferraille selon leur origine, et en calculant leur projection jusqu'en 1988. La ferraille de renouvellement annuel dépassera en quantité plus de trois fois les besoins pour 1985. Le sable, que l'on trouve en abondance, a été analysé. Il a étudié également le marché des autres matières premières, fluides et énergie nécessaires à une fonderie, le marché de la main-d'oeuvre et celui des pièces coulées, en définissant une valeur moyenne pour la consommation intérieure (analyse de la demande). Une production complémentaire a été proposée : pièces coulées en alliages non ferreux et barres en acier forgé, saumon de fonte synthétique et la production de pièces de rechange en acier moulé.

Des évaluations des besoins, des méthodes, du matériel, de la main-d'oeuvre, ainsi que des avantages et des inconvénients ont été faites pour chacune des étapes de la production (moulage, fusion, finition). Les technologies les plus simples ont été choisies pour pouvoir employer une main-d'oeuvre sans qualification.

L'expert a procédé à une analyse économique. Le seuil de rentabilité de 195 t (48 %) auquel on est arrivé est très intéressant et l'installation d'une fonderie a été recommandée, d'autant plus que la production des pièces coulées est essentielle pour le développement industriel d'un pays et que la fonderie est un élément d'infrastructure indispensable.

Une étude de faisabilité définitive doit être envisagée.

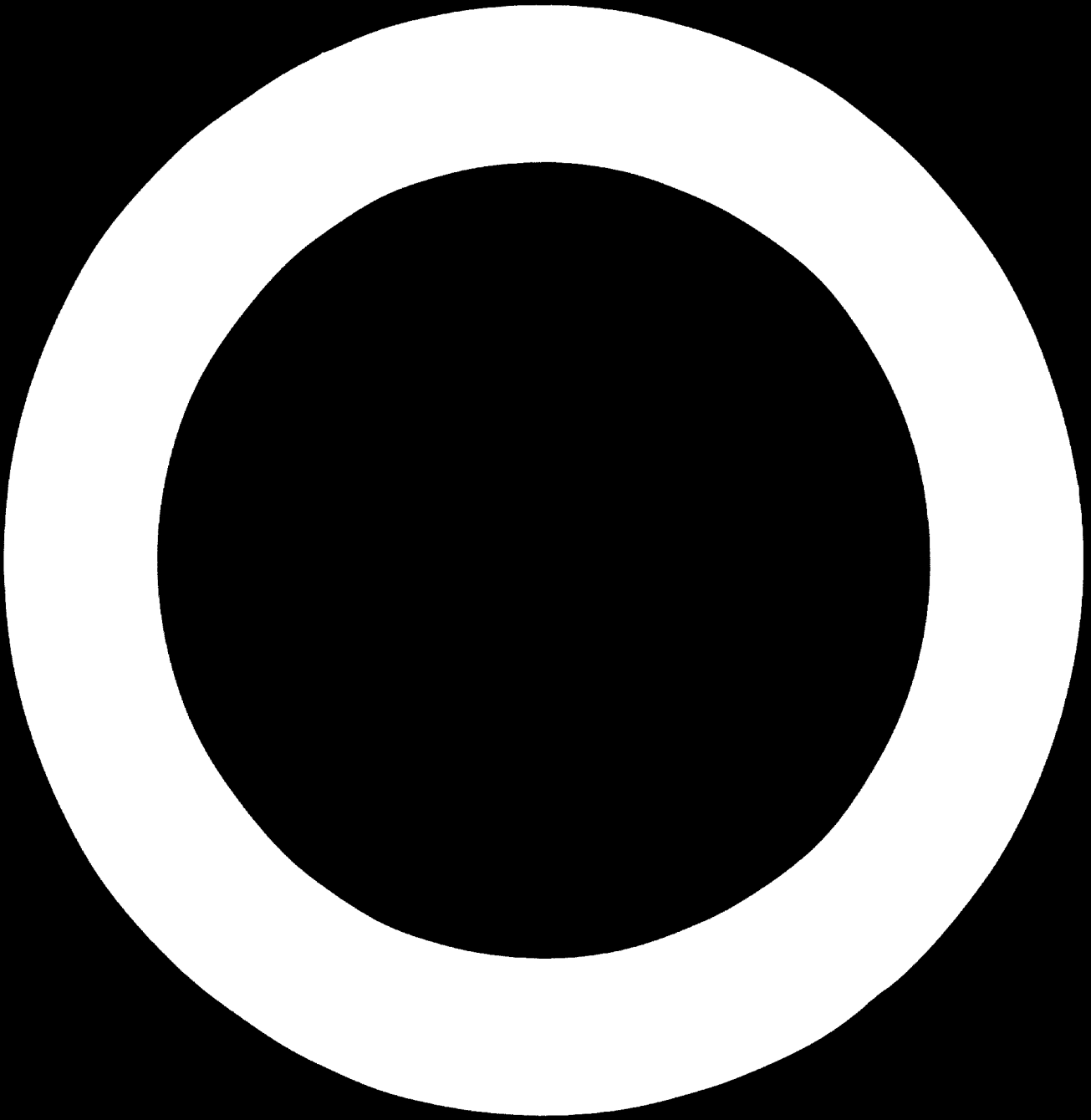


TABLE DES MATIERES

<u>Chapitres</u>	<u>Pages</u>
INTRODUCTION	7
I. ETUDE DU MARCHÉ	9
A. Marché des matières premières	9
B. Marché de la main-d'oeuvre	19
C. Marché des pièces coulées	19
II. CARACTERISTIQUES DU PROJET	26
A. Paramètres de conception	26
B. Premières évaluations	26
C. Technologies, fiches techniques, justification des choix	27
D. Aménagement de la fonderie	33
E. Consommation spécifique de matières premières et autres	
F. Effectifs de la fonderie	33
III. ANALYSE ECONOMIQUE	39
A. Les investissements	39
B. Comptes d'exploitation	39
C. Chiffres d'affaires, dépenses d'exploitation et bénéfices	47
D. Seuil de rentabilité	47
E. Incidences économiques	47
IV. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	51
A. Conclusions	51
B. Recommandation	52
<u>Annexes</u>	
I. Schéma d'établissement des coûts d'importation	55
II. Prix locaux des matériaux et de la main-d'oeuvre et prix des matières premières importées	56
III. Profil de la demande de pièces à Bujumbura	57
Demande de pièces coulées (en t/an)	58

<u>Chapitres</u>	<u>Pages</u>
IV. Evaluation des besoins pour la fabrication	60
V. Coût de l'énergie	61
VI. Détail de quelques investissements	62
VII. Frais de premier établissement et fonds de roulement	63
VIII. Norme provisionnelle du sable pour fonderie	65
IX. Prix des pièces coulées c.i.f. Bujumbura	66
X. Visites réalisées et fonctionnaires rencontrés au Burundi	67

Tableaux

1. Evaluation de la réserve historique de ferraille	11
2. Evaluation de la ferraille de renouvellement annuel	12
3. Projection du renouvellement annuel de ferraille	14
4. Hypothèse de valeur maximum pour le renouvellement annuel de ferraille	15
5. Renouvellement annuel de ferraille	15
6. Coût du transport	18
7. Hypothèse de minimum	20
8. Hypothèse de maximum	20
9. Projection de la demande jusqu'à 1988	23
10. Programme prévisionnel de production	23
11. Consommation spécifique de matières premières et autres ..	35
12. Coût des immeubles et du génie civil	39
13. Coût de l'infrastructure	40
14. Investissements pour le moulage et le noyautage	41
15. Investissements pour la fusion	42
16. Investissements pour la finition	43
17. Frais divers	44
18. Total des investissements	45
19. Dépenses d'exploitation	46

Figures

I. Schéma du programme prévisionnel de production	23
II. Aménagement et localisation de la fonderie	34
III. Schéma du seuil de rentabilité	48

INTRODUCTION

Il existe au Burundi, comme dans tous les pays, un déclassement naturel des équipements métalliques dû à l'usure de certaines pièces, à la perte d'aptitude à leur fonction de certains équipements, à l'arrêt définitif de véhicules par manque de pièces de rechange, etc.

On classe la ferraille en ferraille d'obsolescence et en ferraille de renouvellement annuel.

C'est l'existence de la ferraille d'obsolescence, que l'on trouve éparpillée à Bujumbura, qui a sans doute été à l'origine de la décision de mettre en route le projet de fonderie.

D'autres raisons importantes ont été les prix élevés des transports et la situation de pays enclavé du Burundi qui entraîne l'augmentation des prix dus aux coûts financiers de délai et risques de transit à Dar es-Salaam, l'obligation de payer des prix excessifs pour les matériaux importés - y compris les pièces coulées - soit pour les pièces de rechange, soit pour de nouveaux équipements et installations.

Il faut ajouter qu'une fonderie stimulera toute l'économie du pays : valeur ajoutée, taux d'emploi élevé, rentabilité sociale, création d'une infrastructure qui pourra servir à d'autres industries.

Une première étude, de caractère plutôt général, a été réalisée^{1/} concernant l'installation d'une fonderie d'une capacité de 300 t/an (sans justification). Il existe une autre étude^{2/}, qui date de novembre 1976.

Par ailleurs, le Gouvernement du Burundi a inclus l'implantation de cette unité industrielle, considérée comme projet prioritaire, dans les trois derniers plans quinquennaux, avec même des prévisions d'investissements dans le calendrier budgétaire.

Le Gouvernement du Burundi et le PNUD ont approuvé le document du projet le 1er mars 1976.

La Direction de l'industrie est chargée de l'exécution du projet. Le montant de la contribution du gouvernement a été fixé à 150 000 F Bu en nature; la contribution du PNUD à 28 500 dollars. Le document a été soumis le 17 mars 1977 et approuvé le 6 juin 1977. La mise en route est prévue pour le 9 octobre 1978.

1/ M. Blay, "Le recyclage des métaux ferreux au Burundi", étude de l'ONUDI, projet BDI/74/002, octobre 1975.

2/ M. Gabriel Kayibigi, "Les possibilités d'installation d'une fonderie au Burundi, novembre 1976.

La mission relative au projet a duré du 26 septembre au 26 novembre 1978.

Les objectifs du projet sont : établir, d'une manière précise, si l'implantation d'une fonderie au Burundi est faisable tant du point de vue technique que du point de vue économique, et quelle devra être sa capacité - principal paramètre de conception.

Aux fins de cette étude on a considéré que la fonderie fonctionnera avec une équipe travaillant 8 heures par jour, 275 jours par an (11, 3 mois), 195 h par mois (24,3 jours ouvrables par mois).

Le taux de croissance utilisé pour la projection des données historiques est de 5,8 % et correspond au taux de croissance du PIB total prévu au Plan quinquennal de développement économique et social de la République du Burundi (1978-1982).

On a adopté comme prix du kilo de pièce coulée 315 F Bu pour la fonte et 405 F Bu pour l'acier, donc 339 F Bu en moyenne (voir annexe IX).

La liste des personnalités rencontrées au cours des visites faites dans les entreprises burundaises figure à l'annexe X.

I. ETUDE DU MARCHE

A. Marché des matières premières

1. La ferraille

On classe la ferraille selon son âge (ferraille de la réserve historique) et selon son origine (ferraille de renouvellement annuel).

La ferraille de la réserve historique est constituée par l'accumulation de ferraille depuis plusieurs années; il s'agit d'un produit très rouillé qui peut causer de sérieux problèmes à la fonderie de fonte par son oxydation élevée : pertes de silicium et manganèse, trempe élevée et difficile à maîtriser, pièces difficiles à usiner, usure élevée du garnissage du four, etc. Bien qu'on fasse l'évaluation de cette réserve, on pourra en utiliser seulement un petit pourcentage dans la charge, le cas échéant.

La ferraille de renouvellement annuel - la plus intéressante - est constituée par la ferraille produite chaque année dans le pays. Elle comprend :

- La ferraille de recyclage - en sidérurgie : déchets de lingotage et de laminage; elle n'existe pas dans le pays - en fonderie : chenaux d'alimentation de métal et pièces de rebut; elle existera dès que la fonderie sera mise en route;

- La ferraille de procès : excédents des procès de fabrication : chaudronnerie, construction métallique, industries mécaniques, etc. Il existe des coefficients de proportionnalité entre la consommation d'acier laminé et les déchets produits par chaque procédé de fabrication^{3/} admis internationalement; il faut noter qu'au Burundi, il y a un taux élevé de réutilisation des plus grands morceaux de tôle. Quelques industries enterrent ces déchets métalliques de fabrication - ce qui supprime une partie de la ferraille qui devrait accroître la réserve historique, que l'on jette car elle n'a pas, actuellement, de valeur commerciale.

- La ferraille d'obsolescence : elle est constituée par des pièces usées ou pièces, bâtis et tôles appartenant à des machines et installations déclassées après avoir atteint la fin de leur vie utile. Dans le cas des voitures, le déclassement est plus rapide à cause du manque de pièces de rechange. Certaines

^{3/} ILAPA "Chatarra en la industria siderurgica" et "Sucata e suas implicações economicas con a estrutura de produção de aço no Brasil"

industries jettent les pièces usées, actuellement sans valeur commerciale, dans le lac Tanganyika. La ferraille d'obsolescence provenant de voitures est formée à peu près par 75 % d'acier, de 21 à 23 % de fonte et 4,2 % de métaux non ferreux. La ferraille d'obsolescence provenant de machines et d'installations varie selon la machine.

L'expert s'est rendu sur différents dépôts de ferraille à Bujumbura, en compagnie du chef du service d'hygiène de la Mairie. Le volume a été évalué et le poids de chaque monticule calculé d'après le poids spécifique en vrac. Voir tableau 1.

Si on estime à 20 % la ferraille enterrée ou cachée, la réserve historique à Bujumbura est de :

$$1\ 525 : 0,8 = 1\ 906,25\ t, \text{ soit, en arrondissant, } 1\ 900\ t$$

et si on considère, par ailleurs, que la ferraille à Bujumbura représente 85 % du total, la réserve historique au Burundi est de :

$$1\ 900 : 0,85 = 2\ 235\ t$$

Pour 1979, les mêmes estimations de renouvellement que pour 1978 ont été utilisées, en ce qui concerne les déchets de procès puis la ferraille d'obsolescence (voir tableau 2). En projetant les données de 1979, on a obtenu les chiffres de la génération probable de ferraille pour les prochaines années (valeur minimum). Voir tableau 3.

En projetant les données relatives à la consommation d'acier laminé et tréfilé, multipliée par les coefficients de génération de ferraille par rapport à la consommation d'acier, on a obtenu la valeur maximum. (Voir tableau 4).

On a choisi les valeurs intermédiaires, calculée en faisant la moyenne des valeurs minimum et maximum. Voir tableau 5.

En admettant que par suite des problèmes causés par une oxydation excessive on ne puisse pas charger au four plus de 20 % de ferraille de la réserve historique, la disponibilité sera calculée à partir des quantités figurant au tableau 5, multipliées par 1,25, c'est-à-dire :

<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>
838	950	1 069	1 200	1 337	1 487	1 650	1 837	2 050	2 287

Tableau 1. Evaluation de la réserve historique de ferraille

En monticules - Qualité : rouillée (85 % acier commun, 2 % acier Hadfield, 13 % fonte)

Lieu du dépôt	Matériel	Volume En m ³	Poids spécifique, en vrac	Poids en t
			en t/m ³	
Kabondo Route du 13 Octobre	Profils, bennes, bâtis (rouillés)	80	1	80
CEDUCA	Chaudières, machines (rouillées)	25	2	50
Quartier asiatique	Voitures (rouillées)	40	1	40
Début du quartier industriel	Voitures (rouillées)	25	1	25
TRANSAM	Pièces de voitures (pas rouillées)	10	2	20
Parc à 200 m de la brasserie	Machines diverses, camions, concasseurs à mâchoire (très rouillés)	-	-	300
Port	Chaloupes (assez oxydées)	50	1	50
ETERNIT ENACCI	Chariots, bâtis (assez oxydés)	25	1	25
Buterere	Voitures (rouillées)	-	-	200
CHANIC	Déchets de forge de houes (peu rouillés)	80	4	320
Total				1 110

Eparpillée (voitures et camions), Qualité : rouillée (80 % acier commun, 3 % non ferreux, 17 % fonte)

Lieu	Superficie évaluée	Densité moyenne	Poids
	En ha	En t/h	En t
Quartier asiatique	96	0,75	72
Mubwiza	60	1,50	90
Buyenzi	78	1,00	78
Ngagara	120	0,25	30
Nyakabiga	80	0,75	60
Kamenge	96	0,50	48
Cibitoki	105	0,20	21
Kinama	160	0,10	16
Total			415

En tout : 1 525

Qualité moyenne : 85 % acier commun; 1 % acier Hadfield, 1 % non ferreux, 13 % fonte.

Tableau 2. Evaluation de la ferraille de renouvellement annuel^{a/}

Déchets de procès

Industrie	Consommation	Production de	En % de la consommation
	d'acier	déchets	
	En t/an		
METALUSA	800	40	5
MECARUDI, Fer-Al	500	25	Estim.
Usine aratoire	270	40	-
Bâtiments (fer à béton)	1 500	15	1
Total		120	

Déclassement de pièces usées

Industrie	Déclassement	En % de la consommation
AMSAR	32	50-90
Ponts et chaussées	16	Estm. 50-90
ENACCI	2	50-90
REGIDESO	5	50-90
Industries métalliques	1	Estm.
	56	

Déclassement de véhicules

	Nombre de véhicules			T/véhicule	Poids En t/an
	Privés	Publics	Total		
	(Estimation)				
Voitures	170	7	177	0,9	160
Jeeps	17	2	19	0,7	13
Brecks	7 (Estim)	6	13	1,2	16
Camionnettes	78	1	79	1,8	142
Camions	41	-	41	3,0	123
Autobus	8	-	8	3,0	24
Tracteurs	2	1	3	1,8	5
	323				483

Synthèse : Qualité : 80 % acier, 20 % fonte

	En t/an
Déchets de procès	120
Déclassement de pièces usées	56
Déclassement de véhicules	483
Total	659

Source : Enquête auprès des usines (déchets et pièces usées) et du département des études et statistiques du Ministère du Plan (déclassement de véhicules).

a/ Les données pour 1979 sont les mêmes que pour 1977 et 1978.

Tableau 3. Projection du renouvellement annuel de ferraille

	En t/an										
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	
Déchets de procs (excepté usine aratoire)	5	80	85	90	95	100	106	112	119	126	133
Déchets de l'usine aratoire	a)	40	60	80	100	120	127	134	142	150	159
Déclassement de pièces usées	5,8	56	59	63	66	70	74	78	83	88	93
Déclassement de véhicules	13	483	546	617	697	788	890	1 006	1 136	1 284	1 451
Total		659	750	850	958	1 078	1 197	1 330	1 480	1 643	1 836

Sources : Données du tableau 2.

a) 1979-1983 augmentation dès le démarrage jusqu'à la mise en régime; après 1983, taux de croissance : 5,6 %

Tableau 4. Hypothèse de valeur maximum pour le renouvellement annuel de ferraille

	Coefficient utilisé										
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	
	En t/an										
Acier total importé	4 000	4 232	4 477	4 737	5 012	5 303	5 610	5 936	6 280	6 644	
Fer à béton	1 400	1 481	1 567	1 658	1 754	1 856	1 964	2 077	2 198	2 325	
Tôles, profilés, etc.	2 600	2 751	2 910	3 079	3 258	3 447	3 646	3 859	4 082	4 319	
Déchets de fer à béton	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Déchets de tôles et profilés	130	138	146	154	163	172	182	193	204	216	
Déclassement de pièces usées et installations obsolètes	78	82	87	92	98	103	109	115	122	130	
Déclassement de véhicules	483	546	617	697	788	890	1 006	1 136	1 284	1 451	
Total	705	781	866	960	1 067	1 184	1 317	1 465	1 632	1 820	

a), b) et c), 1979 : tendance d'après les données des années antérieures du Département des études et statistiques, Ministère du Plan.
 Taux de croissance 5,8 %; d) - 1 % de b), e) - 5 % de c); f) - 3 % de c). g) taux de projection 13 % (tableau 2);
 h) - d) + e) + f) + g).

Tableau 5. Renouvellement annuel de ferraille (t/an) :

Valeurs choisies entre les hypothèses de valeur maximum et minimum

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Hypothèse de valeur minimum	657	750	850	958	1 078	1 197	1 330	1 480	1 643	1 836
Hypothèse de valeur maximum	705	781	866	960	1 067	1 184	1 317	1 465	1 632	1 820
Valeur choisie	670	760	855	960	1 070	1 190	1 320	1 470	1 640	1 830

Source : Tableaux 3 et 4.

Depuis l'année de démarrage, et jusqu'à la mise en oeuvre des voies et moyens de récolte de ferraille de renouvellement, la fonderie pourrait travailler avec les quelque 300 t de ferraille existante à la CHANIC (voir tableau 1) dont l'état d'oxydation semble acceptable.

Il est indispensable que le gouvernement fixe un bon prix pour la ferraille, comme en Grande-Bretagne, pour assurer le meilleur ramassage possible.

Les coûts admis sont environ :

	<u>En dollars/t</u>
Récolte	2-3
Transport	1-3
Classement	1-1
Enlèvement des métaux non ferreux	3-5
Coupage	3-4
Pressage	1-2

Il est proposé rétribuer aussi le producteur de ferraille, et de laisser à l'intermédiaire seulement les opérations concernant la récolte, le transport et le classement, le reste se faisant à la fonderie.

	<u>En dollars/t</u>
Producteur de déchets	5-7
Intermédiaire	10-8
Traitement à la fonderie	10
Total	<u>25</u>

Il faut remarquer que les opérations réalisées à la fonderie doivent être très bien planifiées et se faire successivement et sous contrôle, spécialement quand il s'agit de voitures : démontage (enlèvement des pneus, de la tapissérie, de la verrerie et des matières plastiques); enlèvement des métaux non ferreux (aluminium et cuivre); enlèvement des pièces en fonte; coupage et, éventuellement pressage de tôles.

L'enlèvement des métaux non ferreux doit être très bien fait, parce que même de petites quantités provoquent des effets non désirés : le cuivre et l'étain augmentent la dureté; le zinc abîme le garnissage du four; l'aluminium fait apparaître des piqûres et des soufflures, et causent la mise au rebut des pièces.

2. Le sable

Il y a, dans le lac Tanganyika, du sable en quantités illimitées. Un échantillon, prélevé le 15 octobre 1978 du lac Tanganyika, a donné les résultats suivants :

Forme : sub angulaire et ronde

Granulométrie: 40 μ environ

Distribution : il y a quelques graviers, le reste est rassemblé dans trois tamis.

Pureté : Un peu de micas et beaucoup de grains noirs qui semblent être du feldspath; il ne semble pas y avoir beaucoup d'oxydes, ni de grains siliceux.

Il semble qu'il s'agit de sable de grains de bonne qualité quant à la forme, granulométrie, etc., mais dont la pureté laisse à désirer, ce qui est un inconvénient, si l'on veut obtenir un matériel réfractaire de bonne qualité.

Néanmoins, il faut faire une recherche véritable en mettant en oeuvre un échantillonnage convenable, en procédant à l'analyse de la forme, de la grandeur, de la distribution, de la pureté, etc. et jugeant les résultats.

Le laboratoire des mines et de la géologie qui semble être bien installé, a été déjà chargé d'entreprendre ce travail. Il faudra, cependant, prévoir une installation pour purifier le sable par séparation humide par gravité (élimination du mica, concentration granulométrique), séchage ultérieur (four rotatif horizontal à mazout) et refroidissement.

Il est absolument nécessaire d'avoir un sable de très bonne qualité, de forme et granulométrie convenables, libre d'éléments de bas point de fusion et de fondents, si l'on veut éliminer la source - qui est peut-être la plus importante - des rebuts et des échecs en fonderie. Ceci est valable, quel que soit le procédé de moulage : moulage à vert, à sec, avec mélange autodurcissants, etc.

3. Autres matières premières

Il existe aussi de la chaux au Burundi. Comme agent de carburation (pour augmenter le pourcentage de carbone), on pourrait essayer d'utiliser de la tourbe granulée.

Les autres matières premières et matériaux devront être importés - d'Europe, en général. En ce qui concerne leurs prix unitaires, on a fait une estimation du prix c.i.f. Bujumbura d'après les prix internationaux, en ajoutant le fret (voir tableau 6) les taxes et droits, les dépenses d'expédition et réception (annexes I et II).

Tableau 6. Coût du transport (par t)^{a/}

	Ferroviaire acustre		Maritime		Aérien		Routier	
	En F Bu	En dollars	En F Bu	En dollars	En F Bu	En dollars	En F Bu	En dollars
Bujumbura-Dar es-Salaam	6 000	68						
Mer du Nord-Dar es-Salaam			30 000	340				
Mer du Nord-Bujumbura					180 000	2 040		
Etats-Unis-Dar es-Salaam								
Etats-Unis-Bujumbura					300 000	3 400		
Bujumbura							15	0,17

^{a/} Les charges financières pour le délai de transit à Dar es-Salaam - 6 mois - pour le transport maritime : 20 %.

4. Fluides et électricité

Eau : L'eau est pompée dans le lac Tanganyika, traitée et versée au réseau de distribution. Il n'y a pas de problèmes en ce qui concerne les quantités dont on a besoin. En ce qui concerne la qualité, les analyses faites au Laboratoire des mines et de la géologie en Europe indiquent une dureté inférieure à 11 degrés français; il s'agit donc d'eau semi-douce, nécessitant un traitement normal.

Gaz : Il y a seulement du gaz en bouteilles, pour le moment.

Electricité : Il y a en provenance du Zaïre, de l'électricité en quantités suffisantes pour la consommation en fusion électrique (Un million de kWh/an environ et une puissance de 500 kW.).

La puissance de court-circuit à la zone industrielle (100 000 kVA) permettrait même l'installation d'un four électrique à arc sans troubler le réseau.

Ces informations ont été données par le directeur technique de la REDIGESO.

Alimentation : 6,6 kV. Il n'y a pas, que l'on sache, d'interruptions fréquentes et prolongées du service.

Le tarif est de : 2,8 F Bu/kWh
+ 350 F Bu/kW

soit, pour 500 kW :

$$350 \times 500 = 175\ 000 \text{ F Bu}$$

et pour 90 000 kWh/mois

$$175\ 000 : 90\ 000 = 1,94$$

D'où un prix unitaire de :

$$2,80 + 1,94 = 4,74$$

ou 4,8 F Bu environ.

B. Marché de la main-d'oeuvre

D'après le directeur de l'industrie, la main-d'oeuvre est très abondante.

Comme il existe une Ecole technique, il sera possible de trouver du personnel qualifié, ayant des connaissances techniques générales mais pas de spécialistes en fonderie. L'expérience d'autres pays en voie de développement montre que en ce qui concerne la spécialisation requise dans les opérations de fonderie il s'agit plutôt d'une dextérité que l'on peut acquérir après un court apprentissage avec des contremaîtres possédant une solide expérience (cadres expatriés, au début). Pour l'entretien qui demande une véritable spécialisation il faudra procéder à un recrutement plus sélectif.

Il est possible d'acquérir des connaissances en fonderie en suivant quelques cours à l'Ecole technique (modelage en bois, par exemple).

C. Marché des pièces coulées

1. Le marché intérieur

Hypothèses de la demande

Une recherche a été faite en enquêtant auprès des consommateurs et en leur soumettant un questionnaire pour connaître le profil de la demande (nom de la pièce, alliage, poids, consommation annuelle, grandeur, complexité, etc.).

Les données obtenues figurent à l'annexe III. La demande de grilles, tant pour le réseau d'eau pluviale que pour les cuisinières, est une demande concernant une consommation probable dans le proche avenir, mais pas encore réelle.

Les mêmes questions posées aux entreprises mentionnées à l'annexe III ont été posées à RAFINA et UTEMA-TRAVHYDRO, mais ces entreprises ne consomment presque pas de pièces coulées.

Bien que l'enquête relative à la demande ait été faite à Bujumbura seulement, il est sûr que, pour le moment, la demande sur le marché intérieur est presque inexistante.

Voir les tableaux 7 et 8, où sont indiquées les hypothèses de valeur minimum et maximum de la demande.

Tableau 7. Hypothèse de minimum

	<u>En %</u>	<u>En t/an</u>
Demande constatée	89	157
Pièces qui actuellement sont faites par soudure ou usinage a/, mais qui peuvent être coulées	1	2
Pièces de rechange pour nouvelles implantations b/	4	7
Pièces de rechange pour voitures	6	10 ^{c/}
Total	100	176

Source : Annexe III.

- a/ Le coût en est alors plus élevé.
 b/ La fonderie pourrait en fournir quelques-unes
 c/ Ce chiffre représente 5 % de l'importation - et concerne la production de simples pièces : tambours de freins, supports de ressorts, collecteurs d'échappement.

Tableau 8. Hypothèse de maximum

	<u>En %</u>	<u>En t/an</u>
Consommation d'acier laminé		4 000
Consommation théorique de pièces coulées		
en fonte :	8	320
en acier :	1,5	60
		380

La valeur moyenne choisie pour le marché interne pour 1979 a été de 200 t/an.

En ce qui concerne la complexité des pièces envisagées, on peut souligner qu'il s'agit de pièces qu'on suppose pouvoir produire avec un pourcentage de rebuts raisonnable. Quelques unes sont très simples (grilles, boules, plaques, contrepoids, etc.), d'autres d'une complexité moyenne (poulies, mâchoires pour concasseur, etc.), et d'autres enfin ont besoin de bonnes méthodes de production et de contrôle (accessoires de tuyauterie, accessoires pour le réseau d'eau, tambours de frein, collecteurs d'échappement, etc.). Les pièces qui par leur complexité de forme (culasses) ou leur complexité métallurgique (chaîne de tracteurs, lames d'usure pour niveleuses, etc.), exigent un savoir-faire et une expérience très élevés n'ont pas été incluses. Certaines pièces ont besoin d'usinage (fraisage, perçage, tournage) avant d'être livrées, et il faudra se mettre d'accord avec les ateliers mécaniques. Deux d'entre eux sont très bien équipés : l'usine d'instruments aratoires, implantée par des Coréens, et l'atelier d'entretien de l'usine textile (COTEBU) implantée par des Chinois. Ce sujet devra être approfondi avant la mise en route du projet final, mais il est évident que des possibilités existent.

2. Le marché extérieur

Les voies de transport vers les pays voisins, et les distances entre les villes sont les suivantes :

<u>Burundi-Rwanda</u>	<u>Distance en km</u>	<u>Voie de communication</u>
<u>Bujumbura-Kigali</u>	290	Route
100 km de cette route (Bujumbura-Kayanza, soit 25 km avant la frontière), entièrement asphaltés.		
<u>Burundi - République-Unie de Tanzanie</u>		
Bujumbura-Kigoma	180	Lac
Kigoma Dar-es-Salaam	1 150	Chemin de fer
<u>Burundi-Sud est Zaïre</u>		
Bujumbura-Kalémie	320	Lac
Kalémie-Kabalo	220	Chemin de fer
Kabalo-Kamina	380	Chemin de fer
Kamina-Lubumbashi	520	Chemin de fer

	<u>Distance en km</u>	<u>Voie de communication</u>
<u>Burundi-Zambie</u>		
Bujumbura-Mpulungu	660	Lac
Mpulungu-Nakonde	120	Route
Nakonde-Ndola	880	Chemin de fer

Il faudra faire une étude profonde du marché extérieur dans les pays voisins (République Unie de Tanzanie, Rwanda, Zaïre et Zambie). Pour bien connaître les besoins effectifs en qualité et quantités et avant de faire l'étude pour le projet final, il sera absolument nécessaire de se rendre dans ces pays.

Comme cette tâche n'entre pas dans le cadre de cette étude de préféabilité, il faudra envoyer une mission spéciale, composée de fonctionnaires burundais (à qui cela permettra par ailleurs d'acquérir de l'expérience dans les études de marché), mission dont les résultats peuvent changer les paramètres de départ pour la conception de la fonderie. Des possibilités d'exportation doivent exister, mais il paraît raisonnable, pour le moment, de chiffrer la demande extérieure à 20 % du total; l'expérience latino-américaine enseigne par ailleurs que quelques espoirs que l'on avait mis dans les marchés voisins ont été déçus au moment de la mise en oeuvre.

Le marché total de pièces coulées

	<u>En %</u>	<u>En t/an</u>
Marché intérieur	80	200
Marché extérieur	20	50
Total	100	250

3. Programme prévisionnel de production

La projection de la demande intérieure et extérieure est indiquée au tableau ci-dessous.

Par ailleurs, et en choisissant les coefficients convenables de pénétration au marché, on a obtenu le programme de production proposé au tableau 9.

Tableau 9. Projection de la demande jusqu'à 1988
(en t/an)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Marché intérieur	200	212	224	237	251	265	281	297	314	332
Marché extérieur	50	53	56	59	63	66	70	74	78	83

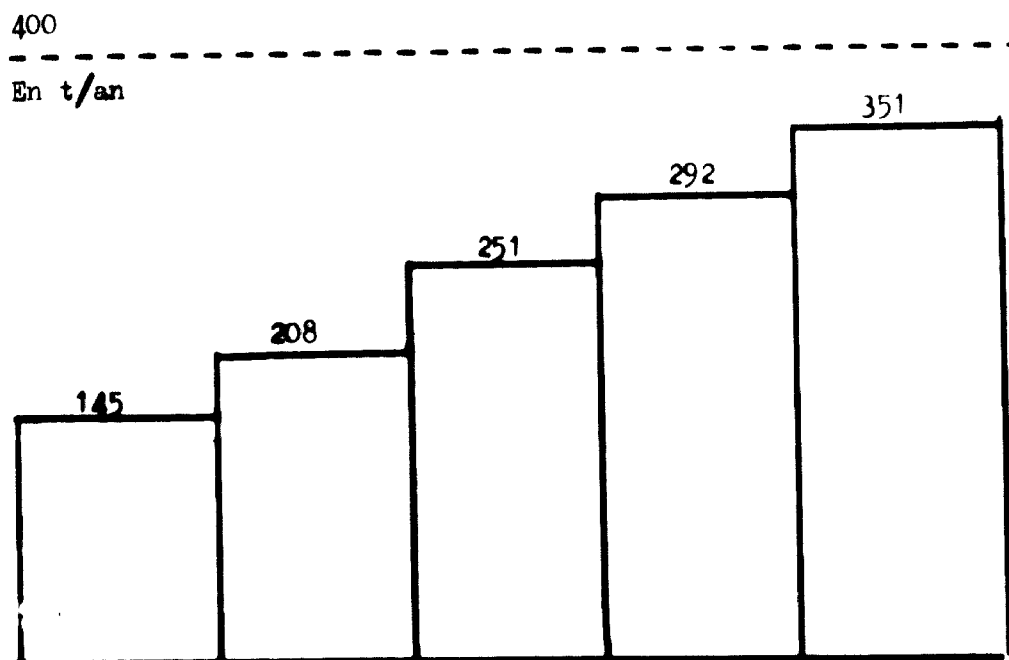
Note : Taux de projection : 5,8 %.

Tableau 10. Programme prévisionnel de production

	1981		1982		1983		1984		1985	
	En %	En t	En %	En t	En %	En t	En %	En t	En %	En t
Marché intérieur	60	134	80	190	90	226	95	252	100	281
Marché extérieur	20	11	30	18	40	25	60	40	100	70
Total		145		208		251		292		351

Notes : Les pourcentages représentent la part du marché que l'on espère pénétrer

Soit, en schématisant :



Année	1	2	3	4	5
Rebut (en %)	40	30	22	15	10
Bonnes pièces (En t/an)	145	208	251	292	351
En %	41	59	72	83	100
En % sur 400 t/an	36	52	63	73	88

Figure I. Schéma du programme prévisionnel de production

4. Production complémentaire

Pour mieux utiliser les installations et pour diminuer les frais fixes, notamment les premières années, avant d'atteindre la capacité nominale, on propose de produire :

- Des pièces coulées en alliages non ferreux (en permanence).

Il existe, au Burundi, un marché d'alliages cuivreux portant sur 10 t/an environ^{4/}. Il y a aussi un marché de pièces d'aluminium, notamment de pièces de rechange pour véhicules (carcasses, pompes à eau, etc.). L'expert propose donc d'ajouter deux creusets chauffés au mazout. Le procédé qui consiste à adjoindre la fabrication de quelques pièces non ferreuses à la fonderie de fer est assez répandu dans les pays en voie de développement, (fonderie UTEXCO à Kinshasa, Zaïre). Bien entendu, la qualité obtenue ne sera pas excellente, parce qu'il existe des différences technologiques autres que les métallurgiques : la granulométrie des sables, pour donner un exemple.

- Des barres en acier forgé

Bien que ce ne soit pas la méthode la plus efficace, on peut obtenir des barres, ayant même 30 mm de diamètre, par déformation à chaud au marteau-pilon, comme il en existe à l'usine d'instruments aratoires et à l'atelier d'entretien de l'usine textile. Ce procédé est utilisé en Argentine pour compléter la production des petites forges. L'ébauche serait un lingot de 160 mm d'épaisseur coulé dans des petites lingotières, ce qui est parfaitement réalisable.

- Du saumon de fonte synthétique

A partir de la ferraille, même très rouillée, il est possible d'obtenir une fonte neuve synthétique par fusion du métal, en ajoutant du carbone et du silicium. Le produit est de très bonne qualité pour être utilisé au cubilot.

Cette méthode a été employée pour compléter la production dans les premières années après le démarrage à la fonderie de la Ford Motor do Brasil, São Paulo, en 1959 et 1960.

La production pourrait être vendue aux fonderies de Lubumbashi (Zaïre).

^{4/} Voir étude de B. Blay "Projet d'implantation d'une fonderie de métaux non ferreux", Bujumbura, 1976.

- Production de pièces de rechange coulées en acier

Il est prévu de traiter les quantités suivantes de minerai de nickel :

<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>
En millions de t/an				
1	2	2,5	2,8	3

Il sera donc nécessaire de produire les quantités suivantes des pièces de rechange moulées en acier pour remplacer celles qui auront été usées au cours de l'exploitation :

<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>
En t/an				
400	800	1 000	1 120	1 200

Cependant, étant donné la grandeur des chiffres, il faudra concevoir soit un important élargissement pour 1984, soit l'implantation d'une autre fonderie d'acier.

De même que pour le marché extérieur, ce point doit être bien établi avant de réaliser le projet définitif de la fonderie, parce que les paramètres de départ pour la conception de la fonderie changent beaucoup.

II. CARACTERISTIQUES DU PROJET

A. Paramètres de conception

D'après le programme prévisionnel de production figurant au tableau 10, on devrait choisir pour la conception de la fonderie une capacité de production de 350 t/an, ce qui devrait répondre à la demande en 1985. Néanmoins, pour des raisons stratégiques, on prendra une capacité de 400 t/an avec une seule équipe travaillant huit heures par jour - production qui pourrait être atteinte en 1987. Pour produire 400 t, il faut $400 \times 0,9338 = 374$ t de ferraille (voir tableau 11), tandis que la disponibilité de ferraille pour 1987 sera d'environ 1 640 t (tableau 5).

Les pièces ne devront pas peser plus de 500 kg et mesurer moins de 2 m.

Le mélange de qualités à produire serait à peu près le suivant :

<u>Alliage</u>	<u>Nuance</u>	<u>%</u>	<u>Procès typique</u>
Fonte	Ordinaire	71	Contrepoids, grilles
Fonte	Mécanique	1	Poulies, joints
Fonte	Résistance à l'usure	1	Plaque d'usure
Fonte	Sphéroïdale	1	Fittings
		<hr/>	
		74	
Acier	Au carbone	1	Vannes
Acier	Au Mn Hadfield	19	Mâchoires
Acier	Résistant à l'usure	6	Boules pour broyeur Points Ritter
		<hr/>	
		26	

Comme mise au mille, on choisit 75 % pour la fonte et 60 % pour l'acier, soit en moyenne 69 %.

B. Premières évaluations

Superficie : Les valeurs spécifiques sont de 1,6-2,4 m²/t/an par équipe, ce qui donne :

$$400 \text{ t/an} \times 2 \text{ m}^2/\text{t/an} = 800 \text{ m}^2$$

Main-d'oeuvre : Le rendement de la main-d'oeuvre sera bas les premières années (150 heures/homme par t/mois).

Donc, on devra disposer des effectifs suivants (ouvriers et employés) :

<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1984</u>
10	14	17	19	23

C. Technologies, fiches techniques, justifications des choix

A la suite seront énoncés pour chaque chantier : évaluation des besoins; procédés, méthodes et matériel; main-d'oeuvre; fluides et énergie; avantages et inconvénients.

C'est-à-dire que pour chaque chantier sera proposée une solution que l'expert, sur la base de son expérience en conception de fonderies, et d'après l'analyse des caractéristiques du pays (main-d'oeuvre, matériaux, marché, infrastructure et environnement industriel), considère comme la meilleure alternative.

Le choix définitif, cependant, devra être fait après une analyse comparée des coûts pour toutes les solutions techniquement réalisables pour chaque secteur; cette tâche pourra être réalisée pendant l'étude du projet final.

1. Chantier de moulage

Evaluation des besoins

Les besoins du chantier de moulage sont (voir annexe IV) : 18 moules/h et 1,3 t/h de sable. On a choisi les quantités de manière à faire les moules de 650 x 550 mm et 800 x 600 mm dans un système, et les plus grands sur le sol.

La superficie occupée sera de 240 m² pour le moulage et 80 m² pour le noyautage.

Procédés, méthodes et matériel

On a choisi le procédé de moulage dit "au mélange de sables autodurcissants", obtenus avec du sable siliceux provenant du lac Tanganyka et des résines alkydiques comme liant. Le mélangeur sera du type continu à vis, qui en même temps prépare le mélange frais et le déverse (sans le jeter car le mélange a une

excellente fluidité) sur le moule pour son remplissage. Au bout de 15 à 30 mn, le moule a durci suffisamment et on peut faire le démoulage. Puis, on retouche le moule; on y met les noyaux le cas échéant; on flambe l'enduit à l'alcool et on ferme le moule.

Quant au sable qui retourne de la grille de décochage, après le concassage des grands morceaux, on en broie les grains, on extrait la poussière de sable et de résine dégradée, on la refroidit et on peut la réutiliser. On pourrait éventuellement la jeter et utiliser du sable neuf. On devra faire une étude économique.

L'équipement principal sera la machine de type continu à vis pour une production de mélange de 3 t/heure, ce qui suffira pour le système principal de moulage, pour le moulage au sol, et même pour obtenir des mélanges pour le noyautage, au moins les trois premières années.

L'outillage pourra être en bois ou en métal, selon les séries. Pour les grilles, l'outillage métallique est indiqué. On devra concevoir une méthode pour que les modèles soient facilement interchangeables; il sera ainsi possible de faire des combinaisons selon la programmation.

Pour les pièces unitaires, l'outillage sera de polystyrène.

Le déplacement des moules du système principal se fera sur rouleaux.

Main-d'oeuvre

Un contremaître et six ouvriers seront nécessaires. Le contremaître, qui devra être expatrié les premières années, devra avoir une très bonne expérience en contrôle de sables, conception et entretien d'outillage et évidemment en moulage et noyautage. Pour le noyautage, il faudra deux ouvriers.

Fluides et énergie

	<u>Air</u> En m ³ /mn	<u>Eau</u> En l/h	<u>Electricité</u> En kWh/h
Machine	0,8	-	8
Installations	0,7	-	10

Avantages et inconvénients

Avantages :

- Les ouvriers n'ont pas besoin d'être qualifiés;
- Les investissements sont moindres, par rapport au moulage à vert;
- L'entretien des équipements est plus simple;
- Il y a moins de rebuts;
- Le moulage peut être du type flaskless, sans châssis.

Inconvénients :

Le prix de la résine est assez élevé; néanmoins, il serait compensé par les avantages ci-dessus.

2. Chantier de fusion

Evaluation des besoins

D'après l'annexe IV il faut élaborer 0,3 t/h de métal, et la capacité devra permettre de couler des pièces allant jusqu'à 500 kg

Creuset : 500 kg x 1,31 = 655 ~ 700 kg

Il faudra deux creusets de 350 kg chacun.

La puissance devra donc être de :

$$\frac{0,21 \text{ t/h} \times 700 \text{ kWh/t}}{0,95 \times 0,92 \times 0,60 \times 0,90} = 234 \text{ kVA} \sim 250 \text{ kVA}$$

Superficie occupée : 140 m²

Procédés, méthodes et matériel

L'expert propose la fusion électrique au four à induction sans canal, à une fréquence cinq fois supérieure à celle du réseau, un convertisseur à thyristor, une installation d'énergie électrique avec commutation aux deux creusets, garnissage réfractaire neutre à zircon-silicate. Avec ce revêtement, on pourra aussi faire l'alliage acier à 12 % Mn (Hadfield).

Avec une deuxième installation d'énergie électrique, le débit du métal doublera presque.

La méthode basique, c'est : charger le four avec la ferraille et le reste du lit de fusion, mettre la puissance maximum et une fois que le métal est liquide, faire l'analyse thermique pour connaître l'équivalent-carbone, la trempe, la température et l'analyse chimique, le cas échéant.

Pour couler les pièces, on fera appel aux ébarbeurs. L'équipement principal sera le four à induction à deux creusets de 0,35 t/250 kVA qui a un débit de 0,21 t/h, soit 1,7 t/j auxquels on doit ajouter 0,7 t élaborées pendant la nuit et prêtes à la première heure du jour, soit au total 2,4 t/j.

Pour les non ferreux, on utilisera deux creusets de 50 kg chacun.

Main-d'oeuvre

Pendant la journée, on aura besoin d'un ouvrier pour le four, d'un autre pour préparer le lit de fusion pour la prochaine charge; pendant la nuit, d'un ouvrier pour surveiller le four et préparer la fusion qui doit être prête à la première heure du lendemain. Un contremaître ayant l'expérience des fours électriques, de la maîtrise de la fusion, des contrôles physiques et chimiques, etc., sera nécessaire.

Fluides et énergie

	<u>air</u> En m ³ /mn	<u>eau</u> En l/h	<u>Electricité</u> En kWh/h	<u>Fuel-oil</u> En l/mois
Four électrique	1	5 000 (100)	225	-
Installations	1	-	-	-
Creusets pour non ferreux	-	-	-	150

Avantages et inconvénients

Avantages de la fusion électrique

- Elle semble convenir le mieux même du point de vue du prix de l'énergie (voir annexe V);
- Les pertes au feu sont moindres : 2 % (plus de 5 % pour le cubilot);
- L'oxydation et l'absorption de gaz est minimum;
- L'homogénéité du métal est excellente;

- L'incorporation de carbone est très facile;
- L'opération et la maîtrise sont simples, on n'a donc pas besoin d'ouvriers ni même de contremaîtres qualifiés;
- La maîtrise de la température est excellente;
- La qualité du métal est davantage contrôlée, donc moindres rebuts dus au métal.
- Il n'est pas nécessaire que la ferraille soit coupée aussi petite que pour le cubilot.
- On ne dépend pas de la fourniture de coke et de fonte neuve, qui sont très chers et parfois difficiles à obtenir. Quelques fonderies en Afrique francophone sont arrêtées par manque de ces matières premières.
- En particulier, le four à induction à moyenne fréquence est le four idéal pour faire aussi bien de l'acier que de la fonte, avec un maximum de souplesse dans le changement d'alliage.

Inconvénients

- Le prix d'entretien est plutôt élevé;
- Les investissements sont les plus élevés;
- S'il y a une panne ou un accident avec la bobine de refroidissement, les dommages sont plus grands que dans le four à arc ou le cubilot.

3. Finition

Evaluation des besoins

D'après l'annexe IV, on devra réaliser la finition d'1,6 t/j, soit 0,2 t/h, dont 0,5 t/j aurait subi un traitement thermique.

Superficie : 180 m²

Procédés, méthodes et matériel

Après le décochage, on coupera les jets de coulée, en utilisant pour la fonte, un marteau manuel, pour l'acier, l'oxycoupage.

Puis on fera le dessablage des pièces à la cabine, au jet de sable, la réparation par soudure le cas échéant, le traitement thermique des pièces en acier (les pièces au Mn Hadfield devront être trempées à l'eau), un nouveau sablage, le contrôle de gauchissement, le redressage à la presse s'il le faut, l'ébarbage, les contrôles physiques et l'expédition.

L'ébargage se fera aux meules d'éméri. Une partie des ouvriers quittera leur travail momentanément pour aller couler les pièces, quand le secteur fusion fera appel à eux.

Main-d'oeuvre

Quatre ouvriers seront nécessaires : un pour le décochage et le sablage, un pour le traitement thermique, la soudure et le redressage, et deux pour l'ébarbage.

Fluides et énergie

	<u>air</u> En m ³ /mn	<u>eau</u> En l/h	<u>Electricité</u> En kWh/h	<u>Fuel-oil</u> En l/mois
Sableuse	1,7	-	-	-
Meules	0,8	-	2	-
Four traitement thermique	-	-	-	4 500
Installations	0,6	-	5	-

Avantages et inconvénients

Il s'agit là des méthodes et équipements conventionnels, sur lesquels on n'a pas besoin de faire de commentaires, sauf pour la sableuse : on ne l'a pas seulement choisie par souci de moindre investissement, mais aussi pour éviter l'importation de grenaille.

4. Autres secteurs

Les services : qualité, magasin, entretien d'outillage, entretien de machines, méthodes et programmation, auront des secteurs à l'atelier sur une superficie totale de 100 m² environ. On a ajouté en face de la fonderie un bâtiment de 120 m² pour administration et bureaux divers : bureau du directeur, bureau des contremaîtres, tableau pour dessiner, cuisine, toilettes, etc.

D. Aménagement de la fonderie

La figure II montre l'aménagement de la fonderie. C'est un aménagement de base; on ne l'a pas analysé et on n'en a pas discuté suffisamment et c'est pourquoi on peut ne pas être d'accord sur certains emplacements.

Il donne, cependant, une idée des machines et des opérations, surtout en ce qui concerne le moulage avec mélanges chimiques autodurcissants, qui est un procédé plutôt nouveau, insuffisamment connu comme l'écoulement de matériaux en général.

Aucune opération d'usinage n'a été prévue à la fonderie. Les pièces qui en ont besoin (accessoires de tuyauterie, pièces de rechange, etc.), devront être données en sous-traitance à quelques ateliers proches à la fonderie, dans la zone industrielle.

Pour la coulée de lingots et la coulée de saumon de fonte synthétique, on a besoin d'un endroit très petit. On pourrait utiliser les environs du secteur de moulage au sol.

E. Consommation spécifique de matières premières et autres

La consommation spécifique de matières premières et de matériaux figure au tableau 11.

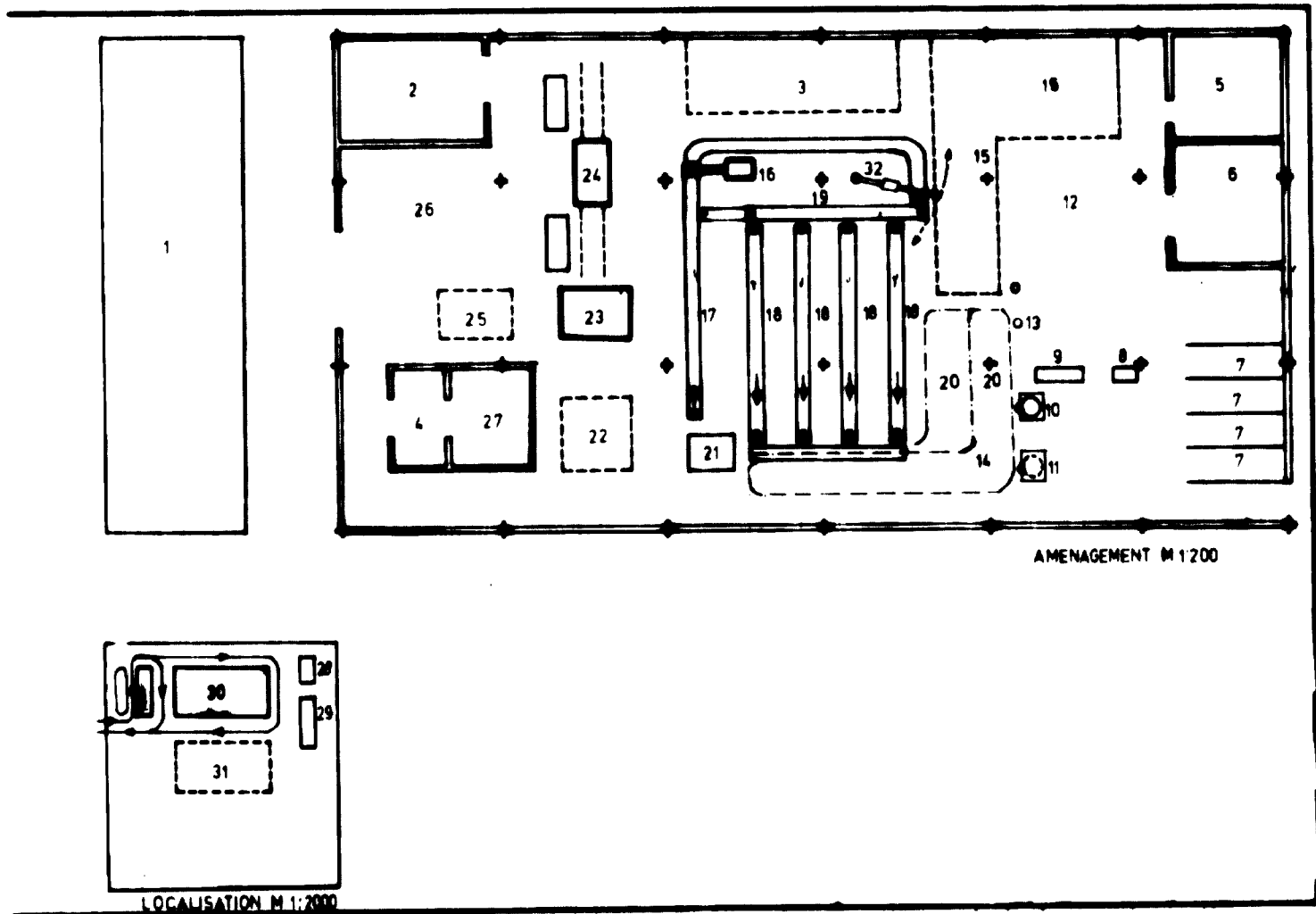


Figure II. Aménagement et localisation de la fonderie

Légende

- | | |
|---|---|
| 1. Administration et bureaux | 17. Rouleaux de retour |
| 2. Entretien d'outillage | 18. Rouleaux moulés en cours d'autodurcissement |
| 3. Dépôt d'outillage | 19. Chario pour transporter |
| 4. Méthodes, programmation et expédition | 20. Moulage au sol |
| 5. Laboratoire | 21. Grille de décochage |
| 6. Entretien mécanique | 22. Coupage de jets |
| 7. Dépôts de matières premières | 23. Cabine pour sablage |
| 8. Balance | 24. Four pour traitement thermique |
| 9. Console instruments four à induction | 25. Redressage |
| 10. Creuset four à induction 0,35 t/250 kVA | 26. Ebarbage |
| 11. Futur emplacement deuxième creuset | 27. Magasin |
| 12. Réparation (réfractaires) | 28. Equipement pour traiter le sable neuf et équipement pour régénérer le sable usé |
| 13. Creuset à gas-oil pour non ferreux | 29. Secteur pour enrichir la ferraille |
| 14. Monorail pour couler | 30. Fonderie |
| 15. Noyautage | 31. Futur élargissement |
| 16. Machine à mouler | 32. Palan |

Tableau 11. Consommation spécifique de matières premières et autres

Consommation	
<u>Matières premières</u>	<u>En kg/t de produit</u>
Ferraille	933,8
Jets et rebuts	611,1
Ferrosilicium	21,9
Ferromanganèse (bas carbone)	1,9
Ferromanganèse (haut carbone)	35,9
Ferrochrome (bas carbone)	1,1
Ferrochrome (haut carbone)	20,8
Nickel	1,6
Ferromolybdène	3,0
Tourbe granulée	50,0
Alliage à 10 % de magnésium	0,2
<u>Autres matières</u>	<u>En m³</u>
Oxygène	0,7
Acétylène	0,2
Réfractaires	<u>En kg</u>
Réfractaires	50,0
Résine (liant)	162,5
Enduit	2,5
	<u>En t</u>
Sable traité	6,5
	<u>En l</u>
Eau	3 447,0

Consommation de fluides et d'énergie

	<u>Air</u> En m ³ /mn	<u>Eau</u> En l/h	<u>Electricité</u> En kWh/h	<u>Fuel-oil</u> En l/mois
<u>Moulage</u>				
Machine	0,8	-	8	-
Installation	0,7	-	10	-
<u>Fusion</u>				
Four induction	1,0	100	225	-
Creusets de non-ferreux	-	-	-	150
Installations	0,8	-	5	-
<u>Finition</u>				
Sableuse	1,7	-	-	-
Meules	0,8	-	2	-
Four de traitement thermique	-	-	-	4 500
Installations	0,6	-	5	-
Services	0,6	450	25	350
Total	7,0	550	280	5 000
Par tonne	2 632	3 447	-	161
		Four 700 x 1 644	1 151	
		Installations	345	
			1 496	

F. Effectifs de la fonderie

Direction

Directeur de la fonderie	1
Directeur adjoint	1

Cadres

Contremaîtres	} 1 chargé de la fusion, de la finition et du contrôle en qualité	2

Le directeur et les 2 contremaîtres devront être expatriés et avoir une expérience et une formation convenable. Le directeur adjoint sera autochtone.

Main-d'oeuvre

Production

Moulage	6
Noyautage	2
Fusion (dont 1 de nuit)	3
Finition	4
	<hr/>
Absentéisme (6 %)	15
	1
	<hr/>
	16

Services

Entretien des machines	1
Entretien de l'outillage	1
Laboratoire et contrôle de la qualité	1
Méthodes, programmation et administration	1
Ventes	1
Coupage de ferraille, traitement au sable, magasin	2
	<hr/>
	7

au total : 23

L'employé au service des méthodes, de la programmation et de l'administration devra avoir une formation de technicien.

En plus du travail administratif, il devra avoir soin de faire une bonne programmation et de veiller à améliorer continuellement les méthodes par observation et analyse.

L'ingénieur au service des ventes devra assurer toutes les liaisons et établir les rapports technico-économiques entre la fonderie et les clients dans le pays, mais aussi et principalement il devra se rendre périodiquement dans les pays voisins pour conquérir le marché ou le consolider.

Localisation

Bien qu'il soit souhaitable d'implanter la fonderie à l'intérieur du pays, le manque d'infrastructure industrielle le rend presque impossible : un dépannage des installations de fonderie n'est convenable qu'à Bujumbura.

Par ailleurs, tant le marché des matières premières (80 % de la ferraille, le sable, la chaux, les matières importées, etc.), que le marché des pièces coulées, se trouvent à Bujumbura.

De plus, l'usinage nécessaire de certaines pièces, où le marteau-pilon pour la forge des lingots sont autant de raisons pour conseiller l'implantation à Bujumbura.

Il serait admissible cependant que le gouvernement prenne la décision de localiser la fonderie à l'intérieur; dans ce cas-là, les plus hauts coûts d'exploitation pourraient être neutralisés par les revenus sociaux. De toute façon, l'analyse profonde de ces hypothèses n'entre pas dans le cadre de cette étude de préfaisabilité.

Si l'on choisit Bujumbura, on devra faire l'étude de microlocalisation aux environs de la zone industrielle, où l'eau et l'électricité sont abondantes et où il existe une infrastructure.

III. ANALYSE ECONOMIQUE

A. Les investissements

Le prix des équipements n'est pas, dans ce rapport, établi sur la base de renseignements obtenus, mais, pour la plupart, le résultat d'une actualisation de prix internationaux figurant dans d'autres projets privés en Argentine, et concernant l'équipement local ou importé; quelques uns proviennent d'autres sources^{5/}, d'autres ont été obtenus par extrapolation ou interpolation et d'autres encore en prenant le pourcentage de l'investissement total en actif fixe. L'année 1980 a été prise comme première étape pour les investissements et l'année 1983 comme seconde étape.

Tableau 12. Coût des immeubles et du génie civil

	Etape 1		Etape 2		Total (1 + 2)	
	En milliers de dollars	En milliers de F Bu	En milliers de dollars	En milliers de F Bu	En milliers de dollars	En milliers de F Bu
Terrain (1 ha)	3,36	300			3,36	300
Bâtiments administratifs et services (120 m ²)			33,56	3 000	33,56	3 000
Bâtiments industriels (800)m ²)	179,00	16 000			179,00	16 000
Nivellement	1,60	143			1,60	143
Fondations	4,00	358			4,00	358
Clôture	2,00	179			2,00	179
Total	189,96	16 980	33,56	3 000	223,52	19 900

Les investissements relatifs aux immeubles et au génie civil, à l'infrastructure, aux processus de moulage et noyautage, au processus de fusion, de finition et pour frais divers figurent aux tableaux 12, 13, 14, 15, 16 et 17. La récapitulation de tous ces éléments de coûts se trouve au tableau 18.

B. Comptes d'exploitation

Les chiffres relatifs aux dépenses d'exploitation (sauf les "frais divers" qui ont été estimés) ont pu être obtenus. Il faut remarquer que tous les chiffreages ont été faits pour la production de pièces coulées en fonte et en

^{5/} Manual for the preparation of industrial feasibility studies, ONUDI.

Tableau 13. Coût de l'infrastructure

	Étape 1		Étape 2		Total (1 + 2)	
	En milliers de dollars	En milliers de F. Bu	En milliers de dollars	En milliers de F. Bu	En milliers de dollars	En milliers de F. Bu
Instruments et appareils pour le contrôle de la qualité ^{a/}	23,45	2 096	16,0	1 430	39,45	3 527
Installations électriques ^{a/}	17,00	1 520			17,00	1 520
Air comprimé : 3,5 m ³ /mn, 25 HPC ^{c/} , 2 compresseurs	12,00	1 073			12,00	1 073
Administration, machines, meubles et services ^{c/}	3,00	268			3,00	268
Atelier d'entretien machines et outillage ^{a/}	7,00	626	6,00	536	13,00	1 162
Système de refroidissement de l'eau du four ^{c/}	2,00	179	2,00	179	4,00	358
Équipement pour enrichir la ferraille ^{a/}	24,00	2 116	10,00	983	34,00	3 039
Équipement pour enrichir le sable ^{a/}	19,00	1 699			19,00	1 699
Équipement pour régénérer le sable usé ^{a/}	2,00	179	25,50	2 235	25,50	2 235
Deux armoires frigorifiques pour la résine (2/500 l chacun) ^{c/}	15,00	1 341	2,00	179	4,00	350
Systèmes d'aspiration ^{b/} de fumée et poussières ^{c/}	4,00	358	15,00	1 341	30,00	2 682
Véhicule utilitaire ^{b/}	10,00	894			4,00	358
Tracteur autoélévateur de 2 t					10,00	894
	138,45	12 379	76,00	6 794	214,45	19 173

a/ Voir annexe VI.

b/ Estimations de l'expert.

c/ Estimations en comparaison avec d'autres équipements.

d/ Voir annexe VII.

Tableau 14. Investissement pour le moulage et le noyautage

	Etape 1		Etape 2		Total (1 + 2)	
	En milliers de dollars	En milliers de F Bu	En milliers de dollars	En milliers de F Bu	En milliers de dollars	En milliers de F Bu
Une machine pour la préparation continue de mélange sable-résine; d'une capacité de 3 t/h ^{a/}	20,00	1 788			20,00	1 788
Un mélangeur discontinu pour le noyautage - type Simpson pour 100 kg			1,50	134	1,50	134
Grille de décochage (1 200 mm x 2 000 mm) ^{c/}	12,00	1 073			12,00	1 073
Tapis à rouleaux (60 m) ^{c/}	18,00	1 609			18,00	1 609
Un chariot ^{c/}	0,50	45			0,50	45
Deux palans de colonne ^{c/}	3,00	268			3,00	268
Un balancier pneumatique pour le démoulage ^{b/}	1,00	89			1,00	89
Outillage pour moulage ^{c/}						
- En métal : 10	35,00	3 129	15,00	1 341	50,00	4 470
- En bois : 30	40,00	3 576	5,00	447	45,00	4 023
Outillage pour noyautage ^{b/}	22,00	1 967	8,00	715	30,00	2 682
Trois bancs pour le noyautage ^{b/}	5,00	447			5,00	447
	156,50	13 991	29,50	2 637	186,00	16 628

a/ Voir annexe VI.

b/ Estimations de l'expert.

c/ Estimations en comparaison avec d'autres équipements.

d/ Voir annexe VII.

Tableau 15. Investissements pour la fusion

	Etape 1		Etape 2		Total (1 + 2)	
	En milliers de dollars	En milliers de F. Bu	En milliers de dollars	En milliers de F. Bu	En milliers de dollars	En milliers de F. Bu
Un four à induction (250 Hz), 250 kVA avec creuset de 350 kg, garnissage à zirconium	100,00	8 940			100,00	8 940
Convertisseur de fréquence à thyristor ^{c/}			25,00	2 235	25,00	2 235
Un deuxième creuset pour la même source de puissance ^{c/}	3,00	268	3,00	268	6,0	536
Deux creusets de 50 kg chauffés au mazout, pour la fusion de non ferreux	1,00	89	0,50	45	1,50	134
Trois peches de 350 kg ^{c/}	0,50	44	0,50	45	1,00	89
Dix peches de 40 kg ^{b/}	6,50	581	1,50	134	8,00	715
Un monorail de 40 m ^{c/}	0,50	45	0,50	44	1,00	89
Deux balances de 0-1 000 kg ^{c/}	0,20	18			0,20	18
Une balance pour ferre-alliages ^{c/}	0,50	45	0,25	22	0,75	67
Trois bennes pour charger le four ^{c/}						
Total	112,20	10 030	31,25	2 793	143,45	12 823

a/ Voir annexe VI.

b/ Estimations de l'expert.

c/ Estimations en comparaison avec d'autres équipements

d/ Voir annexe VII.

Tableau 16. Investissements pour la finition

	Etape 1		Etape 2		Total (1 + 2)	
	En milliers de dollars	En milliers de F. Bu	En milliers de dollars	En milliers de F. Bu	En milliers de dollars	En milliers de F. Bu
Une machine oxyacétilénique pour couper les jets de coulée et souder ces pièces défectueuses ^{c/}	0,50	45			0,50	45
Une machine électrique pour souder ^{c/}	1,00	89			1,00	89
Un four pour faire les traitements thermiques jusqu'à 1 100 C avec ^{c/} récipient pour tremper les pièces dans l'eau	15,00	1 341			15,00	1 341
Cabine pour dessablage ^{c/}	3,00	268			3,00	268
Presse pour redresser les pièces en acier			4,00	358	4,00	358
Deux machines pour meuler (électriques) ^{c/}	1,50	134			1,50	134
Trois bancs de travail ^{c/}	1,00	89			1,00	89
Deux machines pneumatiques manuelles pour meuler ^{c/}	0,60	54			0,60	54
Outils et gabarits	3,00	268			3,00	268
Deux palans de colonne	1,50	134	1,50	134	3,00	268
Neuf bennes de 0,5 m ³ pour transport et mouvement de pièces et matériaux	2,00	179	1,00	89	3,00	268
Total	29,10	2 601	6,50	581	35,60	3 182

a/ Voir annexe VI.

b/ Estimations de l'expert

c/ Estimations en comparaison avec d'autres équipements

d/ Voir annexe VII.

Tableau 17. Frais divers

	Etape 1		Etape 2		Total (1 + 2)	
	En milliers de dollars	En milliers de F. Bu	En milliers de dollars	En milliers de F. Bu	En milliers de dollars	En milliers de F. Bu
Divers						
Montage de machines	108,31	9 683	36,06	3 224	144,37	12 907
Fret et dépenses d'expédition et réception du matériel	21,66	1 936	7,21	645	28,87	2 581
Ingenierie de detail	46,20	4 130			46,20	4 130
Administration de l'implantation	69,30	6 195			69,30	6 195
Savoir-faire et organisation	28,90	2 584			28,90	2 584
Frais de premier établissement ^{a/}	110,78	9 904			110,78	9 904
Imprévus	31,16	2 786	8,90	796	40,06	3 502
Total	416,31	37 218	52,17	4 665	468,48	41 883

a/ Voir annexe VII.

Tableau 18. Total des investissements

	Etape 1		Etape 2		Total (1 + 2)	
	En milliers de dollars	En milliers de F. Bu	En milliers de dollars	En milliers de F. Bu	En milliers de dollars	En milliers de F. Bu
Immeubles et génie civil	189,96	16 980	33,56	3 000	223,52	19 980
Infrastructure	138,45	12 379	76,00	6 794	214,45	19 173
Matériel et installations						
Roulage	156,50	13 991	29,50	2 637	186,00	16 628
Fusion	112,20	10 030	31,25	2 793	143,45	12 823
Finition	29,10	2 601	6,50	581	35,60	3 182
Divers ^{a/}	416,31	37 218	52,17	4 665	468,48	41 883
	<u>1 042,52</u>	<u>93 199</u>	<u>228,98</u>	<u>20 470</u>	<u>1 271,50</u>	<u>113 669</u>
ACTIF DE ROULEMENT						
Fonds de roulement	115,87	10 359	164,62	14 717	280,49	25 076
ACTIF DE ROULEMENT	<u>1 158,39</u>	<u>103 558</u>	<u>393,60</u>	<u>35 187</u>	<u>1 551,99</u>	<u>130 745</u>

a/ Voir annexe VII.

acier exclusivement. Cependant, deux creusets à gas-oil pour fusion de non ferreux sont prévus dans les investissements, et apparaissent donc dans le calcul des amortissements, ainsi que dans la consommation de gas-oil, dans la rubrique "énergie et carburant".

Tableau 19. Dépenses d'exploitation
(en milliers de F Bu)

	Cinquième année : 1985		
	Dépenses fixes	Dépenses proportionnelles	Dépenses totales
<u>Coût de production</u>			
Matières premières directes		7 335	7 335
Main-d'oeuvre directe		1 292	1 292
Dépenses de fabrication :			
Amortissements	11 427		11 427
Main-d'oeuvre indirecte	19 853		19 853
Matériel		42 418	42 418
Energie et carburant	1 176	2 953	4 129
Divers ^{a/}		190	190
Total partiel	32 456	54 188	86 644
Coût d'administration :			
Personnel	300		300
Divers ^{a/}	200		200
Coût de commercialisation :			
Personnel	750		750
Divers ^{a/}	200		200
Frais financiers ^{a/}	2 110		2 110
	36 016	54 188	90 204

^{a/} Estimé.

C. Chiffre d'affaires, dépenses d'exploitation et bénéfices

Les revenus de la production de pièces en alliages non ferreux n'ont pas été considérés.

<u>Année 1985</u>	<u>En milliers de F Bu</u>
Chiffre d'affaires	118 989
Dépenses d'exploitation	90 204
Bénéfice brut	28 785

D. Seuil de rentabilité

	<u>F Bu/t</u>
Coût proportionnel unitaire = $\frac{54\,188\,000}{351}$	154 382
Prix de vente unitaire	339 000
Frais fixes	36 016 000
Seuil de rentabilité $\frac{36\,016\,000}{339\,000} = 195$ t/an	

Soit $\frac{195}{351} \times 100 = 55,6 \%$ de la production 1985

ou $\frac{195}{400} \times 100 = 48,8 \%$ de la capacité.

Voir figure III.

E. Incidences économiques

Rentabilités (en milliers de F Bu)

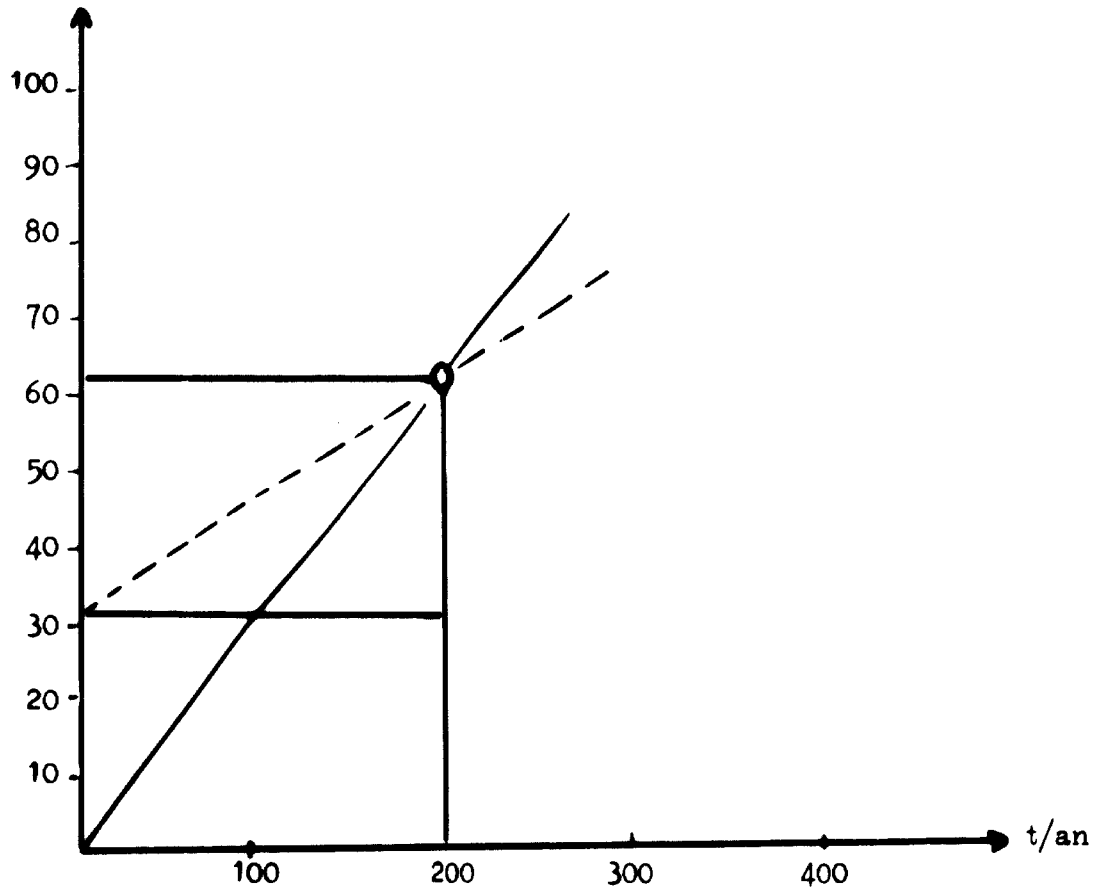
- De l'investissement $\frac{\text{Bénéfice}}{\text{Investissement}}$

En %

$\frac{28\,785}{138\,745} \times 100 =$

20,7

En millions de F BU



$$C_{195} = 154\,382 \times 195 + 36\,016\,000 = 66\,120\,490$$

Figure III. Schéma du seuil de rentabilité

	<u>En %</u>
- De l'actif fixe Bénéfice/actif fixe	
$\frac{28\ 785}{113\ 669} \times 100$	25,3
- Par rapport au chiffre d'affaires Bénéfice/ chiffre d'affaires	
$\frac{28\ 785}{118\ 989} \times 100$	24,2

<u>Valeur ajoutée</u>	<u>En F Bu</u>
Salaires	21 145 000
Bénéfice	28 785 000
Taxe aux transactions	2 379 780
	52 309 780

Investissement spécifique

	<u>En dollars</u>
- Par employé, investissement/nombre d'emplois	
$\frac{1\ 551\ 990}{26} =$	59 692
- Par tonne de capacité, Investissement/capacité	
$\frac{1\ 551\ 990}{400} =$	3 880

Autres rapports

	<u>En %</u>
- Rotation : chiffre d'affaires/investissements	
$\frac{118\ 989\ 000}{138\ 745\ 000} =$	0,86
- Production - capital; valeur ajoutée/ investissements	
$\frac{52\ 309\ 780}{138\ 745\ 000} =$	0,38

Effets sur la balance de devises (en milliers de dollars)

	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>
	<u>Effets positifs</u>					
Quantité (en t)	-	145	208	251	292	351
Valeur de la production (à 3 800 dollars/t)	-	551	790	954	1 110	1 334
	<u>Effets négatifs</u>					
Génie industriel	144	-	-	-	-	-
Entraînement à l'extérieur	2	-	-	-	-	-
Importation de matière première (à 1 485 dollars/t)	-	215	309	373	434	521
Importation machines et matériel	436	-	-	143	-	-
Fret et montage	130	-	-	43	-	-
	<u>712</u>	<u>215</u>	<u>309</u>	<u>559</u>	<u>434</u>	<u>521</u>
	551	790	954	1 110	1 334	
	-215	-309	-559	-434	-521	
Bilan annuel	712	316	481	395	676	813
Bilan accumulé	712	(376)	105	500	1 176	1 989

IV. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

A. Conclusions

Le seuil de rentabilité de 195 t (48,8 %) est très intéressant. Il résulte principalement des prix d'achat très modiques de la ferraille et des prix de vente élevés des pièces coulées. Par conséquent, l'implantation d'une fonderie de pièces coulées en fonte et en acier semble non seulement convenir du point de vue de l'infrastructure industrielle, et être réalisable du point de vue de l'équilibre ferraille/pièces coulées, mais être aussi une affaire rentable.

Pourtant, pour avoir une image complète de la situation du point de vue économique-financier, il ne suffit pas de connaître le prix de revient et le seuil de rentabilité; il faudrait faire une étude d'évaluation financière avec un "cash-flow" actualisé, pour en déduire et le taux de rentabilité, période d'amortissement et analyses des seuils de sensibilité, etc., impossible à réaliser dans le cadre d'une mission de deux mois.

Les investissements incluent 2 creusets à gas-oil pour métaux non ferreux, mais cette production n'a pas été considérée dans les composants des comptes d'exploitation autres que les amortissements, ni dans le chiffre d'affaires.

Il y a un excédent de ferraille de renouvellement annuel suffisant en 1988, date à laquelle il se pourrait que la fonderie soit considérablement amplifiée ou qu'une autre fonderie d'acier existât pour fournir mâchoires, cônes, etc., à l'exploitation des gisements de nickel; les 1836 t excéderaient alors les besoins qui seraient de $460 + 1\ 120 = 1\ 580$ t environ.

La fonderie comme elle est conçue maintenant (sans provision faite pour l'exploitation de nickel) a consommé seulement un peu plus d'un tiers de la ferraille de renouvellement annuel; il faudrait donc trouver une solution complémentaire, comme la fabrication de saumon de fonte neuve synthétique, pour assainir la situation.

Le marché de pièces coulées semble pour le moment plutôt faible; donc le projet dépend beaucoup de la fabrication de grilles pour le réseau d'eau pluviale et notamment de grilles pour cuisinières qui ensemble constituent 80 % environ de la demande constatée.

Il ne faut pas, cependant, oublier d'autres considérations importantes :

- La fonderie, dans tous les pays que connaît l'expert, est une affaire très rentable (sauf dans le cas d'usines d'inefficacité industrielle notoire);
- La production de pièces coulées est essentielle pour le développement industriel d'un pays^{6/}. Il faut donc également considérer la fonderie comme infrastructure indispensable pour les autres industries, spécialement en ce qui concerne la capacité de produire sur place et sans délai la plupart des pièces de rechange (transport, agriculture, bâtiment, travaux publics, industrie minière, etc.), soit pour remplacer les pièces cassées ou usées, soit pour les fournir à des industries déjà existantes, ou à de nouvelles unités de production.
- Il s'agirait là d'une implantation industrielle modèle, susceptible d'élever le niveau général de la qualité de fabrication et de procéder à quelques essais à réaliser dans les domaines chimiques, physiques et mécaniques, actuellement impossibles, et qui constitueraient aussi une infrastructure pour d'autres industries.
- L'existence d'une fonderie pourra encourager l'implantation de petites entreprises mécaniques que l'on ne peut même pas envisager aujourd'hui;
- L'impact de la future entreprise sur les revenus sociaux n'est pas à négliger, bien que l'augmentation du taux d'emploi direct ne soit pas très grand;
- Enfin, cette usine pourrait être classée dans le cadre des investissements stratégiques.

B. Recommandations

- Faire, à la suite de l'étude de pré faisabilité, une étude de faisabilité définitive - qui demanderait six mois environ - afin de connaître les besoins et les possibilités réelles;
- Une mission (composée de fonctionnaires burundais ayant des instructions précises et bien assistés) devrait être envoyée dans les pays voisins, pour faire une véritable étude du marché de pièces coulées à l'étranger auprès de : chemins de fer (sabots de frein); usines pour équipement agricole (moyeux de roue); industrie minière (boules et plaques d'usure pour broyeurs), Travaux publics (vannes, joints, raccords, courbes, etc.); pour réseaux d'eau, accessoires de tuyauteries pour bâtiments, etc., afin de connaître les besoins et possibilités réelles.

^{6/} ONUDI, Guidelines for "Establishing a Demonstration Foundry in a Developing Country", Preface, par. 1).

- Etablir avec précision le calendrier d'exploitation des gisements de nickel, en ce qui concerne sa technologie et ses besoins de pièces coulées, de préférence, avant de commencer l'étude de faisabilité définitive.

- Envisager la possibilité de rattacher la fonderie de métaux non ferreux à la fonderie de fer;

- Envisager de passer des accords spécifiques entre la fonderie et les ateliers mécaniques, relatifs à la production industrielle complémentaire nécessaire - notamment l'usinage de certaines pièces, éventuellement le forgeage de lingots;

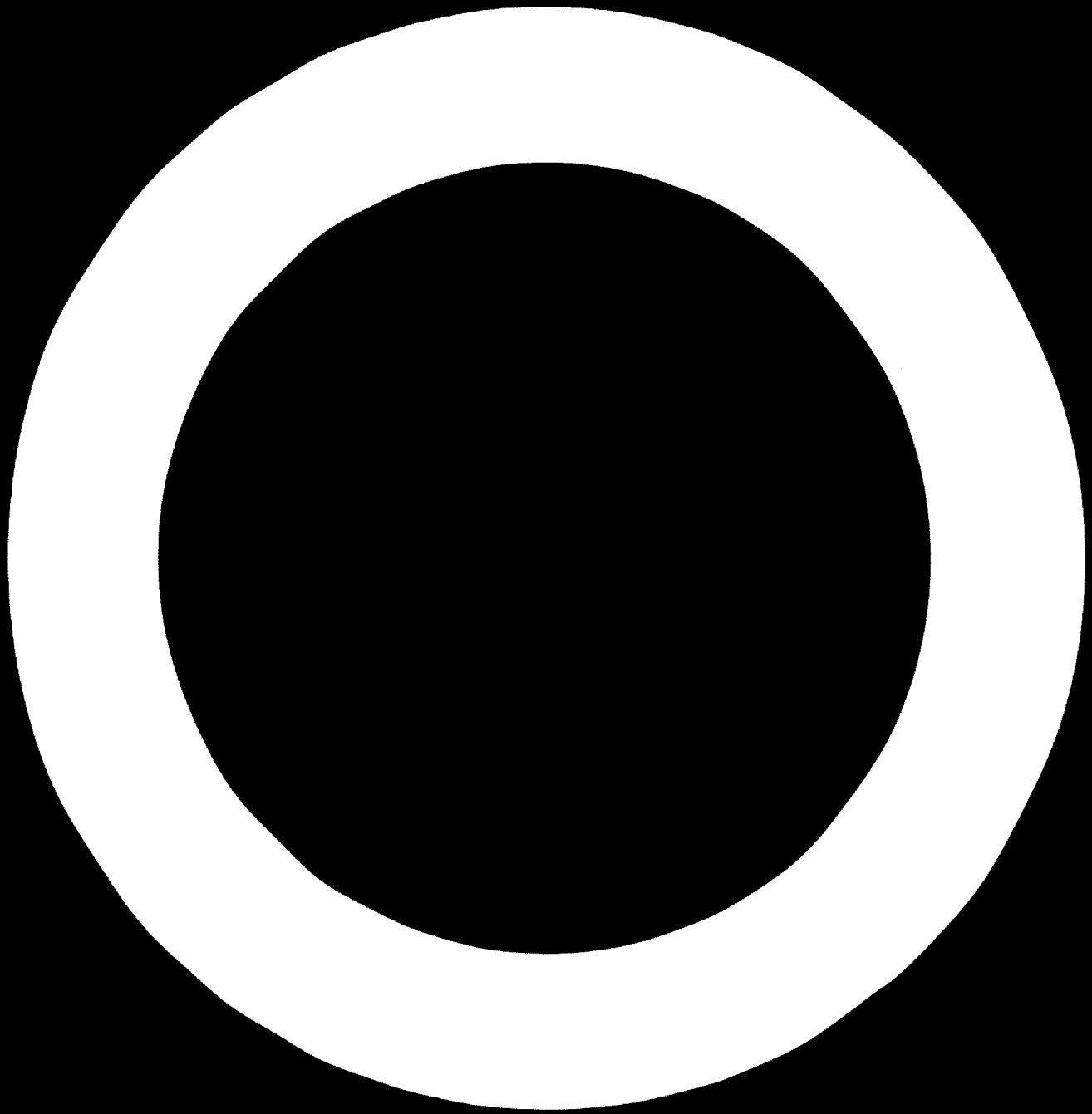
- Déceler et souligner avec l'assistance du PNUD et de l'ONUDI, les besoins d'assistance technique pour la nouvelle implantation, compte tenu des caractéristiques technologiques du projet;

- Faire une ébauche du calendrier d'implantation, d'après les possibilités économiques et administratives, avec un programme prévisionnel (étude de faisabilité définitive, ingénierie de détail, prescriptions pour les fournisseurs d'équipement, approbation des offres, organisation de l'entreprise, montage de l'usine, période d'entraînement, démarrage);

- Faire une sérieuse étude des sables provenant, soit du lac Tanganyika, soit de carrières, dans le cadre des normes relatives aux sables pour fonderie, en procédant à tous les échantillonnages et à toutes les analyses nécessaires (annexe VIII);

- Mettre en route le projet de fabrication locale de cuisinières à tourbe;

- Faire, annuellement, une vérification et une actualisation du renouvellement de ferraille afin de savoir comme il se produit.



Annexe I

SCHEMA D'ETABLISSEMENT DES COUTS D'IMPORTATION
(c.i.f. Bujumbura) ^{a/}

	<u>Fiscal + Entrée + Statistiques = douane</u>			
	<u>En %</u>			
25.04.10 Graphite	0,10	0	0,03	0,13
25.05.10 Sables	0,10	0	0,03	0,13
25.07.10 Bentonite	0,10	0	0,03	0,13
27.04.10 Coke	0,05	0	0,03	0,08
27.10.33 Fuel	3P/100 kg	0	0,03	-
27.17.10 Electricité	0	0	0	0
29.06.10 Produits chimiques	0,10	0,05	0,03	0,18
69.02.10 Briques	0,10	0	0,03	0,13
73.01.10 Fonte neuve	0,15	0,05	0,03	0,23
73.02.10 Ferroalliages	0,15	0,05	0,03	0,23
73.03.10 Ferraille	0,05	0,05	0,03	0,13
73.04.10 Grenaille	0,15	0,05	0,03	0,23
73.17.10 Tubes et tuyaux en fonte	0,15	0,05	0,03	0,23
73.18.10 Tubes et tuyaux en acier	0,10	0,05	0,03	0,18
73.20. Accessoires tuyauterie (raccords, coudes, joints, manchons, bridés, etc.)				
73.20.20 En fonte	0,15	0,05	0,03	0,23
73.20.30 En acier	0,15	0,05	0,03	0,23
73.40.20 Autres ouvrages en fonte, fer ou acier, coulés ou moulés	0,15	0,05	0,03	0,23
87.06.10 Parties, pièces détachées et accessoires des véhicules	0,30	0,02	0,03	0,35

Source : Tarif des douanes à l'importation et annexe I.

^{a/} Valeur (des produits) c.i.f. Bujumbura = prix de vente f.o.b.
(port embarquement) x (1 + 0,05) + valeur du fret + (taxes sur la
transaction) $\sqrt{0,02 + 1 + 0,02}$ que multiplie la valeur c.i.f. du produit.
c.i.f. = (1,05) f.o.b + fret + (1,04) c.i.f.

Annexe II

PRIX LOCAUX DES MATERIAUX ET DE LA MAIN-D'OEUVRE ET
PRIX DES MATIERES PREMIERES IMPORTEES
(c.i.f. Bujumbura)

Prix de matériaux, fluides et services (prix locaux)

Matériel	Unité	Coût unitaire	
		En F Bu	En dollars
Ferraille non enrichie	t	1 350	15
Ferraille enrichie	t	2 250	25
Tourbe granulée	t	3 500	39
Castine	t	8 000	89
Sable silicieux non traité	t	200	2,2
Sable silicieux traité	t	1 100	12,3
Gaz (bouteille de 50 kg)	kg	90	1
Fuel-oil	l	26,23	0,3
Electricité	kWh	4,80	0,05
Bâtiment industriel	m ²	20 000	167
Bâtiment habitation	m ²	25 000	279
Oxygène (150 kg/cm ²)	m ³	360	4
Acétylène (25 kg/cm ²)	m ³	550	6,2
Eau	m ³	15	0,17

Main-d'oeuvre

Manoeuvre	jour	80-108	0,9
Ouvrier	jour	150	1,7
Ouvrier qualifié	jour	250-300	3,3
Contremaître	mois	15 000	167
Employé de bureau	mois	10 000	111
Chef	mois	50-60 000	670

Charges sociales (25 %)

Prix des matières importées

Matières premières	Unité	Prix f.o.b.	Droit de douane	Prix c.i.f.
		En dollars/kg	En %	En F Bu/kg
Ferrosilicium		0,85	23	158
Ferromanganèse (bas carbone)		1,20	23	200
Ferromanganèse (haut carbone)		0,80	23	152
Ferrochrome bc (bas carbone)		1,35	23	218
Ferrochrome hc (haut carbone)		0,90	23	164
Nickel		10,00	23	1 250
Ferromolybdenum		12,00	23	1 487
Alliage à 10 % de magnésium		1,70	23	259
Réfractaire		0,60	13	114
Résine (par avion)		3,80	18	658
Enduit		1,90	13	264
Bentonite		0,10	13	62
Coke pour fonderie			8	
Coke pour fonderie	En dollars/t	170,000	8	67 937 En F Bu/t

a/ Voir annexe I.

Annex. III

PROFIL DE LA DEMANDE DE PIÈCES & BULBONS

Client	Pièce	Code	Alliage	Poids (en kg)	Consommation/an (en nombre de pièces)	Dimensions (en centimètres)	Niveau ^b	Remarques
METALUSA	Ébouche creusé	1F1	fonte	8	5	Ø 8 x 25	1	
METALUSA	Paillie pour courroies	1F2	fonte	0,5	40	Ø 15 x 5	1	c)
METALUSA	Fermeture pour benne de camion	1A1	acier	0,5	40	15 x 6 x 4	0	
EMACCI	Boules pour broyeur	2A1	acier	4	625	Ø 10	0	
	Plaques d'usure pour broyeur	2F1	fonte	40	30	40 x 5 x 5	0	
Département Assainissement	Grille pour réseau d'eau pluviale	3F1	fonte	6	2 300	50 x 5 x 3	0	
Cuissinière à tourbe	Grille	4F1	fonte	3	10 000	40 x 50 x 3	0	
	Plaque	4F2	fonte	5	10 000	Ø 25 x 3	0	
REGIDESO	Vanne Ø 50	5A1	acier	20	3	Ø 10 x 20	2	c)
	Vanne Ø 60	5A2	acier	21	15	Ø 12 x 25	2	c)
	Vanne Ø 80	5A3	acier	33,5	13	Ø 15 x 30	2	c)
	Vanne Ø 100	5A4	acier	43	15	Ø 18 x 35	2	c)
	Vanne Ø 125	5A5	acier	150	1	Ø 20 x 40	2	c)
	Vanne Ø 150	5A6	acier	60	1	Ø 25 x 45	2	c)
	Vanne Ø 250	5A7	acier	180	1	Ø 40 x 65	2	c)
	Vanne Ø 300	5A8	acier	240	1	Ø 45 x 70	2	c)
	Réduction B150-B100	5F1	fonte	22	2	Ø 20 x 40	2	c)
	Joints gibaults Ø 80	5F2	fonte	5	14	Ø 15 x 5	2	c)
	Joints gibaults Ø 100	5F3	fonte	3	4	Ø 15 x 6	2	c)
	Joints gibaults Ø 125	5F4	fonte	4	8	Ø 20 x 7	2	c)
	Joints gibaults Ø 150	5F5	fonte	8	8	Ø 25 x 8	2	c)
	Joints gibaults Ø 175	5F6	fonte	14,5	2	Ø 30 x 9	2	c)
	Raccord RBT Ø 150	5F7	fonte	4	3		2	c)
	Joints compensation Ø 200	5F8	fonte	50	4		2	c)
	Joints compensation Ø 250	5F9	fonte	65,5	4		2	c)
	Pris en charge Ø 25	5F10	fonte	14	13		2	c)
	Regards pour vannes	5F11	fonte	1	3		2	c)
	Regards pour prise en charge	5F12	fonte	1	3		2	c)
	Regards plats	5F13	fonte	34,5	2		2	c)
	Trappillons Ø 60	5F14	fonte	24	4		2	c)
ANSJA	Machoir concasseur	6A1	acier	34	12	30 x 20 x 10	3	
	Machoir concasseur	6A2	acier	42,5	11	100 x 60 x 15	3	
	Pointes Ripper	6A3	acier	3	1 000	30 x 5 x 5	3	
	Pointes Ripper	6A4	acier	4	500	15 x 4 x 3	3	
	Contrecoeurs	6F1	fonte	40	150	10 x 20 x 10	3	
Fentes et chaussées	Contrecoeurs	7F1	fonte				3	
	Moules	7A1	acier				3	
	Fourreaux acier	7B2	acier				3	
CAI	Accessoires de tuyauterie	8F1	fonte	6,700	10 000	5 x 5 x 5	3	c)
et autres	Racords, coudes, olits, manchons, brides, etc.)							
Éclairage de la tourbe	Cylindres	9F1	fonte					

Source : enquête faite auprès d'une partie des clients éventuels (échantillon représentatif de l'ensemble).

a) Longueur x largeur x hauteur (en cm).
b) Niveau de demande (en nombre de pièces par an).
c) Pièces à fabriquer en série.

Annexe III

DEMANDE DE PIÈCES COULÉES
(en t/an)

Alliage	Code	Poids (En kg)	Nombre de pièces consommées par an	En t/an
Fonte	1F1	8,0	5	0,04
	1F2	2,5	40	0,10
	2F1	40,0	30	1,20
	3F1	6,0	2 700	16,20
	4F1	3,0	10 000	30,00
	4F2	5,0	10 000	50,00
	5F1	23,0	2	0,046
	5F2	5,0	14	0,070
	5F3	5,0	4	0,020
	5F4	9,0	11	0,099
	5F5	8,0	8	0,064
	5F6	14,5	2	0,029
	5F7	8,0	2	0,016
	5F8	50,0	1	0,050
	5F9	66,5	1	0,066
	5F10	7,0	1	0,007
	5F11	14,0	13	0,182
	5F12	7,0	3	0,021
	5F13	32,5	3	0,097
	5F14	28,0	1	0,028
6F1	40,0	250	10 000	
7F1	40,0	125	5 000	
8F1	0,120	10 000	1 200	
9F1	90	5	0,450	
			Total	115,035
Acier	1A1	0,5	40	0,020
	2A1	4,0	625	2,500
	5A1	20,0	7	0,140
	5A2	21,0	15	0,315
	5A3	23,5	19	0,446
	5A4	43,0	15	0,645
	5A5	50,0	1	0,050
	5A6	62,0	1	0,062
	5A7	180,0	1	0,180
	5A8	240,0	1	0,240
	6A1	340,0	18	6,120
	6A2	820,0	17	13,940
	6A3	2,0	1 000	2,000
	6A4	6,0	500	3,000
	7A1	400	25	10,000
	7A2	2	1 000	2,000
			Total	41 658
			Total général	156,693

Prévision de demande de pièces

Groupe	Poids rang (kg)	Poids pièce moyenne (kg)	Production mensuelle (t)	Quantité de pièces mensuelle
1	0,05-0,20	0,12	0,298	2 476
2	0,20-8,50	4,09	26 254	6 424
3	8,50-80,00	37,84	4 692	124
4	30,00-500,00	350,42	4,205	12
		3,93	35,449	9 026

Note : On a multiplié les valeurs actuelles par $\frac{400}{143} = 2,7972$;
143 = 157-14.

Les tonnes de mâchoires plus grandes que 500 kg et qu'on ne pourra pas faire sont au nombre de 14.

Prévision de données basiques de fabrication (1ère partie).

Grandeur du moule	Moulage		Selon besoin	Total
	650 x 550	800 x 600		
1. Poids pièce moyenne (kg)	3,0	37,9	350,0	3,93
2. Nombre pièces bonnes	8 900	124	12	9 026
3. Nombre modèles par moule	3	2	1	2,968
4. Nombre de moules pour faire de bonnes pièces	2 967	62	12	3 041
5. Poids de bonnes pièces (t)	26,7	4,7	4,2	35,6
6. Rebuts (%)	9,0	20,1	5,0	10,0
7. Poids de pièces (bonnes et rebutées)	29,3	5,9	4,4	39,6
8. Nombre de pièces (bonnes et rebutées)	9 767	156	13	9 936
9. Nombre de moules bons à faire	3 256	78	13	3 347
10. Nombre de moules à programmer	3 427	82	14	3 449
11. Poids de pièces par moules (kg)	9,0	75,8	350	11,7
12. Mise au mille	1,50	1,31	1,25	1,45
13. Poids à couler par moule (kg)	13,5	99,30	437,50	17,0
14. Poids liquide (t)	44,0	7,7	5,7	57,4

Prévision de données basiques de fabrication (2ème partie)

Grandeur du moule	650 x 550		800 x 600	
	650 x 550	800 x 600	650 x 550	800 x 600
10. Nombre de moules	3 427	82	14	3 449
5. Poids de pièces bonnes (t)	26,7	4,7	4,2	35,6
14. Poids de métal liquide (t)	44,0	7,7	5,7	57,4
15. Poids de métal à charger (t)	44,9	7,9	5,8	58,6
16. Poids de sable par moule (kg)	57	92	329	60
17. Poids de sable de moulage (t)	195	8	5	208
18. Poids de sable de noyautage par moule (kg)	5	49	71	6,4
19. Poids de sable de noyautage (t)	17	4	1	22
20. Rapport sable/métal	7,3	1,7	1,2	5,8
21. Poids de sable total (t)	212	12	6	230

Annexe IV

EVALUATION DES BESOINS POUR LA FABRICATION

1. Moules

Moules par mois	3 509
Moules par jour	144
Moules par heure	18

Sable par mois	$230 + 12 \% = 258$
Sable par jour	10,6
Sable par heure	1,32

2. Métal à élaborer à la fusion

Par mois	58,6 t
Par jour	2,4 t
Par heure	0,3 t/h

ou $2,4 - (0,35 \times 2) = 1,7$ t/par jour
0,21 t/heure

3. Finition

Par mois	39,6 t
Par jour	1,6 t
Par heure	0,2 t

Pour le traitement thermique, presque toutes les pièces en acier et quelques-unes en fonte (30 %). Le four devra être capable de traiter 0,5 t/jour.

Annexe V

COUT DE L'ENERGIE (41 800 kJ)

		Unité	Pouvoir calorifique (kJ)	Coût		Rapport
				de l'unité	de 41 800 kJ	
Burundi 1978 (en F Bu)	Fuel	kg	43 054	27,90	27,10	1
	Electricité	kWh	3 594	4,8	55,82	2,1
	Coke (imp.)	kg	30 514	68,0	93,14	3,4
République d'Argentine (en pesos argentins) 1974	Fuel	kg	43 054	0,33	0,32	1
	Electricité	kWh	3 594	0,36	4,23	13
	Coke	kg	30 514	1,59	2,18	7

Annexe VI

DETAIL DE QUELQUES INVESTISSEMENTS

Etape 1 Etape 2

En dollars

<u>1. Instruments et appareils pour contrôle de qualité</u>		
Appareils pour le contrôle des sables	3 500	1 500
1 Equivalent-carbone	3 000	
1 Photocolorimètre	2 000	
1 Balance	600	
1 Système pour analyse C	2 500	
1 Système pour analyse S	850	
1 Microscope		3 000
Accessoires pour métallographie		1 500
1 Pyromètre	2 000	
1 Duromètre	1 000	
1 Table pour tracé de pièces	3 000	
1 Distillateur d'eau	1 000	
1 Machine pour essai de traction		10 000
Matériel de verre	1 000	
Réactifs	1 000	
Instruments de mesure (règles, verniers, gabarits, calibres, etc.)	2 000	
	<hr/>	<hr/>
	23 450	16 000
<u>2. Installations électriques</u>		
Sous-station de transformation	10 000	
Groupe motogénérateur de réserve 50 kVA	4 000	
Réseau de puissance	2 000	
Réseau d'illumination	1 000	
	<hr/>	
Total partiel	17 000	
<u>3. Atelier pour entretien machine et outillage</u>		
1 Banc	1 600	
1 Perceuse	1 600	
1 Tour		6 000
1 Machine à souder, pneumatique	500	
Outils	800	
Machines pour travailler le bois	2 500	
	<hr/>	<hr/>
Total partiel	7 000	6 000
<u>4. Equipement pour enrichir la ferraille</u>		
Ciseaux mécaniques pour la ferraille	20 000	
Presse pour serrer la tôle	-	10 000
Machine pour oxycoupage	1 000	
Contrepoids pour casser les pièces en fonte	3 000	
	<hr/>	<hr/>
	24 000	10 000
<u>5. Equipement pour traiter le sable (12 t/leur)</u>		
1 Séparateur humide par gravité	7 000	
1 Four rotatif pour sécher le sable	3 500	
1 Tamis rotatif pour classification	8 500	
	<hr/>	
	19 000	
<u>6. Equipement pour récupérer le sable usé</u>		
Bande transporteuse à chaud		9 000
Concasseur broyeur		7 000
Séparateur magnétique		1 500
Bennes, bandes, etc.		8 000
		<hr/>
		25 500

Annexe VII

FRAIS DE PREMIER ETABLISSEMENT ET FONDS DE ROULEMENT

Frais de premier établissement
(En milliers de F Bu)

Formation pour le démarrage (2 mois)

Traitements et salaires

$$\frac{(1\ 292 + 19\ 853)}{12} \times 2 = 3\ 524$$

Dépenses de fonctionnement

$$\frac{(7\ 335 + 42\ 410 + 2\ 953 + 190)}{12} \times 2 \times 0,10 + \frac{(1\ 176 + 200)}{12} \times 2 = 882 + 229 = 1\ 111$$

Formation à l'extérieur (6 mois, pour le directeur adjoint et l'ingénieur des ventes) :

Traitement : $50 \times 6 \times 2 = 600$

Voyage : $55 \times 2 = 110$

Séjour : $88 \times 6 \times 2 = 1\ 056$

1 766

Excédent de consommation de matière (6 mois : 10 %)

$$\frac{145}{2} \times 0,1 \times 300 \text{ dollars/t} \times \frac{89,4}{1\ 000 \text{ dollars}} \text{ F Bu} = 194$$

Rebut en excédent (6 mois : 30 %)

$$\frac{145}{2} \times 0,3 \times (\text{coût unitaire de production} - \text{prix de la ferraille}) =$$

$$= \frac{145}{2} \times 0,3 \times \left(\frac{54\ 188}{351} - 2,25 \right) = 3\ 309$$

$$\text{Total} = 3\ 524 + 1\ 111 + 1\ 766 + 194 + 3\ 309 = 9\ 904.$$

Fonds de roulement

	<u>En milliers de F Bu</u>
Produits finis (1 mois)	1 128
Produits en cours de fabrication ($\frac{1}{2}$ mois)	1 806
Existence matière	
Existence matière locale (2 mois)	523
Existence matière importée (8 mois)	6 049
Existence résine (2 mois)	6 255
Pièces de rechange (estimation)	4 130
Crédits ($\frac{1}{4}$ mois)	2 917
Matière importée en transit (3 Mois)	2 268
	<hr/>
	25 076

Annexe VIII

NORME PROVISIONNELLE DU SABLE POUR FONDERIE

Forme : angulaire, subangulaire, ou ronde

Souhaitable : subangulaire.

Analyse chimique (Pourcentage de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , OK, ONa, OCa).

Souhaitable : 98 % minimum de SiO_2 ; oxydes fondants : le moins possible.

Mica, feldspath ; le moins possible. S'ils n'existaient pas, on
on pourrait peut-être utiliser le sable sans avoir à le traiter

Distribution granulométrique (μ 30, 40, 50, 70, 100, 140, 200, 270).

μ 30	40	50	70	100	140	200	270
0,59	0,42	0,297	0,21	0,149	0,105	0,074	0,053

Souhaitable : 70-80 % sur trois tamis consécutifs. Une bonne
distribution serait la suivante (en %) :

30	40	50	70	100	140	200	270
	< 3	10-20	30-40	25-35	10-20	2-8	< 2

Demande d'acide. Mélanger 50 g de sable avec 50 ml HCl 0,1 N et

50 ml d'eau distillée. Laisser le mélange 65 mm;

Titrer l'excès d'acide avec Na OH (0.1N)

La demande d'acide est constituée par la différence.

Souhaitable : < 8

Annexe IX

PRIX DES PIÈCES COULÉES c.i.f. BUJUMBURA
(en dollars/kg)

Fonte	<u>f.o.b.</u>	<u>c.i.f.</u>	<u>Droit de douane</u> %	<u>c.i.f.</u>
<u>Fonte</u>				
METALUSA ^{a/}	0,7	1,25	0,23	1,6
REGIDESO			0,23	4,7
AMSAR			0,35	
Accessoires tuyauterie ONL			0,23	12,0
Accessoires tuyauterie ^{b/}			0,23	3,3
Pièces de rechange voitures ^{b/}			0,35	10,0
Pièces coulées ^{b/}			0,23	2,1
Grille cuisinière MAHV			0,23	11,0
Adopté (sans usinage)				3,52
<u>Acier</u>				
METALUSA ^{a/}		1,55	0,23	2,0
REGIDESO ^{a/}			0,23	5,9
AMSAR			0,35	
Accessoires tuyauterie ^{b/}			0,23	5,4
Pièces de rechange voitures ^{b/}			0,35	10,0
Pièces coupées ^{b/}			0,23	2,1
Adopté (sans usinage)				4,53

^{a/} Estimation.

^{b/} Statistiques de la douane.

Annexe X

VISITES REALISEES ET FONCTIONNAIRES RENCONTRES AU BURUNDI

M. Evariste Ncabugufi, directeur du Département de l'industrie.

M. Marjan Kacjan, chef du projet.

On a visité :

Usines :

METALUSA

M. Frace et M. Gilson
Construction métalliques

AMSAR

Construction de chaussées
M. Noca, Chef d'atelier
M. Bonyhadi, Comptable
M. Tedeschi, Directeur technique

ENACCI

Fabrication de chaux et ciment
M. Gabriel Kayibigi

USINE ARATOIRE

Fabrication de houes et machettes

RAFINA

M. Germez, administrateur
Agroindustrie

MECARUDI

M. Carlier
Fabrication d'armoires

COTEBU

M. Aloys Ntamagara
Usine textile (implantée par les Chinois)

Firmes commerciales

UTEMA-TRAVHYDRO : Matériaux de construction
NAHV

M. Nikobanye Gastan : Vente cuisinières et marmites
Quincaillerie DBL
Quincaillerie Iatrou Aristote

CHANIC

M. Crépin, directeur : Représentation Caterpillar

Institutions du gouvernement

REGIDESO

M. Simbarakiye, directeur technique
Laboratoires de la géologie et des mines
M. Benoît Ndorimana, chef
Office national de logement
M. Côme Ndayiziga, chef d'approvisionnement
Département assainissement
M. Bondo
Marie de Bujumbura
M. Julien Hakizimana

Direction des études et statistiques
M. Amand Sindiheburu, directeur

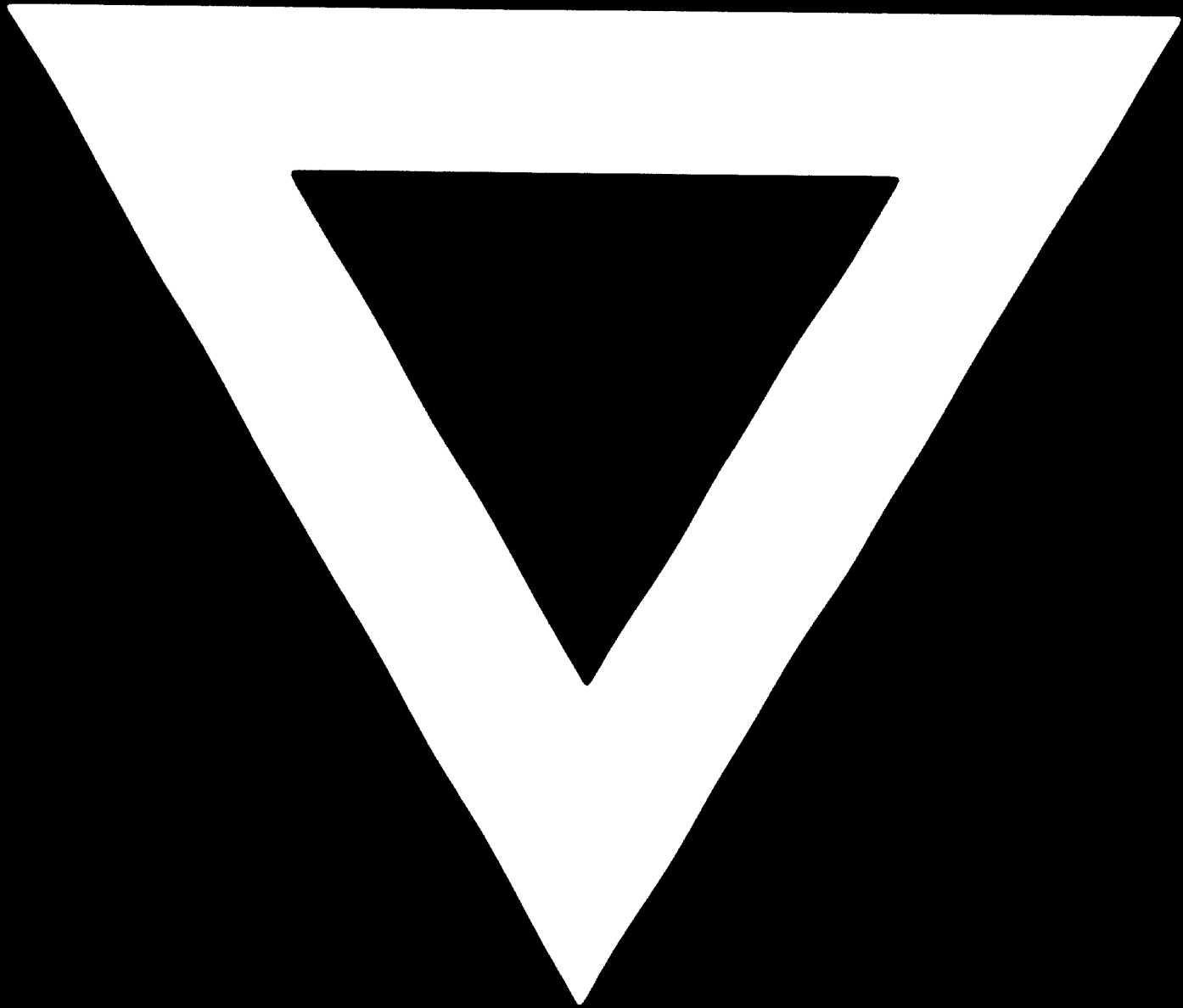
BNDE "Banque nationale de développement économique"
M. G. Langlet, directeur général

Direction du commerce extérieur
M. Joseph Kandeke, représentant de la direction à la Banque
de la République du Burundi

Ecole technique secondaire de Kamenge



B - 499



81.05.27