



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.

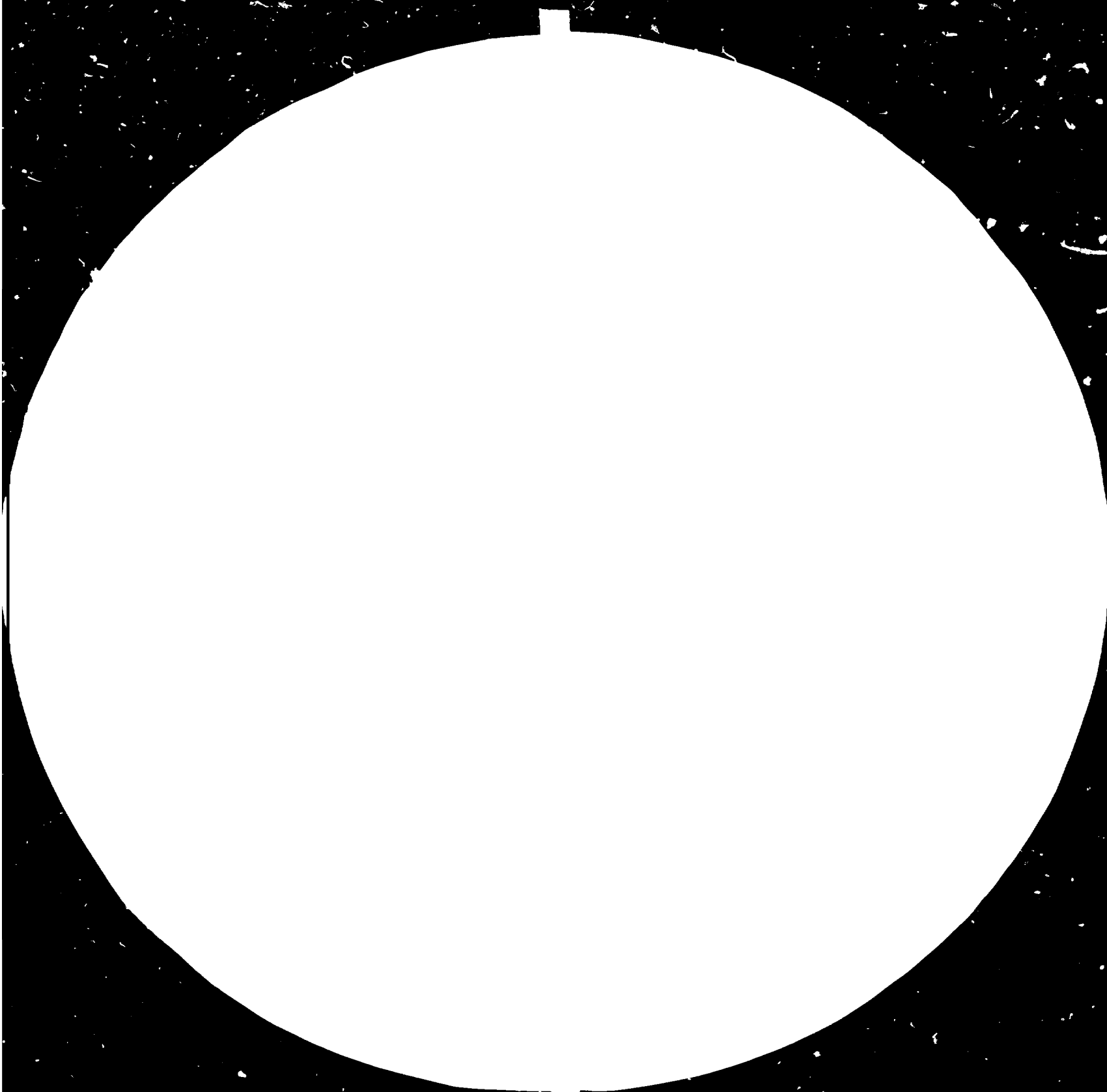
FAIR USE POLICY

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





28

3.2

4.5

6.3

MICROSCOPY RESOLUTION TEST CHART

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS-1963-A

CONTRACT REPRODUCTION SERVICE, NATIONAL BUREAU OF STANDARDS

4101 RESISTANCE DRIVE, GAITHERSBURG, MARYLAND 20878

28 Novembre 1984

Distr. restreinte

Français

14201

Zaire.

ASSISTANCE A L'ADMINISTRATION

DE LA

ZONE FRANCHE D'INGA

DP/ZAI/81/015

ZAIRE

Examen de l'étude de faisabilité 1984

Rapport technique établi pour le Gouvernement du ZAIRE,
par l'Organisation des Nations-Unies pour le développement
industriel, organisation chargée de l'exécution pour le comp-
te du programme des Nations-Unies pour le développement.

D'après l'étude de M. Maurice BESNARD

Expert en fabrication d'ammoniac

(Code : DP/ZAI/81/015/11.66/31.6A)

Organisation des Nations-Unies pour le développement industriel

VIENNE

N'ayant pas approuvé le présent rapport, l'Organisation des Na-
tions-Unies pour le développement industriel, ne partage pas
nécessairement les vues exprimées par l'expert.

from Mr Kuczycki

1054
NOTES EXPLICATIVES.

- . Sauf indication contraire, le terme "dollar" ou le symbole \$ s'entendent du dollar des ETATS-UNIS d'AMERIQUE.
- . L'unité monétaire de la République du ZAIRE est le zaïre.
- . Durant la période à laquelle a été établi le présent rapport, la valeur du dollar des Etats-Unis d'Amérique était sensiblement :

$$1 \$ = 39.079 Z$$

- . Les sigles suivants ont été utilisés dans cette étude :

E.F.I. = Electro fertilizer International

ZOFI = Zone franche d'Inga

- . Les abréviations suivantes ont été utilisées :

A = Ampère

atm = atmosphère, désignant la pression atmosphérique

c.a.f. = coût, assurance, fret

f.o.b. = franco à bord

h = heure

j = jour

KA = kilo ampère

Kg = kilogramme

KV = kilo volt

KWh = kilo Watt heure

M = mille (en matière de coût)

MM = million(")

MWh = MégaWatt heure

N = Azote

NH3 = Ammoniac

Nm3 = volume de 1 mètre cube de gaz mesuré à 0°C sous pression normale de 760 millimètres de mercure

t = tonne

t/j = tonne par jour

TRI = Taux de rentabilité interne

TRIC = Taux de rentabilité interne du capital

TRS = Taux de rentabilité simple

RESUME

La mission attribuée au poste :

DP/ZAI/81/015/11-66/31.6.A

s'est déroulée du 1er au 25 Novembre 1984 à KINSHAHA.

L'expert a assisté l'Administration de la zone franche d'Inga dans l'évaluation du projet de réalisation d'une usine de 1.000 t d'ammoniac par jour dans la zone franche d'Inga.

Il a analysé l'étude de faisabilité soumise à la ZOFI par une entreprise canadienne et assisté la ZOFI pour l'appréciation de l'étude.

En conclusion, l'expert a estimé que :

- le site de BOMA est exclu
- la rentabilité du projet n'est pas assurée dans les conditions actuelles
- le prix et la tarification de l'électricité doivent être revus pour rendre viable une telle fabrication
- le site de MOANDA n'étant pas aménagé, aucune décision d'installation ne sera vraisemblablement prise avant un long délai
- il n'est pas judicieux d'accorder dès maintenant des exclusivités.

TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
INTRODUCTION	7
CONCLUSIONS & RECOMMANDATIONS	10
DEROULEMENT DE LA MISSION	14
I - LA ZONE FRANCHE D'INGA	16
II - BASES DE L'ETUDE DE FAISABILITE EFI	19
III - ANALYSE DE L'ETUDE DE FAISABILITE EFI	24
1.- Etude Technique	24
11.- Principe de l'étude	24
12.- Description de l'usine	25
13.- Coût de l'usine	27
14.- Coût comparatif des usines	29
15.- Production de l'usine	30
16.- Effectif	30
17.- Coûts opératoires	31
18.- Planning de construction	32
2.- Etude de marché	34
21.- Division de l'étude	34
22.- Aperçu sur l'offre et la demande	34
23.- Marchés potentiels	36
24.- Prévisions de prix à l'exportation	36
3.- Etude économique	38
31.- Division de l'étude	38
32.- Production annuelle d'ammoniac	38
33.- Fond de roulement	38
34.- Prix de revient de l'ammoniac	39
35.- Equation générale du prix de revient	40
36.- Etude de rentabilité	41
37.- Comparaison avec l'ammoniac ex-gaz naturel	41

.../...

	Pages
38.- Actualisation des cash-flow	42
4.- Comparaison des sites	45
5.- Analyse financière	46
51.- Division de l'étude	46
52.- Structures financières	46
53.- Conformité avec la procédure ZOFI	47
54.- Analyse financière du cas de base	48
55.- Tarification de l'électricité	48
56.- Régime fiscal	49
57.- Conclusion générale	49
58.- Tableaux de flux financier	49
IV.- COMMENTAIRES SUR L'ETUDE EFI.	51
1.- Etude technique	51
11.- Définition des unités de production	51
12.- Coût de l'usine	51
13.- Comparaison entre les variations	53
14.- Evaluation de la production	53
15.- Effectifs	54
16.- Dépense énergétique	54
17.- Autres coûts opératoires	55
18.- Durée de construction	55
2.- Etude de marché	56
21.- Aperçu général sur l'offre et la demande	56
22.- Marchés potentiels	56
23.- Prix de l'ammoniac	57
3.- Etude économique	59
31.- Production annuelle d'ammoniac	59
32.- Investissement	59
33.- Coûts opératoires	60
34.- Comparaison avec l'ammoniac ex-gaz naturel	60
35.- Taux de rentabilité interne	60

V.- INTERET D'UNE FABRICATION D'AMMONIAC EX-HYDROGENE ELECTROLYTIQUE.	64
--	----

Tableaux :

Tableau I - Calcul du TRI - cas de base EFI	4 F.
II - " variante cas 1	3 F.
III - " " 2	3 F.
IV - " " 3	3 F.

ANNEXE :

Description de poste

Pages :

1 à 3

INTRODUCTION

1.- Dans le but d'utiliser l'énergie hydraulique du fleuve Zaïre, il a été construit deux centrales électriques à Inga, dont la puissance installée est à ce jour de 1.700 MW.

Une ligne Inga-Shaba, longue de 1.725 km, permet d'envoyer une puissance d'environ 300 MW sur Shaba, de sorte que sont disponibles sur le site d'Inga, environ 1.400 MW.

Dans le but d'aider au développement économique du Zaïre, le gouvernement du Zaïre a décidé d'instituer un régime spécial d'investissement, incluant franchise douanière et dégrèvement fiscaux, afin d'inciter des entreprises grosses consommatrices d'énergie et exportatrices, à venir s'installer dans la zone d'influence d'Inga. A cet effet :

. l'ordonnance loi n°81.010 du 2 avril 1981 a institué un régime de zone franche à vocation industrielle dans une région s'étendant de la côte Atlantique à Kinshaha.

Les entreprises qui satisfont à certaines conditions de consommation minimale d'électricité et de modalité de financement de l'investissement bénéficient, au titre de cette loi d'un tarif préférentiel sur l'énergie électrique et d'un régime fiscal favorable.

. l'ordonnance loi n°81-066 du 30 Avril 1981, a créé et organisé un service public dénommé "administration de la zone franche d'Inga" ou ZOFI qui a pour objet la gestion de la zone franche avec pouvoir de promouvoir et aménager les domaines francs, de réaliser toutes études et de coordonner les investissements, etc...

.../...

2.- Parmi les études effectuées par la ZOFI figure la création éventuelle dans la zone franche d'une usine fabriquant de :

l'ammoniac

en utilisant de l'hydrogène fabriqué par :

électrolyse d'eau

Avec le concours de l'ONUDI, des études de faisabilité ont été effectuées dès 1980. Parmi celles-ci, l'étude effectuée dans le cadre de la mission ONUDI DP/ZA/80/008 par M. J.F. Van Dierendonck, qui a pris en compte les divers aspects du problème, concluait à la rentabilité d'une fabrication d'au moins 300 t. d'ammoniac par jour, sous certaines réserves

3.- En conclusion de ces études, la Société

Electro Fertilizers International Corporation

(E.I.F.)

TORONTO (Ontario) CANADA

a proposé à la ZOFI d'étudier la possibilité d'installer à Inga une usine d'ammoniac ex-hydrogène électrolytique, d'une capacité de :

1.000 t. d'ammoniac/jour

Dans le but, a été conclu entre ZOFI, représentant la République du Zaïre et EIF un :

"Constat de commun accord"

par lequel EIF s'engageait à effectuer l'étude de faisabilité du projet à ses frais en échange :

- du droit à l'admission au régime de la zone franche
- du droit exclusif de réaliser des projets d'ammoniac ainsi que de produire et distribuer de l'ammoniac au Zaïre pendant 10 ans.

en cas de réalisation.

.../...

4.- La Société E.F.I. est donc venue à KINSHAHA durant le mois de novembre 1984 pour présenter à ZOFI l'étude de faisabilité effectuée dans le cadre du "Constat de commun accord" précédent.

La ZOFI ayant demandé à l'ONUDI le concours d'un expert en industrie d'ammoniac, celui-ci lui a été accordé et fait l'objet de la présente mission de code :

DP/ZAI/81/015/11-66

avec la mission définie dans la "description du poste" donnée en annexe I

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.

1.- Site.- La conclusion formulée dès 1981 par l'expert ONUDI qui signalait que l'établissement d'une fabrication d'engrais, donc d'ammoniac à grande échelle, nécessite un port de mer, demeure valable.

Site de BOMA.- Il paraît illusoire d'intéresser un producteur d'ammoniac à ce site, inadapté à une usine de grande capacité et pour lequel une usine de petite capacité a désormais perdu tout intérêt.

Site de MOANDA.- Ce site est intéressant pour une unité d'ammoniac de grande capacité car accessible aux navires de haute mer.

Il n'est pas encore équipé. La seule usine d'ammoniac ne saurait justifier son équipement.

L'équipement de ce site demandera plusieurs années. Il est donc improbable qu'une décision de réalisation d'une unité d'ammoniac sur ce site puisse être prise avant plusieurs années.

Autre.- Bien que cela n'ait pas été envisagé, d'autres sites sont peut-être possibles dans la mesure où il est possible d'envoyer la production vers un stockage et un poste de chargement situé au voisinage d'une zone à eau profonde, sans que cela soit un port, si on peut réaliser un simple appontement.

En ce qui concerne la Société EFI, il semble que ce soit essentiellement le site de MOANDA qui l'intéresse pour le futur.

.../...

2.- Faisabilité.-

L'étude de faisabilité effectuée sur un cas unique sélectionné, avec un coût d'investissement confortable tend à laisser apparaître que le coût de l'énergie électrique est trop élevé pour rendre une fabrication d'ammoniac compétitive. EFI suggère donc :

- une tarification de l'énergie qui assure un prix d'électricité inférieur durant au moins les 6 premières années de marche de l'usine, compensé par un tarif légèrement accru durant une dizaine d'années ensuite
- une indexation du prix de l'énergie électrique sur le prix de l'ammoniac (déjà mentionnée dans le rapport de l'expert ONUDI en 1981.)

Il n'est pas impossible que ce prix d'électricité soit trop élevé et qu'un prix de l'ordre de 6 \$/MWH pendant la période de remboursement des emprunts soit nécessaire pour rendre cette fabrication attrayante.

Si le Zaïre accepte de revoir sa tarification électrique, il serait judicieux qu'avant tout accord définitif :

- il soit effectué une étude de faisabilité plus complète qui analyse la valeur minimum et le type de tarification susceptible de permettre la fabrication d'ammoniac sans que cela soit au détriment du Zaïre
- il soit effectuée une information suffisante dans l'espoir de rechercher les investisseurs susceptibles d'offrir les meilleures conditions.

3.- Exclusivité.-

A défaut d'une décision immédiate d'installation il serait sans doute contraire à l'intérêt du Zaïre d'accorder des exclusivités aussi importantes que les exclusivités de

longue durée qui lui sont demandées (production et distribution d'ammoniac, fabrication d'hydrogène électrolytique et donc de ses dérivés pour une durée pouvant atteindre et même dépasser 20 ans).

Celles-ci devraient vraisemblablement demeurer limitées à la zone franche d'Inga, car elles sont de nature à bloquer d'autres développements au Zaïre,

- soit en cours de projets : fabrication éventuelle à partir du lac du gaz KIWU

- soit potentiels, tel que la réalisation de petites unités de fabrication d'engrais à partir d'ammoniac ex-électrolyse dans des régions bénéficiant d'une protection géographique (distance, difficulté d'accès...) qui les rende intéressantes pour le Zaïre même si elles n'intéressent pas les producteurs internationaux.

- soit, dans la zone d'Inga même si, durant une dizaine d'années, il n'était pas possible au Zaïre d'accorder le droit de fabriquer de l'ammoniac (que ce soit ex-hydrogène électrolytique ou même ex-gaz) à une société qui apporterait un avantage immédiat et ferme au Zaïre et accepterait de s'installer sur un autre site que celui de MOANDA.

Il est en outre indispensable d'exiger que le partenaire bénéficiaire de ces exclusivités ne puisse s'opposer sans raison valable à ces projets et ne risquent de "geler" le développement de la zone d'Inga et à fortiori d'un secteur entier de chimie au Zaïre.

4.- Du fait que le prix de l'énergie électrique dans le domaine de la zone franche d'Inga est fixé en valeur absolue et pour une durée de 30 ans, il n'est pas impossible que la fabrication d'ammoniac via l'électrolyse devienne rentable, suivant l'évolution :

- de l'inflation générale

.../...

- du prix de l'énergie, c'est-à-dire essentiellement du pétrole brut et donc du gaz.

Si cette évolution est assez rapide durant une dizaine d'années, des projets industriels pourront encore être possibles puisque disposant encore d'une vingtaine d'années pour être réalisés et amortis.

Cette considération est vraisemblablement la raison du refus actuel du partenaire de s'engager et de vouloir se réserver le droit de décider (éventuellement) dans un délai de 10 ans.

On peut alors, si l'intérêt actuel du Zaïre n'est pas de devancer le moment où la fabrication d'ammoniac ex-électrolyse deviendra rentable en mettant dès maintenant le prix de l'électricité à un niveau compétitif avec le gaz, tout en prévoyant une possibilité future de variation en fonction de l'évolution du prix de l'énergie.

Naturellement ceci n'est valable que dans la mesure où l'électricité ne peut être affectée prioritairement ou totalement à des fabrications susceptibles de supporter dès maintenant le prix actuel.

Dans cet esprit, il apparaît peu judicieux que le Zaïre se lie préalablement, car il serait en position défavorable pour négocier un nouveau prix d'électricité.

5.- Avant de fixer définitivement de nouvelles conditions de tarification pour l'ammoniac, il serait bon d'effectuer une étude beaucoup plus complète de la faisabilité éventuelle d'ammoniac ex-électrolyse en étudiant un grand nombre de cas prenant en compte diverses hypothèses de variation possibles de prix du gaz et donc de prix d'ammoniac.

.../...

DEROULEMENT DE LA MISSION.

L'expert est arrivé à KINSHAHA le 1er Novembre 1984 et a été en rapport avec ZOFI dès le 2 Novembre.

ZOFI ne possédait alors que des fragments provisoires de l'étude de faisabilité qui lui avait été communiquée lors d'un voyage au CANADA, dont le seul cohérent était l'étude technique.

L'expert a donc examiné ces documents et établi à destination de ZOFI plusieurs notes relatives :

- aux problèmes techniques que pose la fabrication de l'ammoniac
- au coefficient pratique d'utilisation de ces unités
- à la variation du prix de l'ammoniac
- au marché de l'ammoniac

et a jugé de l'étude technique dont il disposait (qui comportait une évaluation partielle des investissements) dans l'attente de l'étude de faisabilité complète et définitive.

Cette étude a été reçue à ZOFI le lundi 12 Novembre.

La délégation canadienne est arrivée le Mardi 13 Novembre.

Les discussions ont eu lieu du 14 au 21 Novembre entre la délégation canadienne et ZOFI (assisté de 2 experts ONUDI)⁽¹⁾ Ces discussions ont porté sur :

- le contenu de l'étude de faisabilité
- un protocole à signer entre la délégation canadienne et le Gouvernement du Zaïre représenté par ZOFI en vue de définir, pour la poursuite de l'étude du projet, les droits et obligations des parties.

(1) M.BESNARD et M.BOON

Ces discussions ont porté essentiellement sur :

- un programme :

EIF veut se réserver un délai d'une dizaine d'années pour décider de la réalisation de l'usine, sans engagement ferme de réaliser

- des conditions particulières :

EIF souhaite :

- une modification tarifaire de l'électricité
- une indexation du prix de l'électricité sur le prix de l'ammoniac
- des exonérations supplémentaires d'impôts et taxes.

- un droit d'exclusivité :

EIF demande :

- l'exclusivité de distribution et production de l'ammoniac et des engrais azotés au Zaïre
- l'exclusivité de la fabrication de l'hydrogène électrolytique au Zaïre.

En raison de l'importance des demandes EIF il n'a pu se réaliser un accord.

Un procès-verbal de réunion a été signé par lequel il est souhaité arriver à un accord définitif pour le mois de mars 1985.

.../...

I.- LA ZONE FRANCHE D'INGA

1.- Dans le but d'utiliser pour le développement du Zaïre le potentiel énergétique représenté par la centrale hydraulique d'Inga, actuellement sous-utilisée, en créant des conditions susceptibles d'attirer des investisseurs étrangers, l'ordonnance-loi n°81.010 du 2 Avril 1981 a institué dans l'aire géographique du site d'Inga une zone franche dite :

Zone franche d'INGA

Celle-ci est dotée d'un régime spécial qui accorde divers avantages et garanties pour l'investisseur désirant exercer une activité destinée à l'exportation.

Pour être admis à bénéficier de ce régime, les entreprises qui s'installent dans cette zone doivent :

- . consommer au minimum 10 MW, ou l'équivalent de 10% de la valeur ajoutée de l'entreprise, d'énergie électrique
- . si les promoteurs sont étrangers, être financées à 80% au moins de leur montant par des fonds venant de l'extérieur
- . ne pas faire appel pour plus de 70% à l'emprunt pour la réalisation de l'investissement, la somme totale des emprunts remboursables à 5 ans ne pouvant dépasser 30% de l'investissement

2. Les avantages accordés par ce régime sont, brièvement résumés :

- . Exonération de certains droits
- . Régime spécial concernant la contribution professionnelle sur les bénéfices qui est :
 - nulle pendant les 6 premières années de production
 - réduite de 50% de la 7ème à la 15ème année
 - réduite de 25% de la 15ème à la 30ème année

.../...

- . Exonération de droits sur les matériels nécessaires à la réalisation de l'usine
- . Exonération des impositions de toutes natures pour les produits fabriqués exportés vers l'étranger
- . Régime de change particulier
- . Garantie de transfert des revenus.,

ainsi qu'un tarif particulier pour l'énergie électrique consommée, soit :

- . Pendant les 6 premières années : énergie au prix de revient
- . Des années 7 à 15 incluses : prix de revient majoré de 50% du taux de la marge applicable
- . Au delà de 15 ans : prix de revient majoré de 75% du taux de la marge applicable.

3. Pour le projet d'usine d'ammoniac par électrolyse, 2 sites possibles ont été définis, dits : "site de BOMA" et "site de MOANDA", pour lesquels les prix de l'énergie livrée sous haute tension (380 kV) seront en \$/MWh :

	BOMA	MOANDA
6 premières années	7,5	8,2
Années 7 à 15	8,25	9,02
Années au-delà de 15	8,63	9,43

Aucune formule d'indexation de ces prix n'est prévue actuellement par la loi instituant la zone franche.

4.- Le site de Boma est situé en aval de MATADI, au bord du Zaïre, dans une zone qui dispose déjà d'un environnement appréciable puisque urbanisé et doté d'un port.

.../...

Malheureusement ce port n'est accessible actuellement qu'aux bateaux de 8.000 t de port en lourd. Des études sont en cours en vue d'envisager l'éventualité de permettre l'accès de navires capables de 15.000 t. par draguage continu des dépôts, assez mobiles qui se déposent, en aval de MATADI dans la zone où le fleuve perd sa vitesse.

Placé à 50 km de la mer, il n'est en outre par accessible de nuit.

Les travaux d'infrastructures nécessaires pour installer l'usine d'ammoniac ex-hydrogène électrolytique à BOMA ne sont pas très importants. Leur coût global est estimé à :

35 MM \$

dont 25 MM \$ pour la seule ligne à 1 terre sous 380 V entre INGA et BOMA pour l'amenée du courant électrique.

L'eau est largement disponible dans le fleuve.

5.- Le site de Moanda-Banana est situé à l'embouchure même du fleuve dans une zone qu'il est prévu d'aménager en zone industrielle à partir de zéro, par :

- aménagement du terrain
- réalisation des infrastructures terrestres : routes, voies ferrées, urbanisation
- construction d'un port avec un quai susceptible de recevoir des navires de gabarit important
- aménagement d'un chenal
(actuellement n'existe dans cette zone qu'une petite raffinerie dont l'alimentation est assurée, à partir de pétroliers de haute mer, par des barges-citernes de transbordement)
- aménagement d'un chenal maritime
- amenée de lignes 380 kV depuis Inga
- etc...

.../...

II.- ETUDE DE FAISABILITE EFI.

1.- Bases de l'étude.-

11.- Les bases de l'étude sont définies par l'annexe I du "Constat de commun accord" qui prévoit que devront être étudiés :

. 2 capacités : 1.000 t. ammoniac/jour et 600 t. ammoniac/jour.

. 2 sites qui sont :

- d'une part, BOMA
- d'autre part, MOANDA, dans la future zone de MOANDA-BANANA

et que l'étude devra comprendre :

- . une partie technique, définissant de façon précise l'usine avec dimensionnement du matériel, implantation, consommations
- . le calcul des coûts d'investissement et d'exploitation
- . une évaluation :
 - . commerciale
 - . économique
 - . financière

pour chacun des cas envisagés.

12.- Au cours des réunions entre EFI et ZOFI fin 83, les bases de l'étude financière ont été arrêtées par ZOFI à partir d'un schéma proposé par EFI et définies essentiellement pour le site de MOANDA.

Ces bases sont :

- . durée de construction : 4 ans avec :
- début de construction : 1986
- mise en service : 1990

.../...

. Taux d'inflation : 6% durant la période 1984-2009 de façon continue et régulière

. Programme d'appel de fond (en MM US \$) (d'après les premières données de coût de l'étude technique)

	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
Investis.total (val.1984)	29	87,3	101,9	72,7	-	291
Fond de roulem. (valeur 1984)	-	-	-	11	-	11
Appel total (valeur 1984)	29,1	87,3	101,9	83,7	-	302
Valeur effect. de l'appel tot.	32,7	104	128,6	112	-	377,3

. origine des fonds (en MM US \$)

	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
Capital (25°)	32,7	61,6	-	-	-	94,3
Crédits à l'ex.	-	-	128,6	24,3	-	152,9
Long terme banc.	-	-	-	87,7	-	87,7
Subventions	-	42,4	-	-	-	42,4
TOTAL	32,7	104	128,6	112	-	377,3

. Taux d'intérêt :

- . Long terme bancaire : 13% par an
- . Crédits à l'exportation : 10% "

.../...

- . Charges sur subventions : 0,75% par an
- . Emprunts ou avances à court terme : 13 % "
- . Programme de remboursement :
 - . Emprunts ou avances à court terme en 1991
 - . Emprunt à long terme : en 5 ans, de 1992 à 1997
 - . Crédits à l'exportation : en 10 ans, de 1992 à 2001
 - . Subventions : en 5 ans, de 1997 à 2001

. Production à prendre en considération pour l'usine dont la capacité nominale serait, pour les variantes 1.000 t/j de :

1.019 t/j

et dont on espère 340 t/j de production à pleine capacité, qui serait :

346.500 t/an

en année normale, étant supposé, en outre que :

- . en 1990, la production ne serait que de 75% de celle-ci
- . en 1991, " " " " " " 90% " "

mais qu'elle serait de 100% de cette valeur chaque année à partir de 1992 jusqu'à la fin du projet.

. Coûts opératoires, autres que l'énergie, sur la base de données émanant de EFI (consommations de catalyseur, produit chimique, ... et effectif de l'usine) et de ZOFI (salaires et charges) estimés à :

valeur 84 : 13,07 MM US \$/an

soit :

valeur 1990 : 18,5 MM US \$ pour la première année d'exploitation.

.../...

Il a en outre été admis que ces coûts s'accroîtraient à un taux supérieur de 1% à celui de l'inflation, c'est-à-dire seraient multipliés d'une année sur l'autre par le facteur :

$$1,06 \times 1,01 = 1,0706$$

. Coût énergétique :

Consommation d'énergie: 10,4 MWh/t. d'ammoniac

Prix de l'énergie : de 1990 à 1995 8,2 \$/MWh
de 1996 à 2004 9,02 \$/MWh
de 2005 à 2009 9,43 \$/MWh

toujours en \$ courant.

. Amortissement :

Investissement amortissable : appel de fond total - fond
de roulement

Type d'amortissement linéaire sur 15 ans

(soit annuité de 24,2 MM \$/an)

. Impôts :

. Taux maximum : 50% sur les bénéfices bruts

. Taux de 1990 à 1995 : exemption totale d'impôt

" " 1996 à 2004 : Dégrèvement de 50% soit
taux de 25% sur bénéfices bruts

13.- Ces mêmes données ont été adoptées pour BOMA, sous réserve de prendre en compte les valeurs spécifiques à BOMA :

- pour l'investissement, à calculer par EFI
- pour le prix de l'énergie électrique (donné ci-dessus)

en admettant les mêmes proportions pour l'origine du financement, le programme d'investissement, etc...

Elles ont été adoptées également pour les variantes 660 t/j, en prenant en compte les investissements et consommations correspondants à cette capacité.

.../...

2.- L'étude a été effectuée par le Cabinet Yarnell
Trusty Associates Inc de TORONTO.

Elle comporte environ 90 pages et environ 35
tableaux. Il y est annexée l'étude technique effectuée par
KELLOG d'environ 165 pages.

III.- ANALYSE DE L'ETUDE DE FAISABILITE EFI.

1.- Etude TECHNIQUE.-

11.- Principe de l'Etude.-

L'étude technique a été réalisée par KELLOG.

Elle a été faite en étudiant complètement un cas de base, pour lequel on a choisi le cas :

1.000 t. NH3/j à MOANDA

et en déduisant de celui-ci les coûts des variantes :

. 1.000 t. à BOMA, par étude des éléments différents des éléments correspondants de MOANDA (Ceux-ci concernent essentiellement le refroidissement des divers appareils des unités qui se fait :

- à MOANDA par de l'eau tournant en circuit sur un réfrigérant atmosphérique, l'appoint étant assuré par pompage dans la nappe.
- à BOMA, par de l'eau du Zaïre en passage direct, sans recyclage

. 660 t/j à MOANDA et 660 t/j à BOMA par extrapolation mathématique à partir des variantes 1.000 t/j correspondantes suivant la loi

- Coût unité NH3 : multiplication par $(660/1000)^{0,6}$
- Coût unité hydrogène : " " 0,66
- Coût unité azote : " " 0,90
- Coût off-site et utilités " " 1
- Coût de construction : " " $(0,66)^{0,6}$
- Coût de siège : " " 0,9
- Imprévu : Conservation du taux exprimé en %

Cette étude comprend 7 parties :

- une description de l'usine avec les schémas de procédé et les spécifications du matériel principal dans le cas de base
- une évaluation du coût de l'unité dans le cas de base
- une comparaison des coûts des diverses variantes

.../...

- une évaluation de la production de l'usine
- une évaluation des effectifs nécessaires pour l'exploitation de l'usine
- une évaluation des coûts opératoires
- un planning de principe de réalisation

12.- Description de l'usine (variante 1.000 t/j. à MOANDA).

12.1.- L'usine comprend :

Une unité d'électrolyse de l'eau capable de produire 85.430 Nm³/h d'hydrogène, avec :

- . l'installation d'électrolyse proprement dite, constituée de 6 tranches en parallèle, chaque tranche comprenant :
 - . 340 cellules unipolaires STUART disposées en 4 séries de 85 cellules
 - . joints hydrauliques, séparateurs, bois d'alimentation
 - . transformateurs et redresseurs
- . l'installation de déminéralisation d'eau, de préparation de la lessive et de stockage d'eau déminéralisée et de lessive
- . la salle de contrôle, équipée d'un calculateur par tranche qui assure la conduite automatique de l'unité.

Cette unité serait fournie par une société du Groupe auquel appartient EFI.

Une unité de production d'azote, par fractionnement d'air liquéfié suivant procédé AIR LIQUIDE, capable de produire 28.439 Nm³/h d'azote.

Une unité de compression de gaz, épuration de gaz, synthèse d'ammoniac et réfrigération par évaporation d'ammoniac suivant procédé Kellog, et comprenant :

.../...

- . 1 compresseur d'hydrogène refoulant à 7 atm
- . 1 unité d'élimination catalytique de l'oxygène contenu dans l'azote et l'hydrogène après mélange de ces gaz
- . 1 compresseur centrifuge de gaz refoulant le mélange de synthèse à 150 atm et assurant également la circulation dans l'unité de synthèse du gaz n'ayant pas réagi après qu'on en ait extrait l'ammoniac formé.
- . Une unité complète de synthèse d'ammoniac, comprenant :
 - . une ligne d'échange
 - . un réacteur type Kellog contenant 64,2 m3 de catalyseur
 - . une chaudière produisant par récupération thermique de la vapeur à 11,6 atm
 - . un four de démarrage
- . Une unité complète de réfrigération à l'ammoniac comprenant :
 - . compresseur centrifuge d'ammoniac gazeux
 - . échangeurs et condenseurs
 - . séparateurs et ballons
 - . ligne d'évaporation suivant système Kellog

Cette usine d'ammoniac ainsi conçue est capable de produire 1.019 t/j d'ammoniac.

Un stockage d'ammoniac, du type réfrigéré à pression atmosphérique, d'une capacité de 30.000 t. et de l'ensemble nécessaire pour mettre cet ammoniac à bord de bateaux-citernes.

.../...

- . Collecteurs de gaz et de liquide
- . Bras de chargement

Le poste électrique de réception du courant nécessaire à l'usine dont il a été prévu qu'il parviendrait sous 400 kW, avec :

- . jeux de barre
- . transformateurs
- . organes de coupure, contrôle, répartition distribution...

Les utilités comprenant essentiellement :

- . un tirant d'eau de réfrigération équipé d'un réfrigérant atmosphérique
- . producteur d'eau douce pour chaudière
- . producteur d'eau potable et alimentation d'un circuit d'incendie
- . compression d'air pour service des instruments de mesure

12.2.- Il a été fourni schéma de procédé, spécification d'équipement, bilan et plan d'implantation. Certains de ces éléments étant toutefois plus sommaires que pour une proposition.

13.- Coût de l'usine (Variante 1.000 t/j à MOANDA)

L'ensemble décrit ci-dessus, à l'exception de tous autres équipements et notamment de :

- . tous travaux d'infrastructure (notamment pour l'amenée du courant et l'aménagement portuaire)
- . tous bâtiments nécessaires à l'exploitation de l'usine : bureaux, laboratoire, ateliers, magasins, locaux affectés à des services sociaux (vestiaires, cantine, ...) etc...

.../...

- . tout outillage, équipement mobile ou équipement des locaux
- . tous droits de licence ou royalties
- . tous frais de mise en route
- . tous frais de formation de personnel

a été évalué:

- . D'après des données de fournisseur pour l'équipement principal
- . Par utilisation de données d'unités similaires récentes en ce qui concerne l'équipement annexe
- . Par application de coefficients adaptés pour les accessoires, travaux, etc...

Il a été trouvé le résultat global suivant :

COÛT usine 1000 t/j à MOANDA	M \$	%
Coût total du matériel rendu (équipement principal et accessoire)	182.356	63,8
Chantier	51.931	18,0
Frais de siège	10.000	3,5
Imprévu	41.649	14,7
Total :	285.395	100

.../...

Le volume de travail a été évalué à :

Siège : 250.000 h.

Chantier : 1.554.300 h.

14.- Coût comparatif des usines, évalué comme indiqué précédemment.

Capacité	1.000 t/j		660 t/j	
Site	MOANDA	BOMA	MOANDA	BOMA
Matériel	182.355	181.127	130.400	129.368
Chantier	51.391	47.636	39.761	36.836
Siège	10.000	10.000	9.000	9.000
Imprévu	41.649	40.424	30.629	29.963
Total :	285.395	279.187	209.790	205.167

Ce tableau montre que :

- le coût des usines de 1.000 t/j est le même à MOANDA et à BOMA, compte tenu de l'imprévision de l'évaluation
- le coût d'une usine de 660 t/j représente
73,3%
du coût d'une usine de 1.000 t/j

.../...

15.- Production de l'usine.

KELLOG a estimé que l'usine de 1.000 t/j peut produire :

346.500 t/an

Sur les mêmes bases l'usine de 660 t/j devrait produire :

224.400 t/an

16.- Effectif de l'usine

L'effectif de l'usine a été estimé, dans tous les cas à :

231 personnes

se répartissant comme suit :

. Par fonction :

	Jour	en poste	total
Direction	11	"	11
Administration	26	15	41
Engineering	11	"	11
Production	10	82	92
Entretien	39	27	76
Total :	97	124	231

. Par qualification :

Cadres	7	"	7
Maîtrise	12	"	12
Technic.super- viseurs	17	24	41
Ouvriers	45	92	137
Personnel non qualifié	10	14	24
Total :	91	130	231

sur lesquels 4 cadres, 2 agents de maîtrise et 2 techniciens seraient des expatriés.

.../...

Cet effectif est le même quel que soit le site. Il est légèrement réduit pour les usines de 660 t NH₃/j.

17.- Coûts opératoires (Unité 1.000 t/j)

Ceux-ci ont été estimés par KELLOG à :

- . Energie : appel de 443 MW en moyenne faisant ressortir (sur 340 j.) une consommation unitaire de 10.433 kWh/t NH₃
soit à 8\$/MWh.....29.344.000 \$/an
- . Combustibles (gaz ou huile Diesel)
pour torche :
380 MWh/an soit à 10,92 \$/MWh : 4.160 \$/an
- . Produits chimiques, pour adoucissement ou déminéralisation d'eau, traitement d'eau en circuit, etc.... 376.400 \$/an
- . Catalyseurs avec des durées de vie supputées de 4 ans pour l'épuration et 12 ans pour la synthèse..... 147.200 \$/an
- . Main d'oeuvre, d'après le tableau d'effectif précédent et les données fournies par ZOFI, au taux de 33Z pour 1 \$
1.957.000 \$
- . Maintenance : 3% du capital, soit :
8.562.000 \$
- . Assurance : 0,5 du capital soit :
1.427.000 \$

Soit au total :

41.817.400 \$

ou :

118,95 \$/t pour unité

1000 t/j à MOANDA

.../...

. Suivant les sites et les capacités ces
coûts deviennent arrondis en M. US \$

	<u>M O A N D A</u>		<u>B O M A</u>	
	1000 t/j	660 t/j	1000 t/j	660 t/j
Energie	29.314	19.367	29.344	19.367
Main d'oeuv.	1.957	1.835	1.957	1.835
Maintenance matériel	8.562	6.294	8.376	6.155
Prod.chimiq. et catalys.	376	248	512	338
Combustible	4	2	4	2
Assurance	1.427	1.050	1.396	1.022
Total	41.817	28.894	41.736	28.818
\$/t. NH3	118,95	128,89	118,72	126,56

De ces dépenses d'exploitation :
94% sont payables en \$
6% " " " Zaïres (essentiellement
la main d'oeuvre et quelques produits chimiques éven-
tuellement achetés au ZAIRE).

18.- Planning de construction.

Le délai de construction est de 30 mois.
Les travaux de construction commenceraient 10 mois après
commande.

.../...

-33-

Le délai total serait ainsi de 40 mois pour
étude et réalisation.

2.- Etude de marché.

21.- Division de l'étude.

L'étude dite "préliminaire" de marché comprend 3 parties :

- . Aperçu général sur l'offre et la demande
- . Les marchés potentiels pour l'unité EFI-AZIRE
- . Les prévisions des prix à l'exportation :
 - . méthode utilisée
 - . coût de transport
 - . estimation de prix Fob ZAIRE.

22.- Aperçu général sur l'offre et la demande :

En se basant sur un taux de croissance supputé de la consommation d'azote de 4% par an en moyenne (mais variant de 2,5% à 5% suivant les pays) et en partant de la consommation de 1984, estimée à :

69.317.000 t. d'azote/an

(qui provient pour sa presque totalité d'ammoniac de synthèse), on conclut à une consommation future qui sera :

en 1990 de 86.812.000 t. d'azote/an

en 1995 de 105.164.000 t. d'azote/an

A partir des projets connus d'usines d'ammoniac (usines en construction, en étude, en projet ferme, en projet potentiel) moyennant diverses hypothèses sur la probabilité de réalisation de ces projets et sur la probabilité d'arrêt d'usines plus anciennes, on définit 4 scénarios de développement de la capacité mondiale de production qui admettent que la production sera assurée de la manière suivante :

scénario A : usines existantes + usines en construction ou
en projet - usines arrêtées

scénario B : scénario A + usines en projet ferme

.../...

scénario C : scénario B + usines en projet potentiel
scénario D : scénario C, mais en excluant toute fermeture
d'usine ancienne

L'inventaire des usines en construction
ou projet donne le résultat suivant :

	Période 1984/1990	Période au delà de 1990
En construction ou étude	36	0
En projet ferme	24	11
En projet potentiel	11	12

En admettant des suppressions de capacité
par fermeture d'usine :

en 1990 de 14.600.000 t azote/an

en 1995 de 25.800.000 t azote/an

par rapport à 1984, il en est déduit que suivant les semaines la balance

Demande-capacité

devrait être, en milliers de t azote/an

Scénario	A	B	C	D
Période 1984-1990	40	43	48	35
Période 1990-1995	101	100	101	23

Il y a donc largement place pour EFI-
ZAIRE.

.../...

23.- Marchés potentiels pour l'unité du ZAIRE.-

En excluant le marché asiatique, EFI envisage, en se fondant sur des études extérieures antérieures, de desservir les marchés :

- . d'AFRIQUE, sur tous les pays riverains de l'Atlantique ou de l'Océan indien
- . d'EUROPE, essentiellement la FRANCE et l'ESPAGNE
- . d'AMERIQUE DU SUD, essentiellement le BRESIL

pour lesquels, par extrapolation de consommations 1985, déjà supputées par les études mentionnées ci-dessus, on espère qu'en 1995 ces marchés représenteront une demande, exprimée en milliers de t. d'azote/an :

AFRIQUE	de	510 à 725
EUROPE	de	1090 - 1215
AMERIQUE SUD	de	325

et on constate que l'unité de EFI-ZAIRE ne représentera que 20% de ce marché.

24.- Prévision des prix à l'exportation.-

24.1.- Méthode utilisée. Elle consiste, partant du prix de marché sur les lieux de consommation et du coût du transport à en déduire le prix fob possible de l'ammoniac ex ZAIRE.

Comme prix de marché, il est considéré essentiellement le prix fob US-Golf et comme coûts de transports les coûts actuels à partir du golfe du MEXIQUE.

24.2.- Coût de transport. D'après les coûts actuels, on suppute en se référant à d'autres études non précisées un accroissement des coûts de transport de 5,7% entre 1985

.../...

et 1990 suivi d'une stabilisation.

24.3.- Estimation des prix fob ZAIRE.-

A partir de prix fob Golfe compris dans la fourchette 211-265 \$ de 1982/t. d'ammoniac résultant également d'études extérieures (Pace) on déduit des considérations précédentes des prix fob ZAIRE pour 1990, variant avec les destinations et compris dans la fourchette :

194 à 284 \$ 1982/t. d'ammoniac
avec des moyennes (non pondérées)

- dans le cas favorable, de 267 \$ 82/t. d'ammoniac
- dans le cas défavorable de 213 \$ 82/t. d'ammoniac

Au delà de 1990, on se réfère à l'étude PACE qui prévoirait un accroissement réel du prix de l'ammoniac de 1,3% par an au-dessus de l'inflation.

On reconnaît toutefois que le prix réel en 1984 (de 170 à 180 \$ 1984/ t. d'ammoniac ex US-Gulf), est inférieur à ces prévisions et on a adopté la valeur de :

213 \$/t. d'ammoniac
exprimé en \$ 1984 pour la première année d'exploitation.

On a ensuite admis, par le jeu de l'inflation, que ce prix en \$ courant augmentait de 6% par an.

3. Etude ECONOMIQUE.-

31.- Division de l'étude.-

L'étude économique (25 pages) comprend 7 parties :

- . Production annuelle d'ammoniac
- . Fond de roulement
- . Prix de revient de l'ammoniac :
 - . Coût de l'électricité
 - . Coût d'exploitation
 - . Coût lié à l'investissement
 - . Crédit provenant des sous-produits
- . Equation générale des prix de revient
- . Etude de sensibilité
 - . Prix de l'électricité
 - . Coût d'exploitation
 - . Prix de la vapeur
 - . Montant des investissements
 - . Capacité de production annuelle
 - . Récapitulation
- . Ammoniac à partir de gaz naturel
- . Actualisation du cash flow
 - . Cas de base
 - . Variantes

32.- Production annuelle d'ammoniac.-

Reprenant les données de l'étude technique, il a été supposé que, hormis les 2 premières années, l'unité travaillerait 340 j. par an à sa capacité maximum et produirait donc :

346.500 t. d'ammoniac/an

33. Fond de roulement.-

Celui-ci a été admis égal au coût total de production durant 3 mois de marche à pleine capacité !

.../...

34.- Prix de revient de l'ammoniac.-

34.1.- Coût de l'électricité : Il a été admis la valeur donnée dans le rapport technique, soit :

10,4 MWh/t. d'ammoniac

34.2.- Coût d'exploitation : il a été admis les valeurs données dans l'étude technique, concernant les coûts de :

- . Main d'oeuvre
- . Entretien, estimé à 3% de l'investissement
- . Produits chimiques et catalyseurs
- . Combustible
- . Assurance

34.3.- Coût lié à l'investissement.-

L'étude exprime le coût lié à l'investissement en fonction du taux de rentabilité simple du projet (T.R.S.) auquel il est lié par la formule :

$$\text{Coût lié à l'investissement} = \frac{\text{investissement} \times \text{TRS}}{\text{production annuelle}}$$

et déduit du montant de l'investissement et de la production annuelle la valeur du coefficient multiplicateur de TRS.

Ce coefficient multiplicateur dépend évidemment :

- . de l'investissement
- . de la production annuelle.

34.-4.- Crédits provenant des sous-produits.-

Ces sous-produits sont :

- . l'oxygène, dont un produit de l'ordre de 50.000 Nm³ par heure, mais dont la commercialisation paraît peu vraisemblable
- . la vapeur saturée à environ 12 atmosphères, dont la commercialisation peut s'envisager, bien que difficile

Sur le site de MOANDA, la proximité de la raffinerie peut être un élément favorable.

Les calculs de rentabilité ont néanmoins été effectués en admettant que la vapeur n'est pas commercialisée.

35.- Equation générale du prix de revient.

On déduit des éléments ci-dessus une équation donnant le prix de revient de l'ammoniac, en fonction :

- . du prix de l'électricité
- . du prix de vente de la vapeur
- . du TRS supputé.

Exprimé en \$ 1984, ce prix de revient s'exprime par les relations suivantes, pour les divers cas :

MOANDA-1.000 : $10,4 E + 38 - 2 V + 870 \text{ TRS}$
BOMA-1.000 : $10,4 E + 37 - 2 V + 850 \text{ TRS}$
MOANDA-660 : $10,4 E + 44 - 2 V + 980 \text{ TRS}$
BOMA-660 : $10,4 E + 43 - 2 V + 960 \text{ TRS}$

en désignant par :

E le prix du kWh exprimé en mils/kWh

V le prix de la vapeur exprimé en \$/Gigajoules

TRS : le TRS exprimé en %

En admettant une durée de vie de 20 ans et en supposant des cash flow annuels constants, on a entre TRS et TRI les corrélations suivantes, en fonction du temps nécessaire à la réalisation du projet.

Nombre d'années nécessaires pour réalisation du projet	Valeur du TRI pour des TRS de :			
	5%	10%	15%	20%
2	0	7,3	12,8	17,7
3	0	6,9	11,9	16,2
4	0	6,5	11,2	15,0

.../...

36.- Etude de sensibilité.-

A partir du cas de base MOANDA-1000 t/j on a étudié la sensibilité du prix de revient à divers facteurs et trouvé que, sur la base de l'estimation faite :

- . une variation du prix de l'électricité de 1 mil/kWh entraîne une variation du prix de revient de l'ammoniac de :

10,4\$ 84/t. NH₃

- . les variations de l'ensemble des coûts opératoires autres que l'énergie, qui représentent moins de 20% du prix de revient n'ont qu'une influence négligeable
- . le crédit vapeur est équivalent à 1 mil/kWh et représente donc :

10,4 \$ 84/t NH₃

- . une variation de 10% sur le coût de l'investissement se traduit par une variation de l'ordre de :

14 \$ 84/t NH₃

- . une réduction de production annuelle de 10.000 t entraîne une augmentation du prix de revient de :

4,4 \$ 84/t NH₃

37.- Comparaison avec l'ammoniac ex gaz naturel.

Du fait que la majorité de l'ammoniac est faite à partir de gaz naturel, il a été effectué une étude comparative des 2 procédés.

Les données sur lesquelles est basée l'étude du procédé ex-gaz sont également des calculs d'engineering, basés sur les performances des unités actuelles.

On calcule, comme pour le procédé par électrolyse, l'équation donnant le prix de revient de l'ammoniac en fonction du prix du gaz naturel et du TRS.

.../...

De la comparaison des équations, on déduit la relation liant le prix du gaz et le prix de l'électricité pour chaque valeur de TRS choisi, qui sont :

$$\text{Pour TRS} = 10\% : G = 0,325 E + 1,46$$

$$\text{Pour TRS} = 15\% : G = 0,325 E + 2,07$$

$$\text{Pour TRS} = 20\% : G = 0,325 E + 2,83$$

avec E = Prix de l'électricité en mil/kWh

G = prix du gaz en \$/million de BTU

On a tracé un nomogramme permettant de déterminer cette équivalence.

La conclusion essentielle est :

- . Tant que le prix du gaz naturel est voisin de 3 \$/million BTU, le procédé par électrolyse n'est pas compétitif
- . Le procédé par électrolyse peut devenir compétitif lorsque le gaz dépassera 4 \$/million de BTU si le prix de l'électricité est compris entre 4 et 7 mils/kWh (valeur 84).

Il est noté que le prix du gaz devrait atteindre 4,5 à 5 \$/million BTU vers la fin des années 90 et qu'à cette époque, la situation serait alors favorable à l'électrolyse.

38.- Actualisation des cash flow.-

Pour effectuer l'étude de rentabilité il est nécessaire de calculer le taux de rentabilité interne (TRI) et donc le cash-flow dans chaque cas.

C'est dans ce but qu'on a défini le cas de base déjà mentionné qui est :

. Unité 1.000 t/j à MOANDA

. Investissement global (fond de roulement inclus)

302 millions de \$ 84

.../...

- . Période de réalisation du projet : 4 ans
- . Période d'exploitation : 20 ans, de 1990 à 2009
- . Production de l'usine :
 - . 1ère année : 260.000 t NH3
 - . 2ème année : 312.000 t NH3
 - . au-delà : 346.500 t NH3/an
- . Coût d'exploitation égal à 13,07 millions de \$ 84 augmentant, en terme réel de 1% au delà de l'inflation
- . Vapeur non commercialisée
- . Prix de l'ammoniac en 1990 : 302 \$ courant/t NH3
- . Taux d'inflation général, affectant les recettes (vente NH3) et les dépenses d'exploitation (hormis l'électricité)

6%

Avec le planning de débours de l'investissement choisi, on trouve :

TRI = 17,3%

Valeur actualisée nette à 13% : 135 millions \$ 86

On a en outre évalué l'impact sur le TRI de la variation des divers paramètres d'environ 10% autour des valeurs choisies. Les résultats sont :

.../...

Effet sur Variation de	T R I	
	Différence	TRI
Taux inflation : 5% par an	- 1,6	15,7
7% "	+ 1,6	18,9
Investissement - 10%	+ 1,4	18,7
+ 10%	- 1,2	16,1
+ 20%	- 2,2	15,1
Prix NH3 + 10% (332 \$/T en 1990)	+ 2,1	19,4
302 \$/T en 1990 avec accroissement 7% par an	+ 1,4	18,7
Prix vapeur 7,09 \$/Gigajoule en 1990	+ 1,0	18,3
Prix de l'électricité :		
+ 1 mil/kWh	- 0,5	TRI =16,8
- 1 mil/kWh	+ 0,6	TRI =17,9
(par rapport à tarif ZOFI)		

.../...

4.- COMPARAISON DES SITES.-

Dans ce chapitre on compare les 4 variantes :

	MOANDA	BOMA
Capacités	1.000	1.000
t/NH3/j	660	660

et on en conclut :

. Capacité : une usine de 660 t/j conduit, comparativement à une usine de 1.000 t/j à un prix de revient supérieur d'environ 19 \$/t NH3 et n'a donc pas d'intérêt économique.

. Site : L'implantation à BOMA, par une réduction de prix de l'électricité (et accessoirement de l'investissement et des autres coûts d'exploitation conduit à un TRI légèrement supérieur :

BOMA : 18,1

MOANDA : 17,3

Le choix entre BOMA et MOANDA doit en outre tenir compte des conditions techniques dont il résulte que :

- . si les infrastructures nécessaires au développement du complexe de MOANDA-BANANA peuvent être réalisées au cours de la décennie, MOANDA est sans conteste, le site de choix.
- . au cas contraire, le site de BOMA pourrait s'envisager, sous réserve toutefois de la possibilité d'accès de bateaux de 15.000 t. de port.

.../....

5.- Analyse financière.-

51.- Division de l'étude

La partie de l'étude dite "analyse financière" comprend 6 parties :

- . Structure financière du projet
- . Conformité avec la procédure ZOFI
- . Analyse financière du cas de base
- . Tarification de l'électricité
- . Régime fiscal
- . Conclusion générale

Cette étude est effectuée sur le cas de base MOANDA-1.000 t/j et a pour but de présenter la structure financière prévue, de déterminer la rentabilité du capital propre et d'évaluer l'impact de la tarification de l'électricité ainsi que des impôts.

52.- Structure financière.

Le montant total des investissements, y compris le fond de roulement et les frais de démarrage sur la base d'un taux régulier d'inflation de 6% a été évalué à :

377,3 millions \$ courant

et sera fourni comme suit :

- . fonds propres 94,3 millions de \$
 - sur lesquels : EFI : 47,2 millions \$
 - Agences internationales : 23,6 millions \$
 - Capitaux zaïrois : 23,5 millions \$
 - (privés et d'Etat)
- . subventions remboursables en 5 ans à partir de 1997 :

42,4 millions \$
- . Crédits fournisseurs à 10%, remboursables en 10 ans à partir de 1992 :

120 millions \$

.../...

- . Crédits bancaires à long terme à 13% remboursables en 5 ans à partir de 1992 :

88 millions \$

- . Crédits à court terme :

couverture des frais pendant la construction.

L'appel des fonds se ferait suivant l'échéancier ci-après (en millions \$)

	86	87	88	89	Total
Fonds propres	32,7	61,6	-	-	94,3
Subventions	-	42,4	-	-	42,4
Crédit fournisseurs	-	-	128,6	24,3	152,9
Crédit à long terme	-	-	-	87,7	87,7
Total :	32,7	104	128,6	12	377,3

53.- Conformité avec les procédures ZOFI (ordonnance-loi 81-010)

- . Article 8 - Alinéa 3 :

Fonds provenant de l'extérieur : 93,8%
donc supérieur à 80%

- . Article 8, Alinéa 4 :

Rapport des emprunts à l'investissement total
(subvention exclue) :

- . sous court terme relai : 64%

- . avec court terme relai : 71,7%

donc voisin des 70% max. imposé.

- . Article 8 - Alinéa 5

Seuls emprunts totalement remboursables
les 5 premières années

- . emprunts court terme : 7,9% de l'investissement

.../...

Totalité des remboursements dans les 5 premières années :

34% de l'investissement
donc voisin des 30% imposés

54.- Analyse financière du cas de base :

Le cas de base, défini par les hypothèses données dans l'étude économique dont les plus importantes sont :

- . Usine 1000 t/j à MOANDA
- . Taux inflation 6%
- . Prix initial NH3 : 302 \$/t
- . Prix électricité = barème ZOFI
- . Pas de crédit vapeur

a été étudié en incorporant dans l'analyse les données financières ci-après :

- . amortissement linéaire en 15 ans
- . impôts d'après l'ordonnance-loi 81.010

On a trouvé les résultats suivants :

Taux de rentabilité interne (TRI) =	17,3%
Taux de rentabilité du capital (TRIC) =	20,3%

Ce niveau est jugé insuffisant pour déclancher l'intérêt des investisseurs.

55.- Tarifification de l'électricité.-

On peut accroître la rentabilité de l'opération en jouant sur la tarifification de l'énergie électrique, de manière à :

- . alléger la charge d'électricité durant les premières années d'exploitation qui supportent le remboursement des emprunts
- . reporter le manque à gagner pour ZOFI sur les années suivantes.

.../...

Ainsi, si l'on payait l'électricité 6,2 mils/kWh de 1990 à 1995 et 10,66 mils/kWh à partir de 1996, le TRIC s'élèverait à 21,3%.

Il est également proposé d'indexer le prix de l'électricité sur le prix de vente de l'ammoniac, ce qui assurerait l'usine contre une erreur d'estimation sur l'évolution des prix de l'ammoniac.

56.- Régime fiscal.-

La sensibilité de la rentabilité du projet au taux d'imposition a été étudiée dans le cas de la contribution professionnelle sur 2 exemples type qui ont montré que son niveau peut avoir un impact de 2 points sur le TRIC.

Il est également effectué des études de sensibilité à divers facteurs (taux d'inflation, prix NH₃, montant des investissements) qui montrent qu'ils sont susceptibles d'avoir sur le TRIC un impact variant de - 3,7 à + 3,5 point, celui-ci variant ainsi entre 16,6 et 23,8%.

57.- Conclusion générale.-

On en conclut que le projet semble intéressant et doit pouvoir conduire à un TRIC de l'ordre de 25% moyennant divers aménagements :

- Tarifaires
- fiscaux
- autres

et que le choix du site sera surtout fonction des possibilités techniques.

58.- Tableaux de flux financiers.

Sont donnés en annexe les tableaux de flux financiers annuels dans divers cas :

- Cas de base
- Cas avec inflation soit de 5%, soit de 7%

- Cas avec montant des investissements plus élevé ou moins élevé de 10%
- Prix de l'ammoniac majoré de 10% et croissant de 7% par an
- Modification
 - . de la tarification électrique
 - . du régime fiscal
- Cas d'implantation à BOMA

et on calcule pour chaque cas un taux de rentabilité net (différent du TRI, car tenant compte des taxes et intérêts) annuels :

- . du capital
- . de l'investissement global.

Les résultats essentiels sont :

- . Dans le cas de base, les rentabilités de l'investissement et du capital sensiblement nulles durant les 10 premières années, croissent ensuite jusqu'à atteindre respectivement en fin de vie du projet 13 et 20%
- . Les rentabilités finales s'abaissent (en chiffre rond) vers respectivement : 14-15% et 22-23%
 - . si le taux d'inflation atteint 7%
 - . si le montant de l'investissement est inférieur d'au moins 10%
 - . si toute la vapeur est commercialisée
 - . Dans l'éventualité où l'énergie électrique serait fournie au tarif réduit indiqué précédemment dans les premières années de vie du projet
 - . Dans le cas où il n'y aurait pas de contribution professionnelle
 - . Dans le cas où le prix de l'ammoniac augmenterait chaque année avec un taux d'accroissement supérieur de 1 point au taux de l'inflation.

IV.- COMMENTAIRES SUR L'ETUDE DE FAISABILITE.

1.- Etude technique.-

11.- Définition des unités de production.

Il n'y a guère d'observations à faire, en ce qui concerne :

- le procédé, dont les éléments sont connus et ont été utilisés ou sont utilisés dans diverses usines
- l'équipement et la qualité du matériel.

Tout au plus un exploitant serait-il intéressé à quelques améliorations de détail destinées à accroître :

- la sécurité (compresseur et stockage d'azote de sécurité)
- la fiabilité (réserve plus importante de pompes)
- la régularité de marche (fractionnement de la compression de l'hydrogène en 2 machines de capacité 60% de nominal)

L'ensemble est de technique moderne.

12.- Coût de l'usine.

. L'évaluation du coût, incluse dans l'étude technique, ne concerne, comme indiqué, que le matériel d'exploitation avec certaines exclusions nominatives.

. Cette évaluation a été faite à partir du coût des équipements principaux, donnés par des fournisseurs à l'occasion de l'étude ou lors d'achat récent de matériel similaire. On en a déduit par l'utilisation de coefficients appropriés :

. le coût rendu sur le site, de ce matériel et de l'équipement annexe qui lui est nécessaire :

.../...

structures métalliques, tuyauteries, régulation, équipement électrique

. Ce coût se décompose (Cas de base : MOANDA-1000) en :

- . Equipement principal : 58,6%
- . Equipement annexe : 41,4%

(Environ le quart de l'équipement annexe étant constitué, d'ailleurs, du poste électrique haute tension).

. Le coût total du matériel monté, par analogie avec des chantiers déjà réalisés.

Ce coût total se décompose (cas de base : MOANDA-1000) en :

- . matériel rendu 63,8%
(équipement principal et équipement annexe)
- . chantier 18%
- . Frais au siège 3,5%
- . Imprévus 14,6%

. Il semble que :

. la méthode adoptée (qui ne tient peut-être pas suffisamment compte du fait que, comparativement à une usine d'ammoniac classique, les 2 ensembles d'Electrolyse et de fractionnement exigent moins de travail de chantier que les ensembles de reforming et lavage ?)

. la marge importante d'imprévu, conduisent à une estimation très conservatrice.

Ceci est essentiellement vrai pour les ensembles d'électrolyse et fractionnement vrai pour lesquels, la répartition des coûts de chantier, siège, imprévu, au prorata du coût du matériel rendu, fait apparaître

.../...

les coûts unitaires d'investissement suivants :

- . Electrolyse : 440 à 475 \$ /MWh
suivant qu'on le rapporte à la capacité nominale
ou à la consommation admise
ou :
2.165 \$/Nm³/H₂ par heure

- . Fractionnement d'air :
280 \$/Nm³ N₂ par heure

le coût des unités d'ammoniac, de stockage, d'utilités paraissant par contre tout à fait dans la norme des coûts actuels d'unités similaires de même capacité.

13.- Comparaisons entre les variantes.-

Etant donné la plage d'incertitude sur l'estimation, on peut considérer que les usines exigent le même investissement en moyens de production sur les 2 sites.

14.- Evaluation de la production.-

L'évaluation de la production effectuée par l'engineering qui a étudié l'usine a été faite en admettant que l'usine produisait à pleine capacité durant 340 j. par an, en raison d'un arrêt annuel de 15 j/an et d'une perte de production pour incident équivalente à 10 j/an d'arrêt.

C'est une estimation technique qui correspond aux possibilités d'une usine neuve bien conduite, mais qui représente une excellente performance qu'il est difficile de prendre en considération pour une étude de faisabilité portant sur une période de 20 ans et une usine située dans un pays éloigné de l'environnement industriel occidental.

Rapportée à la production maximale possible, en supposant l'usine produire à sa capacité maximum durant 365 jours, la production moyenne sur une longue période (déduction faite des réductions d'allure de longue durée (pour raison commerciale) fait apparaître les "coefficients d'utilisation" moyens ci-après :

.../...

- Etats-Unis, Canada.....	88-92%
- Europe.....	84-86%
- Pays non industrialisés.....	60-75%

Le coefficient de 93% admis ne paraît donc pas réaliste pour tenir compte :

- des possibilités d'incidents sur une longue période
- des difficultés d'entretien ou approvisionnement de matériels à grande distance des fournisseurs
- des aléas d'exploitation (déclanchements électriques, retards de bateau, ...)

Il semble qu'un coefficient d'utilisation moyen de :

85%

se rapprocherait davantage de la réalité, bien qu'encore optimiste.

Celui-ci conduit à estimer la production annuelle à :

315.000 t NH₃/an

15.- Effectifs.-

Ceux-ci sont relativement élevés.

La proportion d'expatriés est par contre faible et sera vraisemblablement plus élevée durant les premières années.

L'incidence sur la rentabilité est très faible.

16.- Dépense énergétique.-

Il a été admis que la dépense énergétique unitaire serait de :

10.400 kWh/t NH₃

dont :

.../...

- pour l'électrolyse..... 9.361 kWh/t NH3
- pour la synthèse..... 992 "
- pour les utilités..... 47 "

Ces valeurs sont vraisemblablement celles de l'usine travaillant à pleine capacité et ne tiennent pas compte de la surconsommation qui peut résulter des :

- arrêts et remises en route
- des incidents qui conduisent :
 - à des marches temporaires à allure réduite
 - à un accroissement des consommations unitaires

Il est donc vraisemblable que la consommation énergétique réelle moyenne, sur une longue période, sera légèrement supérieure, et une valeur de l'ordre de :

10.900 - 11.000 kWh/t NH3

plus vraisemblable.

17.- Autres coûts opératoires.-

Leur incidence sur la rentabilité est négligeable. Ils n'attirent pas d'observation particulière.

18.- Durée de construction.-

La durée indiquée est admissible. Il a d'ailleurs été pris une marge raisonnable pour l'étude de faisabilité pour laquelle il a été admis que la durée de la construction serait de 4 ans.

.../...

2.- ETUDE DE MARCHE.-

21.- Aperçu général sur l'offre et la demande.-

D'autres analyses peuvent être effectuées, mais il est indiscutable que de nouvelles unités d'ammoniac de 1.000 t/j se réaliseront au cours de la future décennie.

L'unité du ZAIRE peut donc être l'une d'entre elles et sa réalisation ne doit pas apporter de perturbation de trop longue durée du marché mondial de l'ammoniac.

22.- Marchés potentiels.-

L'étude des marchés potentiels est extrêmement sommaire et se borne en fait à comparer la production potentielle de l'usine du ZAIRE à des consommations futures supputées dont certaines paraissent optimistes.

Il serait néanmoins nécessaire d'effectuer une étude détaillée du marché africain (façade atlantique et façade océan indien) qui devrait être le débouché le plus intéressant pour l'unité du ZAIRE, en évaluant pays par pays :

- les consommations passées et actuelles
- les besoins actuels et futurs, compte tenu des plans éventuels de développement agricole
- les clients, les fournisseurs, les marchés captifs
- les projets d'usine, en tenant compte du fait que ces dernières années de nombreuses sources de gaz ont été découvertes (gaz naturel ou gaz associés) dans plusieurs pays africains et qu'au moins 1 usine de 1.000 t/j est en commande (Port Harcourt, NIGERIA).

et en estimant les possibilités de pénétration sur ce marché en fonction de son développement et du développement de la concurrence.

.../...

Du fait que le marché africain n'absorbera très vraisemblablement pas la totalité de la production de l'usine durant plusieurs années, il serait également nécessaire d'effectuer une étude plus poussée des possibilités de marchés plus lointains en établissant plusieurs scénarios qui tiennent compte du coût élevé du transport à longue distance.

A défaut d'étude précise, on peut se demander si les problèmes commerciaux n'exigeront pas un délai supérieur à 2 ans pour que l'usine puisse atteindre sa pleine capacité de fonctionnement annuel.

L'association au projet d'un producteur qui apporterait une part de marché, serait un élément plus favorable.

23.- Prix de l'ammoniac.-

L'hypothèse formulée concernant l'évolution du prix de l'ammoniac est difficile à apprécier.

Le marché de l'ammoniac est en effet caractérisé par d'importantes fluctuations du prix fob qui résultent de la combinaison :

- de la loi du marché, qui tient compte de la fluctuation de la demande avec l'évolution des marchés agricoles et de la situation économique et de la fluctuation de l'offre en fonction des aléas techniques, des mises en route d'unités, etc...
- de l'évolution du prix de l'énergie
- des progrès technologiques
- du fait que le marché de l'ammoniac ne représente que 10% environ de la production mondiale
- du fait que pèsent sur ce marché les producteurs qui peuvent vendre à des prix marginaux, et notam-

.../...

ment ceux qui utilisent un gaz fatal (gaz associé)
et ont une marge de manoeuvre importante.

Il est vraisemblable que la croissance régulière continue est une hypothèse moyenne, mais qu'il serait bon d'étudier la rentabilité avec diverses hypothèses correspondant aux cas suivants :

- conjoncture de prix favorable pendant les premières années de marche de l'usine
- conjoncture de prix défavorable pendant les premières années de marche de l'usine

pendant la période où les facteurs d'actualisation élevés ont une importante incidence sur le TRI.

.../...

3.- ETUDE ECONOMIQUE.-

31.- Production annuelle d'ammoniac.-

Comme indiqué, nous considérons comme beaucoup plus vraisemblable une production de :

315.000 t NH₃/an

32.- Investissement.-

On a admis pour valeur de l'investissement la valeur calculée dans l'étude technique de l'usine à laquelle on a ajouté :

- une somme égale à 2% de l'investissement pour les frais de mise en route
- le fond de roulement, estimé à 3 mois de coûts de production.

(Cette valeur paraît d'ailleurs faible, compte tenu des délais de transport maritime et du délai de réception et paiement qui conduiront à avoir plus de 3 mois d'ammoniac fabriqué, mais non payé).

Il n'a pas été pris en compte le coût de tout ce qui n'a pas été chiffré par l'engineering, ni divers coûts qui ne semblent pas, non plus, avoir été inclus dans les estimations d'infrastructure ZOFI, tel que, par exemple :

- les logements du personnel expatrié
- la mise à disposition de l'engineering des moyens portuaires de déchargement (?).

Néanmoins, compte tenu de l'aspect conservatif de l'évaluation de l'usine et de la marge très élevée d'imprévu adoptée, on peut accepter le montant admis pour l'étude comme une bonne approximation du coût global de

.../...

l'opération, soit, dans le cas MOANDA-1.000 :

291 millions \$ 1984

33.- Coûts opératoires.-

Une consommation unitaire d'énergie électrique légèrement supérieure paraît vraisemblable.

34.- Comparaison avec l'ammoniac ex gaz naturel.-

- . La comparaison est effectuée en exprimant les coûts liés à l'investissement en fonction du TRS. Elle tient compte du fait qu'à TRS égal, les TRI sont différents du fait que la durée de construction d'une usine ex-gaz, moins chère, est plus réduite.
- . La portée de la comparaison est limitée du fait que le marché de l'ammoniac est alimenté pour une grande partie par des producteurs qui disposent :
 - soit de gaz naturel à bon marché (Moyen-Orient)
 - soit de gaz fatal (gaz associé au pétrole) qui est brûlé (à valeur négative) s'il n'est pas utilisé.

35.- Taux de rentabilité interne.-

35.1.- Nous donnons ci-joint en annexe (Tableau 1) le tableau d'évaluation du cash flow établi sur un document provisoire, et dont le document définitif du rapport ne diffère que de manière non significative (étalement sur 2 ans des remboursements des emprunts à court terme pour supprimer le cash flow négatif de la première année) et relatif au cas de base de l'étude.

Le TRI trouvé est très légèrement supérieur à :

17%

.../...

compte tenu du fait que ces bilans financiers sont établis en tenant compte d'un taux d'inflation de :

6% par an,

le TRI net est donc :

$$\frac{1,172}{1,06} - 1 \text{ soit } \boxed{\text{TRI} = 10,6\%}$$

hors inflation.

. Ce tri correspond à un cas particulier qui repose sur des hypothèses dont certaines sont :

- irréaliste (capacité de production)
- ou
- aléatoires (variation du prix de l'ammoniac).

35.2.- Pour juger de l'influence de facteurs susceptibles de varier de façon importante en des sens variés, nous avons calculé le TRI que l'on obtiendrait dans des cas assez différents.

Pour l'étude de ces cas, on a fait l'évaluation sans prendre en compte l'inflation, en conservant les mêmes proportions de fonds propres et des divers emprunts, avec les mêmes taux d'intérêt et avec une cadence de récupération ou remboursement analogues aux données du cas de base de l'étude EFI ainsi qu'avec les mêmes prix unitaires du kWh.

On a trouvé les résultats ci-après :

Cas 1 :

Hypothèses : mêmes données que l'étude EFI, sauf :

- . prix de vente de l'ammoniac constant à 230 \$ 84/t NH₃

Tableau : Tableau II

Résultat :

TRI = 15%

Délai de récupération : 8 ans

Cas 2 :

Hypothèses : Investissement : 260 MM \$ 84 + fond
roulement = 22 MM

Coefficient utilisation : Année 1 : 60%

Année 2 : 70%

au-delà : 85%,

soit production : 315.000
t. NH3/an

Consommation d'énergie : 11.200 kWh/t

Prix de vente NH3 : (les 2 premières années 180 \$/t
)
(ultérieurement : 200 \$/t

Dans ce cas les fonds propres sont de 65 MM US \$
la subvention remboursable est de 39 MM \$ et les emprunts
destinés à financer investissement et fond de roulement de :
178 MM \$.

Tableau : Tableau III

Résultat : le cash flow est toujours négatif.

Cas 3 :

Hypothèses : les mêmes que dans l'étude EFI sauf :

Production NH3 : 1990.....230.000 t

1991..... 292.000 t

ultérieurement 310.000 t/an

Prix de NH3 : 213 \$ 84/j et croissance de 4% par an

Tableau : Tableau IV

Résultat : TRI = 9,3%

35.3.- On voit donc que la rentabilité de la fabri-
cation d'ammoniac ex-hydrogène électrolytique peut, dans
certaines hypothèses, n'être pas évidente.

C'est ce qui est apparu à EFI qui reconnaît
que les résultats auxquels aboutit l'étude donne un "niveau
de rentabilité qui n'est pas suffisant pour déclencher l'in-
térêt des investisseurs."

.../...

Aussi, EFI demande-t-il :

- en vue d'améliorer la rentabilité, une modification de la tarification électrique avec réduction du prix de l'électricité les premières années, en compensant ultérieurement le manque à gagner, à partir de la 6ème ou 7ème année, par un accroissement correspondant de ce prix pendant 10 à 12 ans
- une diminution ou même une exonération quasi-totale des impôts
- enfin, en vue de se couvrir contre les aléas de la conjoncture, l'indexation du prix de l'électricité sur le prix de l'ammoniac
(cette dernière possibilité a d'ailleurs été mentionnée par l'expert ONUDI lors de l'étude de 1981).

Il est regrettable que l'étude de faisabilité n'ait pas pris en compte un grand nombre de cas et se soit limitée à un seul.

Il semble donc qu'il serait judicieux, pour fixer définitivement le coût de l'énergie électrique, ou le montant des impôts, d'effectuer des simulations plus complètes qui permettent de définir les niveaux souhaitables auxquels on doit les arrêter.

V.- INTERET D'UNE FABRICATION D'AMMONIAC
EX HYDROGENE ELECTROLYTIQUE.-

1.- Sites.

Pour l'établissement de l'étude de faisabilité E.F.I., 2 sites ont été envisagés : BOMA et MOANDA-BANANA.

Site de BOMA : BOMA est un port existant, aménagé, situé à environ 60 km de l'embouchure du ZAIRE.

Il existe des terrains pour implanter une usine et le seul travail important d'infrastructure est la ligne d'aménée d'énergie électrique. Le chargement peut se faire au port.

Malheureusement :

- . BOMA n'est pas accessible de nuit
- . La profondeur de la fosse d'accès est faible et ne permettrait :
 - sans travaux de dragage, que le passage de navires capables de porter 8.000 t/NH₃
 - avec dragage permanent pour maintenir la profondeur de l'accès à environ 9-10 m, le passage de navires capables de porter au maximum 15.000 t. NH₃.

Il paraît illusoire d'intéresser un producteur d'ammoniac à ce site, inadapté à une usine de grande capacité (surtout à l'horizon de l'an 2000).

Ce site avait été retenu en 1981, lors d'une étude antérieure, mais pour une usine de capacité 300 t/j NH₃, seulement, pour laquelle une expédition par bateaux de 8.000 t NH₃ était encore, à l'époque, envisageable. Réalisée dans des délais courts, elle aurait pu se créer un marché "semi-protégé" en desservant les ports en eau peu profonde du golfe

.../...

de GUINEE inaccessibles aux navires de fort tirant d'eau avec des coûts de transport inférieurs aux producteurs européens.

L'apparition de nouvelles usines de grande capacité sur gaz.

2.- Faisabilité d'ammoniac ex hydrogène électrolytique.

21.- Il existe quelques usines fabriquant de l'ammoniac ex-hydrogène électrolytique.

Si l'on exclut une usine très ancienne complètement amortie avant que le gaz n'affirme sa primauté (et arrêtée depuis) et une usine dont on espérait un produit "stratégique" (eau lourde), toutes les autres bénéficient d'un marché très protégé, sinon même pratiquement isolé de l'extérieur (Exemples : CUZCO, QUE-QUE, ...).

En ces cas, dans des régions inaccessibles, aux engrais venant de l'extérieur, sinon au prix d'un coût d'acheminement très élevé, c'est le prix de vente qui s'ajuste sur le prix de revient et assure la rentabilité.

22.- Une usine implantée dans la zone franche d'INGA ne bénéficiera d'aucun marché protégé.

Si cela pouvait encore se concevoir il y a quelques années pour une usine de faible capacité qui aurait supplanté sur la côte du golfe de GUINEE, l'ammoniac importé d'EUROPE ou du MOYEN-ORIENT, il semble que, de nos jours, on ne puisse pas imaginer la moindre protection de marché, surtout pour une unité de 1.000 t/j NH₃.

L'ammoniac produit par cette usine sera en compétition sur le marché international avec l'ammoniac produit essentiellement ex-gaz dans les régions riches en gaz.

Il est illusoire d'espérer écouler cet ammoniac en totalité, et même en majeure partie, sur le marché africain.

Celui-ci en effet ne se développe encore que faiblement. De plus, d'importantes sources de gaz ont été trou-

.../...

vées dans de nombreux pays (NIGERIA, CAMEROUN, CONGO, ANGOLA) et, ce gaz servira certainement à fabriquer de l'ammoniac dans des unités de capacités peut-être supérieures, mais dont le coût d'investissement et le délai ne sont que la moitié de ce qu'exige une unité d'ammoniac ex-hydrogène électrolytique.

Une telle usine est déjà commandée (ONNES, près Port-Harcour NIGERIA).

23.- L'étude de faisabilité EFI a été effectuée sur un cas particulier, avec des hypothèses qui sont :

- certaines, un peu pessimistes (investissement)
- les autres, d'un optimisme peu réaliste :

- . production

- . consommation énergétique

et fait apparaître un TRI (hors inflation) à peine supérieur à :

10%.

L'élément essentiel dont dépend la rentabilité d'une fabrication d'ammoniac est évidemment le prix de vente fob de l'ammoniac produit.

Si l'on néglige néanmoins le fait que le ZAIRE ne sera pas nécessairement le mieux placé du point de vue coût de transport vers les gros marchés consommateurs, il est certain que son prix s'alignera sur le prix du marché international.

Le prix de ce marché est fixé par les producteurs qui fabriquent l'ammoniac à partir de gaz, qui, à ce jour, alimentent quasi-totalement ce marché.

Si l'on se réfère aux équations établies par EFI, qui donnent les prix de revient de l'ammoniac ex-gaz et ex-hydrogène électrolytique et qui donnent une approximation satisfaisante bien que leurs bases d'établissement puissent être discutées :

.../...

NH3 ex-gaz : 32 G + 35 + 480 TRS

NH3 ex-hydrogène

électrolytique 10,4 E + 38 + 870 TRS

avec : G = prix du gaz en \$/million BTU

E = prix de l'électricité en \$/MWh

TRS = taux de rentabilité simple

on peut calculer :

- d'une part qu'au prix de 180 \$/t NH3 (cours de mi-84) il serait nécessaire pour avoir un TRS de 15%, que le prix de l'électricité soit de :

$$4,85 \text{ \$ MWh}$$

ce qui signifie que, au cours actuel, le prix de l'énergie électrique serait trop élevé pour assurer la rentabilité d'une usine ex-hydrogène électrolytique.

(On notera qu'à la suite de l'étude effectuée en 1981 l'expert ONUDI avait conclu à la possibilité d'obtenir un TRI de 13,7%, avec de l'ammoniac à 200 \$/t, mais avec un prix d'électricité de 4 \$/MWh seulement)

- d'autre part, que, pour un même taux de rentabilité simple TRS = 15%, à un prix d'électricité nul

$$E = 0$$

correspond à un prix de gaz :

$$G = 1,9 \text{ \$/million BTU}$$

Ce prix est supérieur aux prix actuellement pratiqués dans certaines régions, notamment pour la cession des gaz associés (qui ont une valeur négative d'ailleurs pour les producteurs de pétrole et dont la majorité, au Moyen-Orient par exemple, est encore brûlé à la torche).

Il est donc à redouter que la rentabilité d'une usine ex-hydrogène électrolytique ne puisse pas être assurée à diverses périodes de son existence, lorsque la conjoncture sera défavorable à l'ammoniac.

.../...

4.- Amélioration de la faisabilité.-

41.- Ces deux conclusions n'ont pas échappé à EFI, et c'est pour cela qu'il demande :

- . une "modulation" du prix de l'électricité permettant d'avoir de l'électricité à coût inférieur durant les premières années, (par exemple les 6 premières années) en reportant sur la deuxième moitié de vie (par exemple des années 8 à 20) de l'installation le complément de coût de l'électricité, et en liant les modalités de paiement au cash flow (suivant une formule qui peut conduire à toujours payer l'électricité à taux réduit).
- . une indexation du prix de l'électricité.

Il demande en outre des exonérations de taxes.

42.- Il n'est pas impossible que le prix de l'électricité soit trop élevé et qu'un prix de 6 \$/MWh soit plus propice pour assurer, généralement, la rentabilité de cette fabrication, particulièrement durant toute la période de remboursements des emprunts.

Toutefois, si le ZAIRE devait revoir sa tarification électrique pour la fabrication d'ammoniac, il serait judicieux que soient effectuées :

- . une étude de faisabilité plus complète qui recherche la valeur minimale du prix de l'électricité et détermine un mode de tarification susceptible d'aider à la fabrication d'ammoniac sans que cela soit au détriment du ZAIRE.
- . une information suffisante dans l'espoir de trouver des investisseurs susceptibles d'offrir de meilleures conditions parce que placés dans une situation particulière.

Il n'est pas exclu d'envisager ainsi qu'un producteur qui dispose d'un important marché captif, mais n'a pas accès à des sources d'énergie bon marché, soit disposé à payer une "surprime" pour

s'assurer un approvisionnement sûr et fiable à un prix moyen qui élimine certaines fluctuations du marché.

5.- Exclusivité.-

A défaut d'une décision immédiate d'installation que EFI n'envisage pas, puisqu'il entend se réserver 10 ans pour se décider (éventuellement d'ailleurs, car il ne prend aucun engagement) il paraît contraire à l'intérêt du ZAIRE, d'accorder des exclusivités aussi importantes que les exclusivités de longue durée (30 ans !) qui lui sont demandées. (Production et distribution d'ammoniac et d'engrais dans tout le ZAIRE, fabrication d'hydrogène électrolytique et donc implicitement de ses dérivés pour tout le ZAIRE).

De telles exclusivités devraient raisonnablement se limiter à la zone franche d'INGA, pour le premier investisseur qui aura pris une décision ferme et commencera la réalisation, car elles sont de nature à bloquer d'autres développements au ZAIRE.

- . soit sur des projets en cours, si par exemple on voulait fabriquer de l'ammoniac à partir du gaz du lac KIWU
- . soit potentiels, tel que la réalisation de petites unités de fabrication d'ammoniac ex-électrolyse dans des régions du ZAIRE bénéficiant d'une protection géographique (distance, difficulté d'accès...) qui les rendent intéressantes pour le ZAIRE même si elles n'intéressent pas un producteur international
- . soit, dans la zone d'Inga même, si, durant une dizaine d'années, il n'était pas possible d'accorder le droit de fabriquer de l'ammoniac

.../...

(que ce soit ex-hydrogène électrolytique ou ex-gaz), du méthanol, des produits hydrogènes, de l'hydrogène liquide... à une société qui apporterait un avantage immédiat et ferme au ZAIRE (réalisation avant EFI) et accepterait de s'installer sur un autre site que MOANDA.

Il est indispensable d'exiger que le bénéficiaire de ces exclusivités ne puisse s'opposer sans raison valable à de tels projets et ne risque de "geler" le développement de la zone d'Inga, et à fortiori d'un secteur entier de la chimie pour tout le ZAIRE.

Les exclusivités données doivent en outre réserver les droits de toutes les sociétés antérieurement installées sur le site.

6.-

61.- Le prix de l'énergie électrique dans la zone d'Inga a été fixé en valeur absolue, sans indexation pour une durée de 30 ans.

Si, actuellement, la rentabilité d'une fabrication d'ammoniac ex-hydrogène électrolytique ne paraît pas assurée au prix fixé pour l'énergie électrique, il n'est pas impossible que la situation se modifie, suivant l'évolution :

- de l'inflation générale
- du prix de l'énergie, c'est-à-dire essentiellement du prix du pétrole brut qui entraîne (avec retard et hystérésis) celui du gaz

[Bien que les réserves connues aient actuellement tendance à croître, des modifications géo-politiques peuvent bouleverser le marché des hydrocarbures de façon imprévisible]

.../...

Si cette évolution se produit d'ici une dizaine d'années, des projets industriels pourront encore être réalisables puisque disposant d'une vingtaine d'années d'électricité à un prix désormais favorable, ce qui est un délai suffisant pour assurer l'amortissement des unités.

Cette considération est vraisemblablement à l'origine du refus actuel de EFI de s'engager et de sa demande de quasi monopole qui lui assure la possibilité de profiter éventuellement de telles circonstances favorables.

62.- On peut alors se demander si l'intérêt du ZAIRE n'est pas de "devancer" ce moment où la fabrication d'ammoniac ex-hydrogène électrolytique deviendra rentable en mettant dès maintenant le prix de l'électricité à un niveau qui permette la compétition (ou au moins une certaine compétition avec le gaz).

Toutefois, en pareil cas, il serait très judicieux de prévoir une possibilité future de variation de ce prix de l'électricité en fonction du prix de l'énergie, et plus précisément du gaz.

63.- Avant de s'engager dans cette voie, une étude de faisabilité plus complète est nécessaire qui prenne en compte tous les cas et inclut de nombreuses hypothèses de variations des coûts de l'énergie et donc de l'ammoniac.

64.- On remarquera à ce sujet que, même avec un prix d'électricité réduit, la fabrication d'ammoniac ex-hydrogène électrolytique n'est pas dépourvue d'intérêt pour la République du ZAIRE. En effet, même si elle ne concourt pas à l'amortissement d'installations déjà réalisées et actuellement sous-utilisées, elle permettrait d'améliorer la balance en devises du pays.

.../...

Naturellement, ceci n'est valable que dans la mesure où l'électricité ne peut être utilisée en totalité à des usages qui seraient en mesure d'accepter le prix actuel.

65.- Dans la mesure où le ZAIRE envisagerait une modification de sa tarification de l'énergie électrique, il serait peu judicieux de se lier immédiatement avec un partenaire car ceci placerait le ZAIRE en position défavorable et lui enlèverait toute possibilité de manoeuvre immédiate.

66.- Enfin, il ne faut pas perdre de vue que d'ici dix ans, l'évolution technologique peut bouleverser le marché de l'ammoniac

Il en serait ainsi dans le cas où les procédés actuellement en cours d'étude, de fixation biologique d'azote par les plantes, aboutiraient à des solutions susceptibles d'une application économique à grande échelle.

Ce point de vue peut conduire les investisseurs à reculer devant le coût d'une unité d'ammoniac ex-hydrogène électrolytique dont l'amortissement paraît difficilement pouvoir s'envisager en dix ans.

L'expert sera associé au Service de la promotion Industrielle responsable de l'élaboration d'une évaluation technique, économique et financière de l'étude. Il devrait participer dans les travaux d'évaluation et conseiller le Chef de Service ainsi que les autres cadres en toute question relative au projet d'ammoniac.

Formation et expérience requises :

Ingénieur, chimiste ou économiste avec une connaissance approfondie de la production et des marchés d'ammoniac. Il devrait être au courant des principales sources d'informations spécifiques sur l'ammoniac et avoir une capacité de présenter une synthèse claire des analyses faites.

Connaissances linguistiques :

Français indispensable, Anglais souhaitable.

Renseignements complémentaires :

La construction du barrage d'Inga, commencée en 1971, a mis à la disposition du ZAIRE une réserve importante d'énergie hydro-électrique. Pour valoriser cet investissement, le Gouvernement a décidé d'implanter dans le Bas-Zaïre des usines grandes consommatrices d'électricité et utilisant des matières premières locales.

L'administration chargée de la zone franche d'Inga, créée par l'ordonnance-loi n°81/010 du 2 Avril 1981 a la responsabilité, d'une part, de coordonner tous les travaux d'infrastructure nécessaires au bon fonctionnement de la zone,

.../...

- d'autre part, de mener les études et la réalisation des projets industriels implantés dans la zone.

C'est pour aider à la création de cette Administration et à la formation de ses cadres, que le Conseil Exécutif a demandé au PNUD/ONUDI de mettre à sa disposition, dans le cadre de ce projet, des conseillers, des consultants et des moyens de formation pour l'aider à rendre cette Administration opérationnelle, le plus tôt possible.

TABLEAU I (Feuille 1)
(Cas de base EFI)

DC FROE calculé par EFI=23,4%

	1986	87	88	89	90	Total	
Coût total de l'usine (\$ 84)	29,1	87,3	101,9	72,7		291	
Fond de roulement (")	-	-	-	11,0			
Invest. total	29,1	87,3	101,9	83,7		302	
" " actual. à 6% (\$ cour)	32,7	104,0	128,6	112,0		377,3	
Capital (25%)	32,7	61,6	-	-		94,3	Val. 84 80,8
Crédits fournisseurs	-	-	128,6	24,3		152,9	" 120
Long terme bancaire	-	-	-	87,7		87,7	" 65,5
Subventions	-	42,4	-	-		42,4	" 35,6
Intérêts durant construction							
. sur crédit fournis. à 10%	-	-	-	12,9	15,3		
. sur long terme banc. à 13%	-	-	-	-	11,4		
. sur subvention (charges aministr. à 0,075%)	-	-	0,3	0,3	0,3		
Appel d'avances à court terme	-	-	0,3	13,2			
Intérêts sur avance à court. t.	-	-	-	0,04	1,8		
Intérêts dûs avant mise en ser. (sur avances)				<u>13,54</u>			
Intérêts dûs pour la 1ère an- née d'opération					<u>28,8</u>		

TABLEAU I (Feuille 2)

(Cas de base EFI)

	1986	87	88	89	90	91	92	93	94
Paiement des emprunts :									
Long terme bancaire					-	-	17,5	17,5	17,5
Crédit fournisseurs					-	-	15,3	15,3	15,3
Subvention							-	-	-
Avances à court terme						13,5	-	-	-
Paiement des intérêts s/									
Avance à court terme					1,8	0,9	-	-	-
Long terme bancaire					11,4	11,4	10,3	8,0	5,7
Crédits fournisseurs					15,3	15,3	14,5	13,0	11,5
Charges sur subvention					0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Coûts total des intérêts					28,8	27,9	25,1	21,3	17,5
Coût opératoire hors én.él.					18,5	19,8	21,3	22,8	24,4
Energie électrique					16,3	20,8	29,5	29,5	29,5
Vente de l'ammoniac					78,5	99,9	117,6	124,7	132,2
Amortissement					24,2	24,2	24,2	24,2	24,2
Bénéfice brut avant impôt					-9,3	7,2	17,5	26,9	36,6
Impôt Taux %					0	0	0	0	0
Montant					-	-	-	-	-
Bénéfice net après impôt					-9,3	7,2	17,5	26,9	36,6
Total des remboursements d'emp.					-	13,5	32,8	32,8	32,8
Cash flow (fond roul.inclus)					14,9	17,9	8,9	18,3	28,0
Calcul TRI Cash fl.hors int.									
+ amort.	-32,7	-104	-128,6	-112	43,7	58,5	66,8	72,4	78,4
id actual.à 15% Coeff.	1	0,87	0,756	0,658	0,572	0,497	0,432	0,372	0,327
Montant	-32,7	-90,48	-97,22	-73,7	25	29,07	28,86	26,93	25,64
id actual.à 18% Coeff.	1	0,847	0,718	0,609	0,516	0,437	0,370	0,314	0,266
Montant	-32,7	-88,09	-92,33	-68,21	22,55	25,56	24,72	22,74	20,85

TABLEAU I (Feuille

	1995	96	97
Paie ment des emprunts :			
Long terme bancaire	17,5	17,5	-
Crédits fournisseurs	15,3	15,3	15,3
Subvention	-	-	-
Avances à court terme	-	-	-
Paie ment des intérêts s/			
Avance à court terme	-	-	-
Long terme bancaire	3,4	1,1	-
Crédits fournisseur	9,9	8,4	6,9
Charges sur subvention	0,3	0,3	0,3
Coûts total des intérêts	13,6	9,8	7,2
Coût opér.hors én.électr.	26,1	27,9	29,9
Energie électrique	29,5	32,5	32,5
Vente de l'ammoniac	140,1	148,5	157,4
Amortissement	24,2	24,2	24,2
Bénéfice brut avant impôt	46,7	54,1	63,6
Impôt Taux %	0	10	10
Montant	-	5,4	6,4
Bénéfice net après impôt	46,7	47,7	57,2
Total des rembours.d'emp.	32,8	32,8	15,3
Cash flow (fond.roul.inclus)	38,1	39,1	66,1
Calcul TRI Cash Fl.hors int.			
+ amort.	84,5	82,7	88,6
id actual.à 15% coeff.	0,284	0,247	0,215
Montant	24	20,43	19,05
id actual.à 18% coeff.	0,225	0,191	0,162
Montant	19,81	15,8	14,35

3)

98	99	2000	01	02	03
-	-	-	-	-	-
15,3	15,3	15,3	15,3	-	-
-	-	-	-	8,4	8,5
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
5,4	3,8	2,3	0,8	-	-
0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
5,7	4,1	2,6	1,1	0,3	0,2
32,0	34,3	36,7	39,3	42,0	45,0
32,5	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5
166,9	176,9	187,5	198,7	210,7	223,3
24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2
72,5	81,8	91,5	101,6	111,7	121,4
10	10	10	10	10	10
7,3	8,2	9,2	10,2	11,2	12,2
65,2	73,6	82,3	91,4	100,5	109,3
15,3	15,3	15,3	15,3	8,4	8,5
74,1	82,5	91,2	100,3	116,3	125,0
95,1	101,9	109,1	116,7	125	133,7
0,187	0,163	0,141	0,123	0,107	0,093
17,78	16,61	15,38	14,35	13,38	12,43
0,137	0,116	0,099	0,084	0,071	0,060
13,03	11,82	10,80	9,80	8,87	8,02

TABIEAU I (Feuille 4)

	04	05	06	07	08	09	Total	
Paiement des emprunts :								
Long terme bancaire	-	-	-	-	-	-		
Crédits fournisseurs	-	-	-	-	-	-		
Subvention	8,5	8,5	8,5	-	-	-		
Avances à court terme	-	-	-	-	-	-		
Paiement des intérêts s/								
Avance à court terme	-	-	-	-	-	-		
Long terme bancaire	-	-	-	-	-	-		
Crédit fournisseur	-	-	-	-	-	-		
Charges sur subvention	0,2	0,1	-	-	-	-		
Coût total des intérêts	0,2	0,1	-	-	-	-	165,5	
Coût opér.hors én.electr.	48,2	51,6	55,2	59,1	63,3	67,8		
Energie électrique	32,5	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0		
Vente de l'ammoniac	236,7	250,9	266,0	281,9	298,8	316,8		
Amortissement	24,2	-	-	-	-	-	362,6	
Bénéfice brut avant impôt	131,6	165,2	176,8	188,8	201,5	215,0	1902,7	
Impôt Taux %	10	15	15	15	15	15		
Montant	13,2	24,8	26,5	28,3	30,2	32,3	225,3	
Bénéfice net après impôt	118,4	140,4	150,3	160,5	171,3	182,7	1676,4	
Total des remb.d'emprunt	8,5	8,5	8,5	-	-	-	296,4	
Cash flow (fond roul.incl)	134,1	131,9	141,8	160,5	171,3	229,9	1790,2	
Calcul TRI cash fl.hors int.								
+ amort.	142,8	140,5	150,3	160,5	171,6	182,7		Vente-coût d'exp)
id.actual.à 15% coeff.	0,081	0,070	0,061	0,053	0,046	0,040		
Montant	11,56	9,84	9,16	8,51	7,89	7,31	49,08)TRI hors int.
id.actual.à 18% coeff.	0,051	0,043	0,037	0,031	0,026	0,020) + amortissement
Montant	7,28	6,04	5,56	4,97	4,46	4,02	-20,28) = 17,2%

* Investissement

TABLEAU II (Feuille 1)

(Variante Cas 1)

	Total	1986	87	88	89	90	91	92	93
Taux de production						75	90	100	100
Valeur des ventes		-	-	-		59,8	71,2	79,7	79,7
Coût de production		(29,1)*	(87,3)*	(101,9)*	(83,7)*	35,23	39,67	42,62	42,62
. Energie		-	-	-	-	22,18	26,6	29,55	29,55
. Autres		-	-	-	-	13,07	13,07	13,07	13,07
Impôts		-	-	-	-	-	-	-	-
Taux %		-	-	-	-	0	0	0	0
Cash flow									
. après impôts(2-3-6)		-29,1	-87,3	-101,9	-83,7	24,57	31,53	37,08	37,08
. avant impôts brut (2-3)		-29,1	-87,3	-101,9	-83,7	24,57	31,53	37,08	37,08
Amortis.(linéaire/15 a)		-	-	-	-	19,4	19,4	19,4	19,4
Gains bruts (9+10)		-29,1	-87,3	-101,9	-83,7	43,97	50,93	56,48	56,48
Intérêts		-	-	-	-	28,8	27,9	25,1	21,3
Gains nets (11-12)		-29,1	-87,3	-101,9	-83,7	15,17	23,03	31,38	35,18
TRS						21,3	20,4	21,3	20,1
Cumul cash flow brut		-29,1	-116,4	-218,3	-302,17	-277,6	-246,07	-208,99	-171,91
Seuil rentabilité								-----	26,6%
Taux actualisation 15%	-	0,870	0,756	0,658	0,572	0,497	0,432	0,376	0,327
Cash flow brut actual.	3,409	-25,3	-66,0	-67,05	-47,88	12,21	13,62	13,94	12,12
Taux actual.16%	-	0,862	0,743	0,642	0,552	0,476	0,410	0,354	0,305
Cash flow brut actual.	-98,78	-25,08	-64,86	-65,42	-46,2	11,695	12,93	13,13	11,31

TABLEAU II (Feuille 2)

	Total	1994	95	96	97	98	99	2000	1
Taux de production		100	100	100	100	100	100	100	100
Valeur des ventes		79,7	79,7	79,7	79,7	79,7	79,7	79,7	79,7
Coût de production		42,62	42,62	45,57	45,57	45,57	45,57	45,57	45,57
. Energie		29,55	29,55	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5
. Autres		13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07
Impôts		-	-	3,41	3,41	3,41	3,41	3,41	3,41
Taux %		0	0	10	10	10	10	10	10
Cash flow		37,08	37,08	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7
. après impôts(2-3-6)									
. avant impôts brut (2-3)		37,08,	37,08	34,11	34,11	34,11	34,11	34,11	34,11
Amortis.(linéaire/15 a)		19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4
Gains bruts (9+10)		56,48	56,48	53,51	53,51	53,51	53,51	53,51	53,51
Intérêts		17,5	13,6	9,8	7,2	5,7	4,1	2,6	1,1
Gains nets (11-12)		38,98	42,88	43,71	46,31	47,81	49,41	50,91	52,41
TRS		18,75	17,4						
Cumul cash flow brut		-134,83	-97,75	63,64	-29,53	4,58	38,69	72,8	106,9
Seuil rentabilité		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Taux actualisation 15%		0,284	0,247	0,215	0,187	0,163	0,141	0,123	0,107
Cash flow brut actual.		20,53	9,15	7,33	6,38	5,56	4,88	4,19	3,65
Taux actual.16%		0,263	0,227	0,195	0,168	0,145	0,125	0,108	0,093
Cash flow brut actual.		9,75	8,42	6,65	5,73	4,945	4,26	3,68	3,17

TABLEAU II (Feuille 3)

	<u>Total</u>	<u>2002</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
Taux de production		100	100	100	100	100	100	100	100
Valeur des ventes		79,7	79,7	79,7	79,7	79,7	79,7	79,7	79,7
Coût de production		45,57	45,57	45,57	46,97	46,97	46,97	46,97	46,97
. Energie		32,5	32,5	32,5	33,98	33,98	33,98	33,98	33,98
. Autres		13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07
Impôts		3,41	3,41	3,41	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
Taux %		10	10	10	15	15	15	15	15
Cash flow									
. après impôts(2-3-6)		30,7	30,7	30,7	51,95	51,95	51,95	51,95	51,95
. avant impôts brut (2-3)		34,11	34,11	34,11	56,85	56,85	56,85	56,85	56,85
Amortis.(linéaire/15 a)		19,4	19,4	19,4	-	-	-	-	-
Gains bruts (9+10)		53,51	53,51	53,51	56,85	56,85	56,85	56,85	56,85
Intérêts		0,3	0,2	0,2	0,1	-	-	-	-
Gains nets (11-12)		53,21	53,31	53,31	56,75	56,85	56,85	56,85	56,85
TRS									
Cumul cash flow brut		141,02	175,13	209,24					
Seuil rentabilité									
Taux actualisation 15%		0,013	0,081	0,07					
Cash flow brut actual.		3,17	2,76	2,39					
Taux actual.16%		0,08	0,069	0,06					
Cash flow brut actual.		2,73	2,35	2,05					

TABLEAU III (Feuille 2)

(Variante Cas2)

	93	94	95	96	97	98
Taux de product.	85	85	85	85	85	85
Valeur des ventes	62,05	62,05	62,05	62,05	62,05	62,05
Investissement	-	-	-	-	-	-
Fond de roulement	-	-	-	-	-	-
Coûts de product.En.	28,493	28,493	28,493	31,343	31,343	31,343
Autres (Invest.)	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07
Totaux	41,563	41,563	41,563	44,413	44,413	44,413
Intérêts 1 ^o An. tot.	-	-	-	-	-	-
s/avance	-	-	-	-	-	-
LT bancaire	6,75	4,81	2,87	0,93	-	-
Cr.export.	8,84	7,82	6,73	5,71	4,69	3,67
(Fees)	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Total	15,88	12,92	9,89	6,93	4,98	3,96
Amortis.(Linéaire/15 a)	17,33	17,33	17,33	17,33	17,33	17,33
Cash flow av.impôt 2-5	20,447	20,447	20,447	17,92	17,92	17,92
Impôts taux%	-	-	-	10	10	10
Montant	-	-	-	-	-	-
Bénéf.brut 2-5-6-8	-15,68	-15,68	-15,68	-6,623	-6,623	-6,623
Impôt	-	-	-	-	-	-
Cash flow ap.impôt				17,92		
Gain 2-5	20,4	20,4	20,4	17,7	17,7	17,7
Cash flow avec act.0%						

TABLEAU III (Feuille 3)

(Variante Cas 2)

	99	2000	01	02	03	04	05 et suivantes
Taux de product.	85	85	85	85	85	85	85
Valeur des ventes	62,05	62,05	62,05	62,05	62,05	62,05	62,05
Investissement	-	-	-	-	-	-	-
Fond de roulement	-	-	-	-	-	-	-
Coûts de product.En.	31,343	31,343	31,343	31,343	31,343	31,343	32,168
Autres (Invest.)	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07
Totaux	44,413	44,413	44,413	44,413	44,413	44,413	45,838
Intérêts 1°An.tot.	-	-	-	-	-	-	-
s/avance	-	-	-	-	-	-	-
LT bancaire	-	-	-	-	-	-	-
Cr.export.	2,58	1,56	0,54	-	-	-	-
(Fees)	0,29	0,29	0,29	0,29	0,19	0,19	0,19
Total	2,87	1,85	0,83	0,29	0,19	0,19	0,19
Amortis.(Linéaire/15 a)	17,33	17,33	17,33	17,33	17,33	17,33	-
Cash flow av.Impôt 2-5	17,92	17,92	17,92	17,92	17,92	17,92	16,212
Impôts taux %	10	10	10	10	10	10	15
Montant	-	-	-	-	-	-	3,31
Bénéf.brut 2-5-6-8	6,623	6,623	6,623	6,623	6,623	6,623	6,205
Impôt	-	-	-	-	-	-	0,9
Cash flow ap. impôt	-	-	-	-	-	-	15,3
Gain 2-5	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	15,8
Cash flow avec act.0%							

TABLEAU IV (Feuille 1)

(Variante Cas 3)

	1986	87	88	89	90	91	92	93
NH3 produit					230.000	292.000	-----310.000-----	
Prix NH3 \$/t	-	-	-	-	259	269,5	280,3	291,5
Vol. NH3	-	-	-	-	59,6	78,7	86,9	90,4
Coût op	-	-	-	-	18,5	19,8	21,3	22,8
Energie	-	-	-	-	14,4	19,5	26,5	26,5
Intérêts	-	-	-	-	28,8	27,9	25,1	21,3
Amortissem.	-	-	-	-	24,2	24,2	24,2	24,2
Bénéfice brut	-	-	-	-	-26,3	-12,7	-10,2	-4,4
Impôts taux	-	-	-	-	0	0	0	0
Montant	-	-	-	-	-	-	-	-
Cash flow	-32,7	-104	-128,6	-112	26,7	39,4	39,1	41,1
Act. 10%	1	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621	0,564	0,513
Cash flow act.10%	-32,7	-94,5	-106	-84,1	18,2	24,5	22,0	21,1
Actual.8	1	0,926	0,857	0,794	0,735	0,681	0,630	0,583
Cash flow act.8	-32,7	-96,3	-110,2	-88,9	19,6	26,8	24,6	24

TABLEAU IV (Feuille 2)

(Variante Cas 3)

	94	95	96	97	98	99	2000	01
NH3 produit	-----310.000-----							
Prix NH3 \$/t	303,15	315,3	327,9	341	354,6	368,8	383,6	398,9
Vol. NH3	94	97,7	101,7	105,7	109,9	114,3	118,9	123,7
Coût op	24,4	26,1	27,9	29,9	32	34,3	36,7	39,3
Energie	26,5	26,5	29,15	29,15	29,15	29,15	29,15	29,15
Intérêts	17,5	13,6	9,8	7,2	5,7	4,1	2,6	1,1
Amortis.	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2
Bénéfice brut	1,4	7,3	10,55	15,25	18,85	22,55	26,25	29,95
Impôts taux	0	10	10	10	10	10	10	10
Montant	-	0,73	1,06	1,52	1,9	2,26	2,62	3
Cash flow	45,1	44,4	43,6	45,1	46,8	48,6	50,5	52,2
Act.10%	0,467	0,424	0,386	0,350	0,319	0,290	0,263	0,239
Cah flow act.10%	21,1	18,8	16,8	15,8	14,9	14,1	13,3	12,5
Actual.8	0,540	0,500	0,463	0,429	0,397	0,368	0,340	0,315
Cash flow act.8	24,3	22,2	20,2	19,3	18,6	17,9	17,2	16,4

TABLEAU IV (Feuille 3)

(Variante Cas 3)

	02	03	04	05	06	07	08	09	Total
NH3 produit									-----310.000-----
Prix NH3 \$/t	414,9	431,5	448,7	466,7	485,4	504,8	524,6	546	
Vol.NH3	128,6	133,89	139,1	144,7	150,4	156,5	162,7	169,2	
Coût op	42	45	48,2	51,6	55,2	59,1	63,3	67,8	
Energie	29,15	29,15	29,15	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	
Intérêts	0,3	0,2	0,2	0,1	-	-	-	-	
Amortis.	24,2	24,2	24,2	-	-	-	-	-	
Bénéfice brut	32,95	35,25	37,35	62,5	64,5	66,9	68,9	70,9	
Impôts taux	10	10	10						
Montant	3,3	3,5	3,7	9,4	9,7	10	10,3	10,6	
Cash flow	54,2	56,1	58	53,2	55	56,9	58,6	60,3	
Act.10%	0,208	0,198	0,180	0,164	0,149	0,135	0,123	0,112	
Cash flow act.10%	11,8	11,1	10,4	8,7	8,2	7,7	7,2	6,7	-32,4
Actual 8	0,292	0,270	0,25	0,232	0,215	0,199	0,184	0,170	
Cash flow act.8	15,8	15,1	14,5	12,3	11,8	11,3	10,8	10,3	+24,9



.05.15
A.D.86.07
||| 5.5+10