



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> 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.

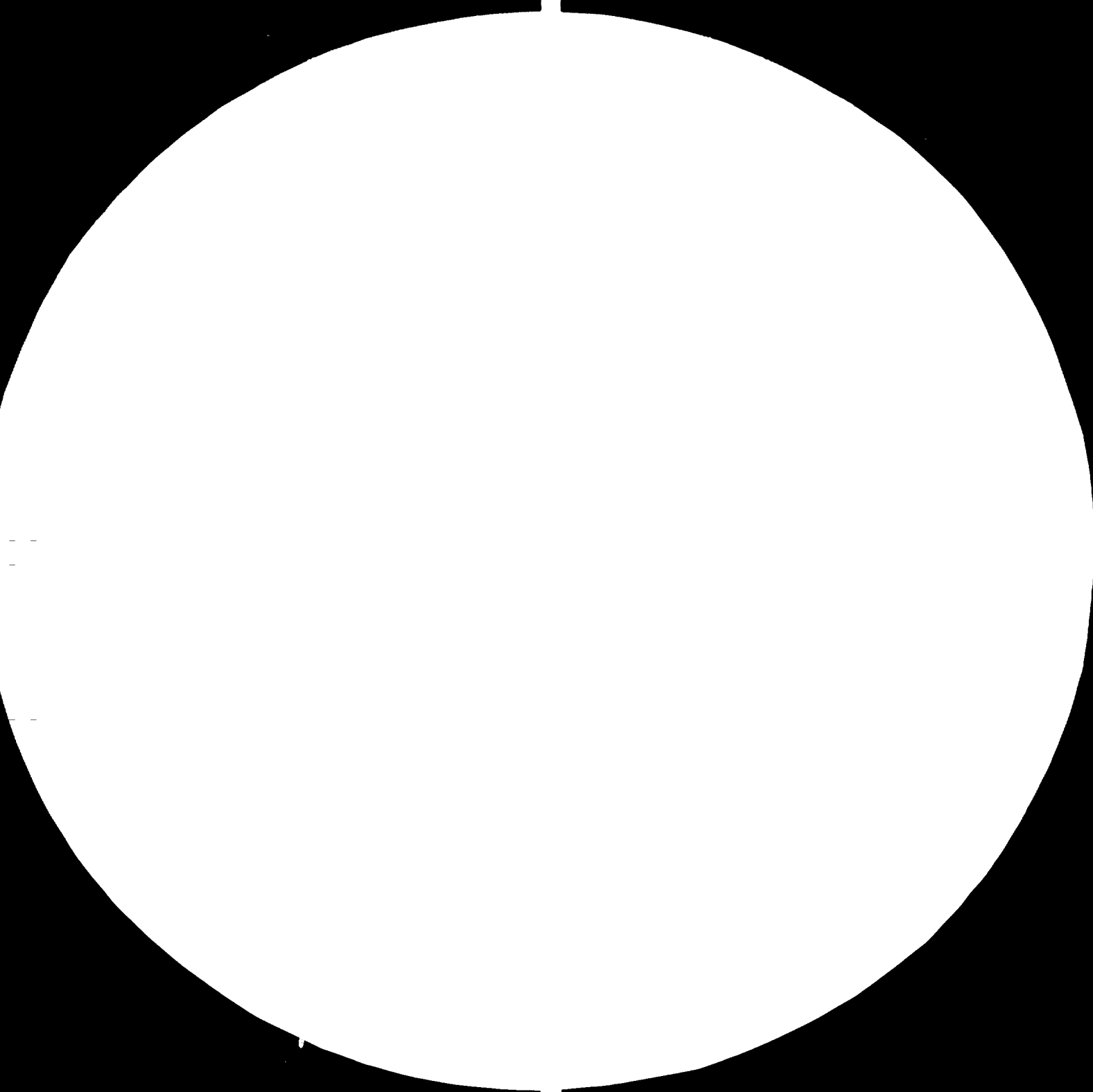
## FAIR USE POLICY

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](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS-1963-A

Distr. RESTREINTE

11239

DP/ID/SER.B/305

13 janvier 1981

FRANCAIS

Original : ANGLAIS

Angola. CENTRE DE DEVELOPPEMENT  
DE L'INDUSTRIE PETROLIERE .

SI/ANG/78/803

ANGOLA.1

Rapport final

Etabli pour le Gouvernement angolais par l'Organisation  
des Nations Unies pour le développement industriel, agissant en tant qu'agent  
d'exécution pour le Programme des Nations Unies pour le développement

D'après le travail de M. Djordje Maletic, Conseiller technique en matière  
de raffinage du pétrole et pour la construction d'une raffinerie nouvelle.

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel  
Vienne

V.81-20288

Notes explicatives

Les désignations employées et la présentation du contenu du présent document n'impliquent, de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies, aucune opinion quant au statut juridique d'aucun pays, territoire, ou d'aucune ville ou région, ou sur celui de ses autorités, ou touchant la délimitation de ses frontières ou limites.

La mention de noms de sociétés et de produits commerciaux n'implique aucune approbation de la part de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONU/DI).

RESUME

Le projet SI/ANG/78/803, appelé "Centre de Développement de l'Industrie Pétrolière", a duré quatre mois à compter de juillet 1980. Il avait pour but d'examiner l'état de développement de la raffinerie existante, de recommander des moyens de remédier aux problèmes techniques et de gestion, de donner des conseils au sujet d'un programme d'investissement relatif à un nouvel équipement et à une raffinerie nouvelle, et de recommander les procédures d'avant-projet et d'avant-contrat pour un complexe pétrochimique.

Pour la République populaire d'Angola, le développement de son industrie pétrolière est d'un intérêt vital.

Le pays se propose de porter sa production de brut de 7 millions de tonnes en 1980 à 16 millions de tonnes en 1985. Il a aussi en vue la création d'une industrie de transformation, l'extension de sa raffinerie en vue de la production d'ammoniac et d'engrais NPK, ainsi que des projets de moindre envergure liés à la production pétrochimique.

Le Gouvernement angolais a peu de travailleurs ayant l'expérience d'une technologie complexe, et l'expert de l'ONUDI recommande une assistance du PNUD et de l'ONUDI en vue d'organiser en 1981 un stage à l'intention du personnel local, d'engager des experts de l'ONUDI et d'affecter, en qualité de consultants pour 1981 et 1982, des experts à la raffinerie Petrangol de Luanda.

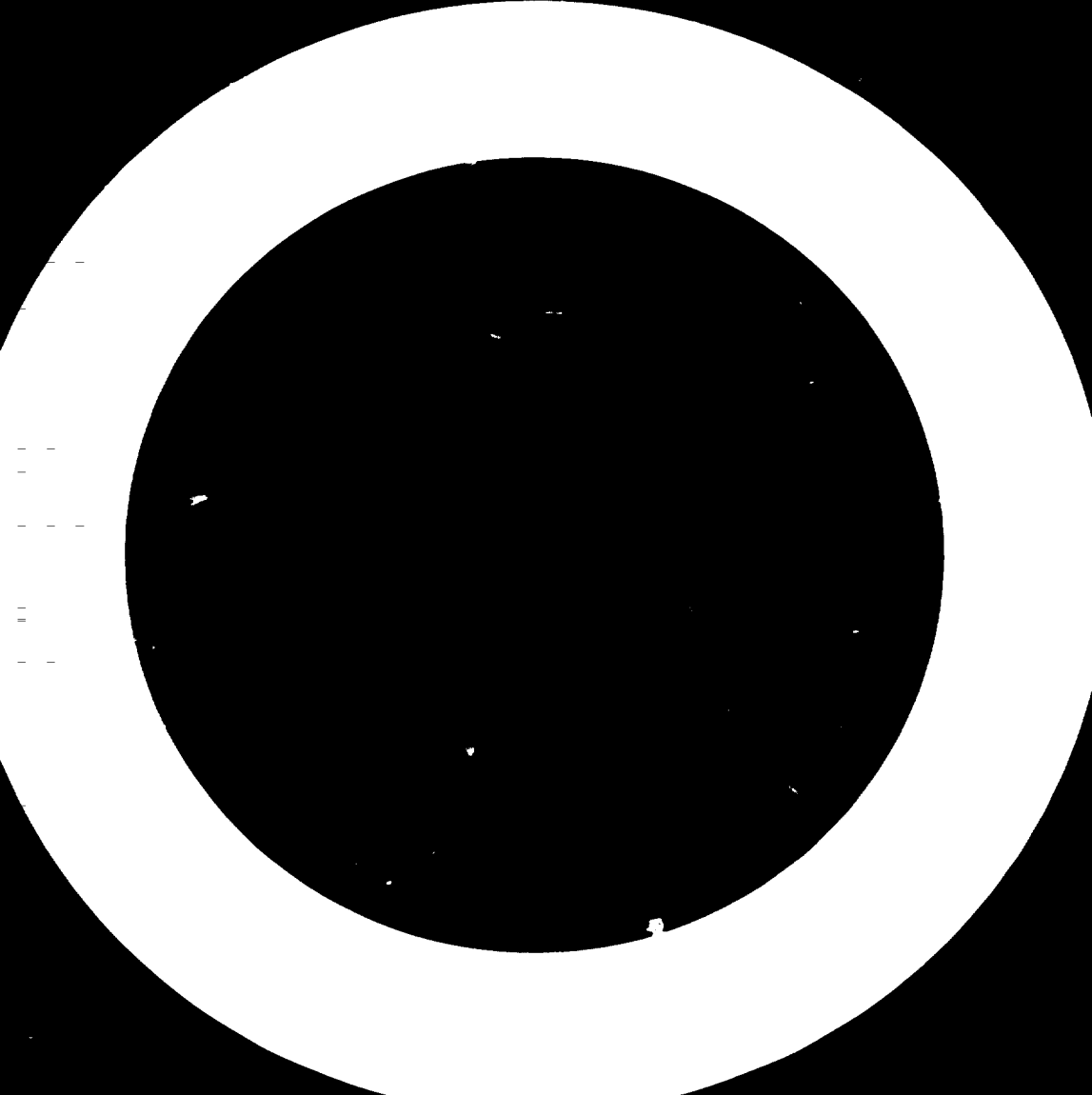


TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
INTRODUCTION	7
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	9
I. ACTIVITES	11
II. VISITE A L'ECOLE CENTRALE DU PETROLE, N'GUNZA, LUANDA, OCTOBRE 1980	14

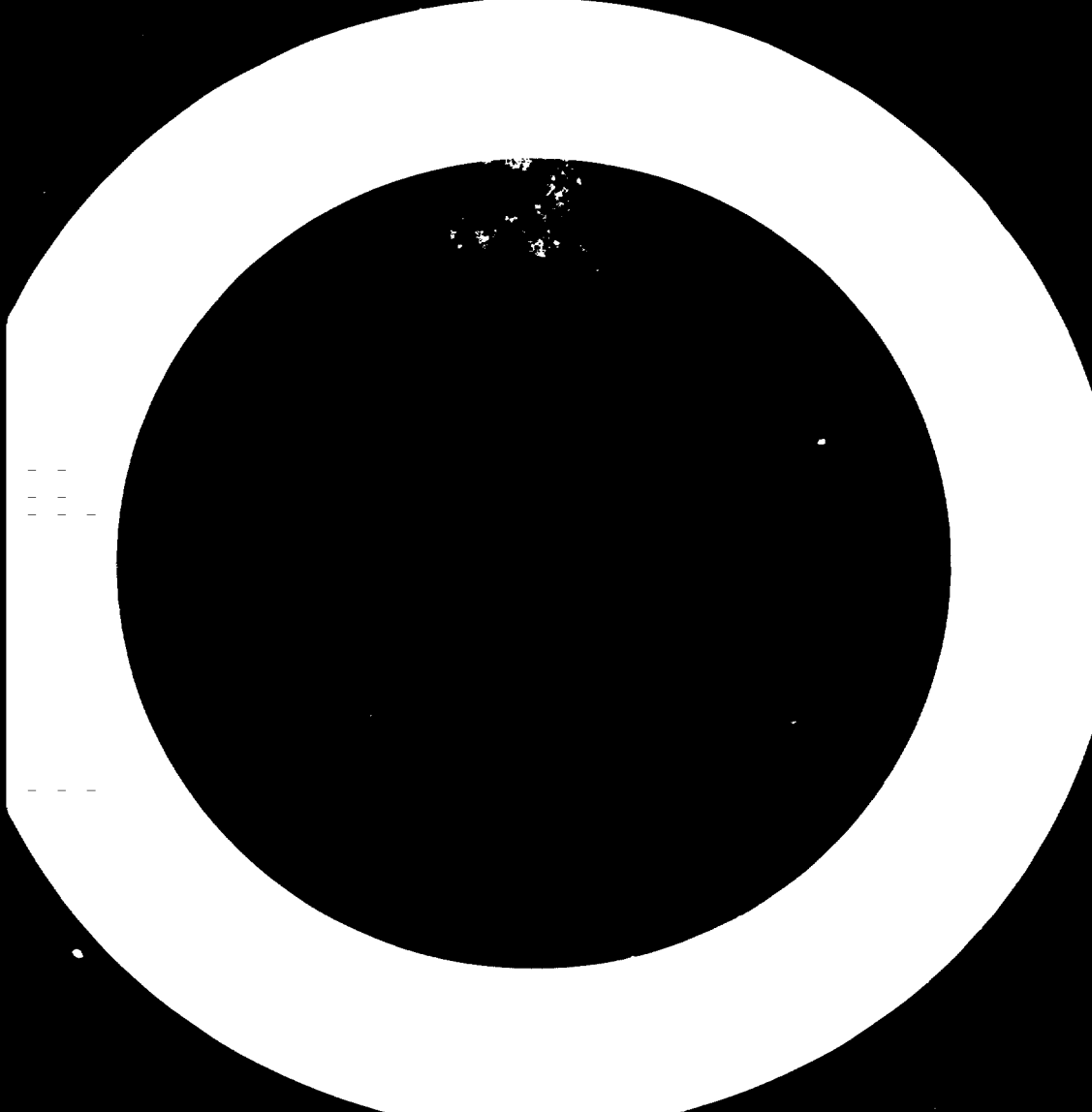
Annexes

I. DONNEES SUR LA RAFFINERIE EXISTANTE A LUANDA	17
II. EXTENSION DE LA RAFFINERIE	28
III. COUTS D'INVESTISSEMENT	31
IV. CALENDRIER DES OPERATIONS	35
V. DONNEES A PRENDRE EN COMPTE POUR L'ANALYSE ECONOMIQUE	38
VI. PERSONNEL DU PROJET	47
VII. CHOIX D'OUVRAGES ET PUBLICATIONS	49

Tableaux

1. Réservoirs d'eau	19
2. Pétrole brut	19
3. Rejets	19
4. Produits finis	20
5. Produits intermédiaires	22
6. Ventilation du coût d'investissement	32
7. Ressources pour le financement du projet	41
8. Projet d'extension de la raffinerie de Luanda	48





## INTRODUCTION

L'expert a travaillé pour le projet pendant 4 mois, du 29 juillet au 20 novembre 1980.

Ont également travaillé pour le projet, pendant 6 mois chacun en 1979, un conseiller technique de l'ONUDI en matière de raffinage du pétrole et un économiste de l'ONUDI spécialiste des questions pétrolières. Un autre conseiller technique a aussi été associé aux travaux pendant un mois. Le Gouvernement angolais n'a pas désigné d'économiste pendant la mission, et l'expert a dû travailler en étroite coopération avec des homologues économistes du Ministère du Pétrole. Les objectifs préliminaires du projet étaient les suivants :

1. Examiner l'état actuel de développement de l'industrie de raffinage du pétrole existant en Angola.
2. Formuler des recommandations quant aux moyens d'améliorer l'organisation de la gestion de la raffinerie ; aider à résoudre les problèmes techniques rencontrés, et donner des conseils pour la modification des installations.
3. Donner des conseils quant aux mesures à prendre pour l'investissement dans des programmes d'expansion et l'installation de nouveaux équipements à la raffinerie et au sujet d'une raffinerie nouvelle.
4. Formuler des recommandations sur les recherches préparatoires au projet et les procédures préparatoires au contrat pour l'établissement d'un complexe pétrochimique.

Les objectifs secondaires du projet étaient les suivants :

1. Identifier des stratégies pour développer le traitement de produits terminaux du complexe.
2. Etudier le rapport entre la production locale de brut et le développement accéléré du raffinage en vue de l'exportation et évaluer les incidences techniques de cette accélération.
3. Aider à choisir les ouvrages et matériaux d'information à acquérir dans les limites du budget alloué.
4. Assurer la formation en cours d'emploi du personnel de contrepartie en matière d'organisation de la gestion en ce qui concerne les problèmes d'avant-projet.

En fonction des éléments du projet, et après plusieurs entretiens avec le Directeur de la planification, une liste de priorités a été établie en ce qui concerne les experts. Elle se divisait comme suit :

1. Rassemblement et classement méthodique de toutes les données disponibles sur la raffinerie de Luanda. Rassemblement de données sur l'analyse chimique pour le traitement des huiles brutes ainsi que de données sur l'analyse chimique des huiles brutes susceptibles d'être utilisées pour l'extension future de la raffinerie. Rassemblement de données sur le raffinage des produits terminaux.
2. Mettre au point des méthodes pour la recherche préparatoire au projet et les utiliser pour établir des éléments de calcul destinés aux études de faisabilité d'analyse économique, à exécuter d'après les devis préliminaires fournis au Gouvernement angolais au sujet de l'extension de la raffinerie.
3. Aider à choisir des ouvrages et revues traitant du raffinage, de la construction d'installations nouvelles et de la planification à long terme.
4. Organiser, à l'intention des homologues de rang élevé appartenant au Ministère du Pétrole, à la Sonangol, au Ministère des Finances et au Ministère de la Planification, un séminaire d'information portant sur la recherche d'avant-projet, les études de pré-faisabilité et de faisabilité, la construction d'une usine nouvelle, les procédés de raffinage, le gaz naturel liquéfié et le gaz de pétrole liquéfié en tant que matières premières.

## CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La capacité minimum annuelle à considérer pour une raffinerie qui doit produire de l'énergie, des engrais et des produits pétrochimiques est de 3 millions de tonnes. La première mesure logique à envisager est d'accroître la capacité de la raffinerie existante, qui est de 1,5 million de tonnes.

Le Gouvernement angolais ne dispose que d'un nombre limité de travailleurs expérimentés pour la construction de projets dont l'exécution fait appel à une technologie complexe. L'expert a donc recommandé une assistance du PNUD et de l'ONUDI portant sur les points suivants :

- a) Organisation en 1981, à l'intention du personnel local, d'un séminaire de 4 à 5 semaines portant sur la recherche préalable au projet, la gestion du projet au cours de la construction, la planification, les contacts avec d'autres grands projets, etc., et dirigé par des experts de l'ONUDI et du PNUD tels qu'un directeur de projet, un spécialiste de la construction mécanique, un spécialiste de la planification, et un économiste pour les calculs des études de faisabilité. Le programme couvrira toutes les phases essentielles de la construction de l'usine nouvelle;
- b) Examen des possibilités d'engager quelques experts de l'ONUDI en 1981 et 1982, qui seraient affectés de façon permanente auprès du Gouvernement angolais en qualité de consultants pour les activités ci-après :
  - i) Préparer des études de pré-faisabilité et de faisabilité pour un programme d'extension de la raffinerie.
  - ii) Obtenir des devis à jour et élaborer des propositions préliminaires.
  - iii) Etablir un projet d'appel d'offres.
  - iv) Aider à l'évaluation des offres de contrat.
  - v) Préparer des programmes de formation en vue de la construction pour des experts tels que spécialiste de la gestion des projets (ingénieur chimiste), spécialiste de la construction des usines (ingénieur mécanicien) ; pour un économiste (marché des produits pétroliers), un économiste (calculs économiques des projets pétroliers) et pour un spécialiste (éducation et formation) ;
- c) Présence permanente de deux experts de l'ONUDI et du PNUD à la raffinerie Petrangol de Luanda. Leurs tâches principales consisteraient à conseiller le personnel de la Sonangol au sujet des procédés de traitement et du programme de production de la raffinerie existante.

Les deux types d'experts nécessaires seraient un ingénieur chimiste spécialiste des techniques de raffinage, et un ingénieur chimiste qui serait responsable de la qualité des produits pétroliers. La durée de leur affectation serait de une à deux années.

Enfin, l'expert recommande au Gouvernement angolais l'assistance fournie par les personnels de l'ONUDI et du PNUD en raison du réalisme dont ces experts ont fait preuve pour les problèmes liés à la réalisation de grands projets d'investissement.

## I. ACTIVITES

L'Angola possède une seule raffinerie, située à Luanda. Son capital-actions est détenu pour 67% par la Petrangol, et pour 33% par la Sonangol. En se fondant sur un questionnaire pour la préparation des études de faisabilité, l'expert a demandé des données sur la raffinerie, l'analyse du pétrole brut, et les produits.

Toutes les données disponibles sont résumées à l'annexe I.

Plusieurs entrevues avec la direction de la raffinerie Petrangol ont eu lieu. Au cours de visites à cette usine, l'expert a étudié, avec le Directeur du laboratoire, des données concernant les pétroles bruts de Soyo, de Kwanza et de Cabinda.

La raffinerie est bien organisée et entretenue. Quelques-unes des unités sont anciennes et ont été construites en 1963, mais fonctionnent bien.

Nous suggérons que le Gouvernement angolais demande à Pétrangol et à Gulf de faire une nouvelle analyse chimique du brut. Les données figurant à l'annexe I peuvent être utilisées pour les propositions concernant l'extension de la raffinerie ainsi que la rédaction de l'appel d'offres pour la construction d'une usine nouvelle.

Même observation pour les données concernant les produits. La pratique ordinaire des raffineries est de publier tous les deux ans les résultats de l'examen des produits terminaux, ou une notice pour la mise à jour des données des examens antérieurs.

Les principaux points de l'annexe I sont les suivants :

1. Rassembler toutes les données nécessaires sur la raffinerie existante pour permettre à une société étrangère de préparer des propositions pour l'extension de la raffinerie, ou ajouter des unités aux installations existantes pour éviter les goulots d'étranglement dans la production.

2. Préparer des données pour disposer d'une base qui pourra être améliorée au cours des années suivantes à l'aide de la nouvelle analyse du brut, etc., faite par les laboratoires de Pétrangol et de Gulf.

A la fin de l'annexe I, l'expert formule quelques suggestions touchant l'adjonction de quelques unités à la raffinerie pour éviter d'éventuelles défaillances dans l'exécution du programme de production. Le Gouvernement angolais pourrait avoir intérêt à utiliser ces suggestions au cas où la réalisation du programme d'extension de la raffinerie serait différée. Il est possible de commander une étude de faisabilité pour les améliorations qu'on pourrait apporter à la production de

la raffinerie existante sans avoir à faire d'investissements trop importants. Les résultats de cette étude pourraient être comparés avec des programmes plus ambitieux et notamment avec le programme de construction d'une raffinerie nouvelle.

Enquête d'avant-projet et études de faisabilité.

Trois propositions préliminaires ont été faites par le Ministère du Pétrole en vue de la construction d'une raffinerie nouvelle. Bien qu'elles ne soient pas complètes, elles peuvent être utilisées aux fins de l'enquête d'avant-projet.

A l'annexe II, l'expert indique les principales mesures qu'un investisseur doit prendre avant d'arrêter son choix et de signer un contrat pour la construction d'une usine nouvelle.

Il explique les relations entre l'investisseur et le consultant d'une part, et l'entrepreneur principal d'autre part.

Les démarches proposées à l'annexe II sont de pratique générale, et l'expert suggère au Gouvernement angolais de suivre en général cette procédure. Il s'efforce aussi de préciser le niveau des décisions qu'un investisseur doit prendre à chaque étape avant de prendre la décision finale.

Le Gouvernement angolais peut examiner la possibilité d'engager l'ONUDI comme consultant pendant l'enquête d'avant-projet.

L'annexe III expose la méthode à suivre pour répartir le coût global de l'investissement entre ses principaux éléments.

Cinq variantes sont étudiées, et la variante conseillée est appliquée au cas de l'extension de la raffinerie.

Y est aussi décrite l'une des principales méthodes utilisées, du point de vue de l'investisseur, pour établir le montant global du coût d'investissement. Les marges de ces coûts, dans des limites exprimées en pourcentage, sont indiquées à l'annexe III. Nous suggérons que l'investisseur demande à l'entrepreneur principal de préparer un devis comportant une ventilation des prix. Un devis global permet à l'entrepreneur principal de dissimuler des facturations supplémentaires.

Dans la deuxième partie de l'annexe III, l'expert étudie diverses variantes d'un modèle de construction, des prestations demandées. Se fondant sur les coûts locaux de construction et les possibilités en matière de génie civil, l'expert recommande un certain modèle d'usine nouvelle.

A l'annexe IV, l'expert traite de l'adoption d'un calendrier des opérations pour la construction d'une usine nouvelle. Plusieurs durées sont considérées, et la variante retenue peut être appliquée pour réaliser l'extension de la raffinerie selon l'étude de faisabilité.

L'annexe V résume les données nécessaires pour l'analyse économique d'un projet futur au niveau de l'étude de faisabilité.

Aucun économiste n'était présent pendant la mission et avec l'accord de l'homologue de l'expert, un télex a été envoyé à Nafsagas-Inzenjering, Yougoslavie, pour demander une analyse économique pour le programme d'extension de la raffinerie. Le résultat étant positif, l'expert a établi une proposition préliminaire pour le Ministère du Pétrole, qui avait déjà reçu deux variantes de données à analyser par ordinateur.

L'expert a extrapolé divers chiffres empruntés à des devis anciens et a calculé des coûts d'investissement pour l'équipement et les réseaux d'eau, électricité, etc..., encore qu'il lui ait été impossible d'obtenir les prix locaux pour des unités éloignées du site. Il a en fin de compte utilisé des chiffres européens empruntés à un projet similaire exécuté par sa propre société.

Le problème le plus difficile a été de trouver une liste de prix réaliste.

Les prix du pays n'étaient pas applicables, les produits locaux n'ayant pas de prix économiques commerciaux. On a convenu d'utiliser les prix internationaux pour calculer le revenu brut. Des fiches de rentabilité établies par ordinateur devaient être analysées séparément.

Les entretiens ont eu lieu au sujet des relations et responsabilités des équipes de travailleurs, du personnel chargé de l'entretien, et du personnel de laboratoire. L'utilisation du personnel affecté au projet dans les conditions locales et la formation du personnel local en vue de la construction et de la production figurent parmi les problèmes les plus importants dans des pays comme l'Angola.

Choix d'ouvrages et de revues techniques sur le raffinage, la construction d'usines nouvelles et la planification à long terme.

D'après les catalogues et les informations disponibles, l'expert a choisi de nouveaux ouvrages, périodiques et revues qui seront payés à l'aide de fonds provenant du budget, comme indiqué à l'annexe VII. La liste des ouvrages etc.. a été examinée, puis approuvée par l'ONUDI, et une lettre a été adressée à Vienne avec une commande. Les crédits alloués par le Gouvernement pour l'achat de livres et de matériel n'ont pas été entièrement dépensés. Une partie des fonds est employée à l'achat d'équipement audiovisuel.



Après une visite à l'Ecole centrale de Pétrole, à N'Gunza, des entretiens ont eu lieu à ce sujet avec Comerint S.P.A.

## II. VISITE A L'ECOLE CENTRALE DU PETROLE, N'GUNZA, LUANDA, OCTOBRE 1980

Une visite faite à l'Ecole centrale du Pétrole de N'Gunza par l'expert de l'ONUDI et un fonctionnaire du Ministère du Pétrole, arrangée à la demande de l'ONUDI et du Ministère, a eu lieu les 24 et 25 octobre 1980. L'Ecole est dirigée par COMERINT SPA, Rome, et bénéficie d'un appui de l'ONUDI. L'équipe a été reçue par le Directeur de l'Ecole et le chef de l'équipe italienne d'enseignants, qui nous a donné des indications sur le cours 1, qui fonctionnait alors avec 72 stagiaires, et sur les futurs programmes des cours 2 et 3. L'équipe a visité les salles de cours et les laboratoires de travaux pratiques. L'Ecole est bien organisée et dirigée. Les rapports entre maîtres et stagiaires sont amicaux, et le personnel enseignant possède l'autorité nécessaire.

Les cours de l'Ecole permettent aux stagiaires d'acquérir les connaissances fondamentales indispensables aux techniciens de l'industrie pétrolière. Les matières enseignées sont l'entretien des machines, du matériel électrique et des appareils de commande. Les étudiants suivent des cours pratiques et théoriques et reçoivent une formation pratique dans l'industrie pétrolière.

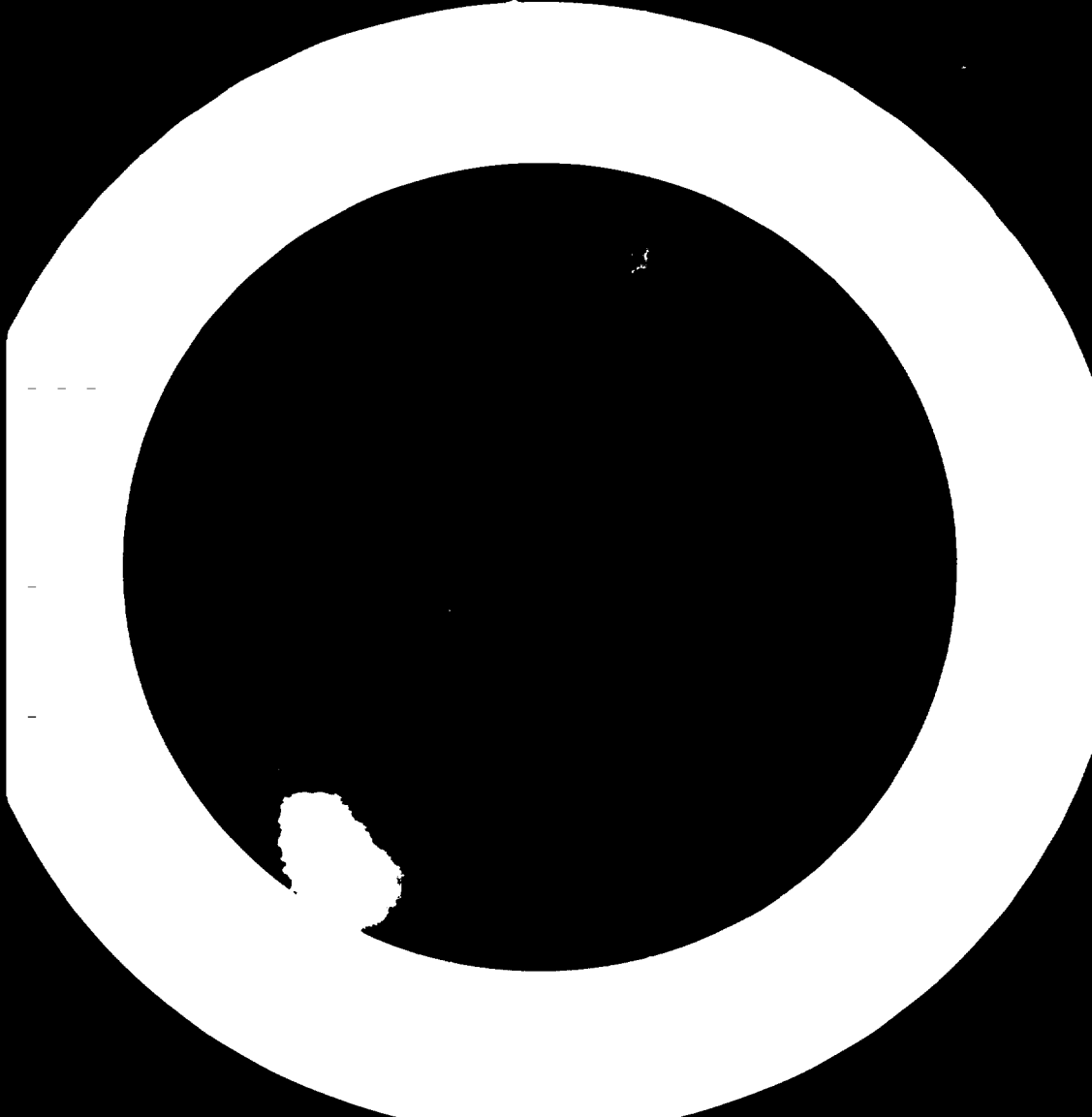
Les recommandations que formule l'expert pour l'amélioration du programme sont les suivantes :

a) Les cours 2 et 3 devraient être davantage orientés vers les sujets les plus importants : techniques de raffinage et applications des produits du raffinage. Les stagiaires n'ont pas besoin d'étudier l'analyse chimique, mais ils ont besoin d'être renseignés sur le traitement du brut et l'utilisation des produits dérivés du pétrole. Ce résultat pourrait être obtenu en installant 2 ou 3 unités pilotes d'une capacité de 10-15 litres/heure de traitement de l'huile brute, par exemple une unité de distillation du brut (distillation sous pression atmosphérique et distillation sous vide), et une unité de mélangeage fonctionnant en discontinu, type d'installation se prêtant à une gamme étendue de mélanges. Les stagiaires apprendraient des techniques de traitement par l'expérience pratique. Les étudiants qui ne possèdent qu'une expérience de laboratoire "in vitro" ne connaissent pas parfaitement les techniques de traitement lorsqu'ils arrivent à la raffinerie pour y travailler.

b) Lorsque les stagiaires entrent en fonctions à la raffinerie, un enseignant devrait les accompagner pour suivre les progrès qu'ils font pour atteindre le niveau requis.

L'utilisation des produits pétroliers est une matière importante. Avec une unité pilote de mélangeage, il est possible de fabriquer un produit type, et les stagiaires apprendraient à déterminer ce qui est satisfaisant et ce qui ne l'est pas tant pour les produits types que pour les autres produits.

L'expert estime que la Société Comerint a l'expérience nécessaire pour mettre efficacement en oeuvre ces recommandations pour l'amélioration du programme.



Annexe I

DONNEES SUR LA RAFFINERIE EXISTANTE A LUANDA

1. Généralités

Le capital-actions de la raffinerie de Luanda est détenu par Sonangol (33%) et Petrangol (67%). Elle est dotée de trois unités de traitement du brut, construites de 1963 à 1973. Elle est dans l'ensemble en bon état de fonctionnement ; toutes les unités sont bien entretenues ; leurs abords sont quotidiennement nettoyés ; les équipements de lutte contre l'incendie et les dispositifs de sécurité sont satisfaisants.

La raffinerie produit tous les types de carburants depuis le gaz de pétrole liquéfié jusqu'à l'huile lourde. Certaines unités ont été améliorées et la conversion de l'unité de séparation des produits de tête a permis d'augmenter la production.

La capacité de l'usine est de 1,5 million de tonnes par an calculée pour 330 journées de fonctionnement (environ 8.000 heures/an).

Elle est située à environ 5 km de Luanda ; à 1,5 km du port pétrolier, à environ 70 m au-dessus du niveau de la mer, sur un terrain suffisamment vaste pour permettre les agrandissements, et ses actionnaires sont propriétaires des terrains environnants.

La raffinerie fonctionne en continu ; certaines des unités nécessitent un entretien annuel.

2. Unités

La raffinerie possède trois unités de séparation des produits de tête :

- a) Topping (600) construite en 1963 ; capacité théorique 1.500 t/J.
- b) Topping (650) construite en 1973 : antérieurement sa capacité théorique était 1.700 t/j ; après transformation, capacité portée à 2.300 t/j.
- c) Topping (150) construite en 1973, sa capacité théorique était, avant la reconstruction de 1976, de 1.300 t/j. Cette unité possède une colonne de stabilisation.

Ces trois unités, compte tenu des périodes d'entretien, peuvent traiter 1,5 million de tonnes de brut.

L'unité de traitement du gaz (550), construite en 1973, a une capacité théorique de 670 t/j.

L'installation de production d'essence légère Merox (850), construite en 1973, a une capacité théorique de 190 t/j.

L'installation de production d'essence lourde HDS (250) a été construite en 1973 ; sa capacité antérieure était de 450 t/j. ; sa capacité actuelle est de 560 t/j.

L'installation de reforming (700) a été construite en 1963 avec une capacité théorique de 240 t/j., RON 85.

L'installation de production de kerosène HDS (200), construite en 1969 avec une capacité théorique de 360 t/j., et maintenant reconstruite, a une capacité de 575 t/j.

L'unité de distillation sous vide (100) a été construite en 1963 avec une capacité théorique de 300 t/j.

Toutes les unités de mélangeage sont du type "batch", c'est-à-dire qu'elles fonctionnent en discontinu.

### 3. Parc de réservoirs

Les tableaux 1 à 5 renseignent sur les réservoirs existants. L'usine manque de réservoirs pour les produits finis.

Tableau 1. Réservoirs d'eau

Contenu	Article	Volume
Eau douce	321	200 m3
Eau douce	322	500 m3
Eau douce	391	2000 m3
Eau chimiquement traitée	316	200 m3
Eau chimiquement traitée	316A	200 m3

Tableau 2. Pétrole brut

Article	Volume	Poids (tonnes)
001	6 760 m3	5 750
002	6 760 m3	5 750
003	27 490 m3	23 400
004	29 440 m3	25 100
	-----	-----
	70 450 m3	60 000

Tableau 3. Rejets

Article	Volume	Poids (tonnes)
050	570 m3	440
051	570 m3	440
055	1 120 m3	930
	-----	-----
	2 260 m3	1 810

Tableau 4. Produits finis

Article	Volume	Poids (tonnes)
<u>Gaz de pétrole liquéfié</u>		
110	1 150 m3	600
111	1 150 m3	600
910	100 m3	50
911	100 m3	50
912	100 m3	50
913	100 m3	50
	-----	-----
	2 700 m3	1 400
<u>Essence pour automobiles</u>		
230	4 000 m3	2 800
231	4 900 m3	3 500
920	200 m3	140
	-----	-----
	9 100 m3	6 440
<u>Carburant pour moteurs à réaction B</u>		
300	4 700 m3	3 450
301	4 700 m3	3 450
930	1 100 m3	800
931	1 100 m3	800
	-----	-----
	11 600 m3	8 500
<u>Kerosene</u>		
350	1 150 m3	900
935	200 m3	160
	-----	-----
	1 350 m3	1 060

Article	Volume	Poids (tonnes)
<u>Carburant pour moteurs à réaction A1</u>		
351	1 150 m3	900
360	900 m3	700
361	900 m3	700
	-----	-----
	2 950 m3	2 300
<u>Gas-oil (moteurs diesel)</u>		
411	7 300 m3	5 900
412	5 000 m3	4 000
413	3 300 m3	2 700
450	2 900 m3	2 500
940	200 m3	160
941	200 m3	160
	-----	-----
	18 900 m3	15 420
<u>Mazout</u>		
500	5 100 m3	4 500
501	5 100 m3	4 500
502	5 100 m3	4 500
503	5 100 m3	4 500
504	27 300 m3	24 300
505	28 900 m3	25 700
950	1 500 m3	1 300
951	1 500 m3	1 300
952	40 m3	35
	-----	-----
	79 640 m3	70 635



Article	Volume	Poids (tonnes)
<u>Asphalte</u>		
600	500 m3	500
601	500 m3	500
602	2 000 m3	2 000
960	90 m3	90
961	90 m3	90
	-----	-----
	3 180 m3	3 180
<u>Brai de pétrole fluxé</u>		
650	90 m3	85
651	90 m3	85
965	7 m3	7
	-----	---
	187 m3	187

Tableau 5. Produits intermédiaires

Article	Volume	Poids (tonnes)
<u>Essence légère</u>		
210	2 080 m3	1 450
211	2 080 m3	1 450
	-----	-----
	4 160 m3	2 900
<u>Essence lourde</u>		
200	3 340 m3	2 660
201	3 340 m3	2 660
	-----	-----
	6 680 m3	5 320
<u>Produit de platforming</u>		
220	940 m3	715
221	940 m3	715
	-----	-----
	1 880 m3	1 430

Article	Volume	Poids (tonnes)
<u>Kerosene</u>		
4.0	2 220 m3	1 780
401	2 220 m3	1 780
	-----	-----
	4 440 m3	3 560

#### 4. Hors-site

##### Eau douce

La raffinerie est alimentée en eau douce par une petite rivière, la Bengo. Une station de pompage prélève l'eau, qui est amenée à l'usine par une canalisation tubulaire de 8 pouces de diamètre, et longue de 16 km. La capacité de pompage est d'environ 140 m3/h ; l'excédent disponible pour de nouvelles installations est seulement de 50 m3/h.

Chaque année, en septembre, et jusqu'en octobre, il y a pénurie d'eau, le débit de la Bengo étant insuffisant pour alimenter le réseau de distribution de Luanda et les installations industrielles des environs. L'extension de la raffinerie par adjonction d'unités nouvelles fortes consommatrices d'eau nécessiterait la construction de digues sur la Bengo, une nouvelle station de pompage et une nouvelle canalisation.

La raffinerie est équipée de trois réservoirs d'eau, d'une capacité globale de 2 700 m3.

##### Traitement chimique de l'eau

La raffinerie possède des unités modernes pour le traitement chimique de l'eau à l'air libre, avec une station de filtrage, et d'une capacité globale d'environ 100 m3/h. Elles fournissent l'eau de refroidissement et l'eau d'alimentation des chaudières.

##### Eau de refroidissement

Il existe un système de refroidissement par recirculation de l'eau en circuit fermé. La température à l'entrée est de 30°C et 3 bars, et un maximum de 45°C et 1,5 bar à la sortie.

#### Energie électrique

La raffinerie de Luanda est alimentée en courant électrique par la SONEFE (entreprise du secteur public dépendant du Ministère de l'Energie Direcção Nacional de Energia Eléctrica). L'usine est raccordée au poste de transformation de Cambambe par des câbles de 63 kV et 15 kV (qui servent principalement à alimenter le port pétrolier, à 12 km de la raffinerie).

En moyenne, il se produit deux pannes de courant chaque mois à la station de Cambambe ; on constate aussi de fréquentes oscillations de la tension, imputables aux besoins d'une entreprise métallurgique alimentée par la même station. Il en résulte des problèmes de fonctionnement pour toutes les unités. La consommation d'énergie de la raffinerie actuelle est au maximum de 3.55 MW.

Le poste de transformation de Cambambe est relié à la centrale par une ligne de 220 kV ; une deuxième ligne, de même voltage, doit être installée en 1983.

La raffinerie possède ses propres transformateurs, qui abaissent la tension à respectivement 6 kV et 0,4 kV, mais sans aucune capacité de réserve.

Elle est aussi dotée de deux générateurs diesel qui assurent la continuité du fonctionnement du compresseur du reformage pour l'air comprimé des appareils de commande, et pour les pompes d'alimentation de la chaudière.

#### Production de vapeur

La production de vapeur est assurée par une chaudière d'une capacité de 18 t/h et par deux autres chaudières chacune d'une capacité de 28 t/h.

Normalement, la raffinerie fonctionne avec une ou deux chaudières.

Les chaudières produisent de la vapeur saturée, à 12 bars, qui sert principalement pour le stripping, le chauffage, et à entraîner plusieurs petites turbines.

#### Air comprimé

Tous les appareils de commande fonctionnent à l'air comprimé. Il y a pour ces appareils un compresseur produisant un air sec, sous pression de 8 bars.

#### Consommation interne de combustibles

La raffinerie utilise comme combustibles le gaz (un tiers de la consommation) et le mazout (deux tiers de la consommation).

Le mazout est maintenu à température de 105 - 110°C

#### Traitement des eaux usées

Il existe un système d'égoûts souterrains, utilisé pour l'eau contaminée par le pétrole et les eaux de pluie. Ces eaux sont amenées à Jeux séparateurs du type API et, après traitement, sont évacuées par une conduite surélevée jusqu'à la mer, à proximité du port pétrolier. La raffinerie étant située à 70m au-dessus du niveau de la mer, la déclivité suffit à assurer l'écoulement. Le pétrole récupéré par les séparateurs est amené à des réservoirs pour rejets humides, puis pompé vers les réservoirs aux rejets secs.

#### Système de chauffe

La raffinerie possède un petit système centralisé pour la chauffe de l'unité de traitement du gaz et pour la production d'essence lourde HDS.

#### Moyens de chargement et de déchargement

La raffinerie traite deux sortes de bruts de production locale :

a) Brut du type "Kwanza", qui provient de la région de la Kwanza, au Sud de Luanda, pour lequel on dispose d'un parc de réservoirs et d'un oléoduc de 6 pouces de section qui amène directement le produit à la raffinerie.

b) Brut du type "Soyo", qui provient des gisements du nord du pays, au sud de l'estuaire du Congo, et qu'on amène par bateaux au port pétrolier de Luanda, d'où on le pompe jusqu'à la raffinerie par un oléoduc de 12 pouces. C'est le même oléoduc qu'on utilise parfois pour exporter le mazout par bateaux.

La capacité de la station de pompage et de l'oléoduc du port pétrolier est insuffisante. La direction de la raffinerie se propose d'installer un autre oléoduc qui servira uniquement pour les exportations de mazout, ainsi qu'un grand réservoir de 50.000 m<sup>3</sup> pour le stockage de ce produit.

La distribution de tous les autres produits se fait surtout par transports routiers. Il existe aussi des possibilités de transport ferroviaire.

#### Système de lutte contre l'incendie

La raffinerie dispose d'un bon système de lutte contre l'incendie, du type stable à réseau de distribution d'eau et à mousse. Il semble bien entretenu.

### 5. Main-d'oeuvre

Les 456 employés de la raffinerie Petrangol sont affectés comme suit :

Raffinage et mélangeage	100
Laboratoire	22
Lutte contre l'incendie	20
Entretien	100
Expédition	54
Auxiliaires	150
Administration	10

L'entreprise manque de travailleurs qualifiés. Le personnel administratif a été recruté à l'étranger, et le Gouvernement fait un effort pour former des travailleurs à l'Ecole centrale du pétrole de N'Gunza. La solution du problème n'est qu'une question de temps. Quatre équipes sont affectées au raffinage et à la lutte contre l'incendie ; tous les autres services fonctionnent avec deux équipes. L'impression est, que toute la main-d'oeuvre n'a été formée que pour les techniques de raffinage, et n'est pas préparée pour la construction d'une usine nouvelle, ce qui signifie que si l'on décide d'exécuter le nouveau projet, une formation en vue des travaux de construction sera nécessaire.

La division de l'entretien est bien équipée. L'entretien annuel de toutes les unités est confiée à une société d'outre-mer.

### 6. Bruts

L'Angola produit trois types de bruts : Cabinda, Soyo, et Kwanza. Le brut de Cabinda est en fait réservé à l'exportation. La raffinerie traite le brut de Soyo (environ 1.200.000 t/an) et celui de Kwanza (environ 200.000 t/an). Le volume de la production de Kwanza est limité, et le Gouvernement compte sur les bruts de Cabinda et Soyo pour développer sa production.

### 7. Production de la raffinerie de Luanda

En 1979, le programme de production de raffinerie a été le suivant :

<u>Produit</u>	<u>Tonnes/an</u>
Gaz de pétrole liquéfié	9 454
Essence	77 495
Carburant pour moteurs à réaction	101 077
Pétrole pour l'éclairage	28 532
Gas-cil	239 493

<u>Produit</u>	<u>Tonnes/an</u>
Huile de distillation simple	104 322
Mazout exporté	470 904
Fuel de soute C	888
Mazout extra lourd	27 123
Asphalte	1 121
	<hr/>
T o t a l	1 060 409

La raffinerie est constamment à court de gaz de pétrole liquéfié et d'essence. En 1979, elle a importé 8.255 t. du premier de ces produits, et 5.025 t. du second.

Toutes les unités de mélangeage fonctionnent en discontinu.

Composants des produits terminaux

<u>Produit</u>	<u>Composants (en pourcentage)</u>	
Essence (RON 90)	Essence de reformage	70
	Essence de première distillation	30
Combustible pour réacteurs JP4	Essence lourde	50
	Essence légère	15
	Kerosene	35
Combustible pour réacteurs JP1	Kerosene	100
Pétrole lampant	Kerosene	100
Huile de distillation simple	Mélange de résidu de distillation à pression atmosphérique et de gas-oil lourd excédentaire	
Fuel de soute C	Résidu de distillation atmosphérique	100
Gaz de pétrole liquéfié	Gaz de pétrole liquéfié	100

La raffinerie utilise le "plomb" OCTEC pour la production de son essence de mélange final RON 90.

Annexe II

EXTENSION DE LA RAFFINERIE

1. Propositions préliminaires

a) La société de consultants (Arthur D. Little) et le conseiller de l'ONUDI devront formuler des observations générales. Des réponses supplémentaires de la part de la société d'ingénierie sont nécessaires ;

b) Une réunion devrait être organisée pour étudier ces observations en fonction de ce qui suit :

- i) Conclusions au sujet du type d'installation (priorité aux produits légers ou aux produits lourds) ;
- ii) Relations entre les excédents de produits et les prévisions en ce qui concerne la fabrication de produits pétrochimiques et d'engrais ;
- iii) Relations entre l'excédent de mazout et la consommation d'énergie électrique ;
- iv) Volume de la production considéré en fonction du développement du marché d'exportation jusqu'en 1990.

c) Prendre une décision au sujet du choix entre produits légers ou produits lourds, mais réserver la question de la capacité de raffinage, qui devra être examinée plus avant.

2. Variantes

Une étude de rentabilité devra être effectuée pour la capacité (4 ou 5 millions de tonnes par an) ; elle devra prendre en compte les coûts d'investissement et les rendements.

Les résultats devront être comparés aux fins de diverses conclusions, par exemple capacité de l'usine future, type des unités, et moyens de financement

3. Programme d'extension

Les propositions devront contenir un calendrier pour la collecte des offres, la présentation des observations, la négociation et la signature du contrat, l'exécution du programme (échelonnement des apports d'ingénierie, des livraisons d'équipement, des étapes de la construction, et enfin démarrage de l'usine).

Les relations entre la société de consultants, l'entrepreneur et l'investisseur local devront être définies. Il y aura également lieu de préciser les responsabilités de chaque partenaire à chaque étape de la réalisation du programme, c'est-à-dire au stade contractuel, au cours de la livraison de l'équipement, pendant la construction et travaux connexes, et au moment du démarrage des unités.

Des techniciens et des économistes devront être désignés pour constituer le noyau des conseillers qui appuieront l'investisseur.

#### 4. Appel d'offres final

Le type d'unité requis devra être précisé ainsi que l'importance des prestations demandées et le type de garanties considéré ; les indications nécessaires sur la raffinerie actuelle, sur les caractéristiques climatiques et sur les terrains dont on dispose pour l'extension, etc., devront être fournies.

Devront également être spécifiés les besoins en eau et en énergie, ainsi que la gamme des produits.

#### 5. Devis final

Une annonce devra être publiée dans un journal de grande diffusion pour avertir le public de l'intention de rassembler des propositions pour l'extension de la raffinerie.

Cette annonce devra contenir des renseignements sur l'investisseur, la société importatrice, les conditions de financement envisagées (durée du prêt, etc.) ; elle devra indiquer le délai dans lequel les offres devront être soumises, les priorités dont l'investisseur doit tenir compte, pour prendre sa décision finale (prix, prêt, calendrier d'exécution) et proposer une garantie pour les engagements pris par le soumissionnaire. Elle devra préciser que toutes les offres doivent être conformes au modèle que les intéressés pourront se procurer en s'adressant à tel endroit.

Pendant l'établissement des devis, une société de consultants devra être engagée pour donner, en coopération avec le représentant de l'investisseur, des explications complémentaires sur les questions techniques et commerciales.

Des modèles d'offre devront être envoyés à toute société qui aura présenté des propositions préliminaires.



6. Visites d'information pour les investisseurs

Des visites devront être organisées pour permettre aux investisseurs d'examiner des usines du même type et des installations en construction.

7. Réception des offres

Les offres devront être retenues dans la mesure où elles répondent aux conditions énoncées dans l'annonce officielle.

Une analyse exacte de l'offre la plus intéressante devra être préparée conjointement avec la société de consultants.

Les trois sociétés classées en tête devront être retenues et invitées à envoyer un représentant en vue des négociations préliminaires.

8. L'entrepreneur principal

Les trois sociétés classées en tête seront invitées à établir un projet de contrat. Les projets présentés devront être analysés du point de vue des garanties générales et des garanties de bon fonctionnement proposées.

Il y aura lieu de demander des réductions finales.

On procédera à l'établissement du projet de contrat de l'investisseur, et au choix de la meilleure proposition.

9. Signature du contrat

On désignera l'équipe chargée de commencer les négociations avec l'aide de la société de consultants, et le texte définitif du contrat devra être rédigé, prêt pour la signature.

Annexe III

COUTS D'INVESTISSEMENT

1. Généralités

La première chose à faire, dans la préparation de données en vue de l'analyse économique au stade de la pré-faisabilité, serait de ventiler les coûts d'investissement pour le nouveau projet, si le coût total d'investissement ressortait des propositions préliminaires. Cela établirait les conditions de la réalisation du projet, et aiderait à faire des prévisions pour le financement général. Les éléments à déterminer sont les suivants :

- a) Importance des prestations de l'entrepreneur principal ;
- b) Volume des travaux et d'équipement que l'investisseur se réserve de fournir ;
- c) Ventilation du coût total d'investissement entre les divers éléments du nouveau projet (en pourcentage).

Il sera alors possible d'évaluer le financement en ressources locales et étrangères, et de préparer un calendrier des opérations. Il sera aussi plus facile de déterminer le volume de cash-flow nécessaire pour le règlement des droits de douane, les impôts, la main-d'oeuvre, les salaires du personnel, etc.

Il existe des modèles techniques pour l'exécution d'un projet nécessitant une technologie complexe, comme la construction d'une raffinerie et d'une usine pétrochimique.

Dans les projets de ce genre, ce qui compte le plus, ce sont les travaux complexes qu'exige la construction, et pour lesquels une bonne planification et une bonne organisation sont indispensables. Il appartient à l'investisseur de fournir une bonne équipe de spécialistes de l'investissement pour mener à bien ces activités.

Si le projet doit être réalisé en Angola, l'expert tend à penser que l'investisseur ne parviendrait pas à trouver des spécialistes expérimentés (ingénieurs, mécaniciens, électriciens, techniciens spécialistes des appareils de contrôle et de commande, et ingénieurs chimistes diplômés). C'est pourquoi il suggère qu'un modèle rendrait l'entrepreneur principal responsable de chaque phase de l'exécution, comme de la documentation et des services d'ingénierie, de la fourniture de l'équipement et des travaux à pied d'oeuvre.

Le modèle aurait l'avantage de laisser à l'entrepreneur la responsabilité complète. On remarquera que l'entrepreneur sera responsable de toutes les étapes du projet, ce qui est particulièrement important vis-à-vis de la garantie pour la totalité

de l'usine. Le modèle donne à l'investisseur la possibilité de demander de hauts niveaux de garantie au moment des négociations menées en vue du contrat. En revanche, un tel modèle laisse à l'entrepreneur principal la liberté de demander des prix plus élevés aux fournisseurs et titulaires des sous-contrats.

Ce n'est là qu'un mince problème à côté des risques que l'on court dans l'hypothèse où l'investisseur commet une erreur au cours de la construction de l'usine.

Le tableau 6 présente quelques variantes pour la ventilation du coût global d'investissement, ainsi qu'un modèle pour le contrat du projet.

Tableau 6. Ventilation du coût d'investissement

	Variantes (en pourcentage)				
1. Licence et savoir-faire	3	3	4	4	3
2. Ingénierie de base et ingénierie détaillée	15	10	13	15	16
3. Equipement	45	50	40	50	40
4. Construction	30	20	25	20	22
5. Génie civil	6	15	12	10	15
6. Formation	0.2	0.5	2	5	1
7. Services pour le démarrage	8	15	4	5	3
<b>T o t a l</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Variantes groupées :</b>					
A. 1 + 2 + 3 + 4 + 6 + 7	Moins 5				
B. 1 + 2 + 3 + 6 + 7	Moins 4 et 5				
C. 1 + 2 + 3 + 4 (50%) + 6 + 7	Moins 5 (50%) et 5				
D. 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7	Clé en mains				

## 2. Explication

Pour des raisons données plus haut par l'expert, nous suggérons la cinquième variante de la ventilation du coût d'investissement, c'est un choix basé sur l'expérience pour des projets du type raffinerie ou usine pétrochimique. La société d'engineering (Naftagas Engineering, Yougoslavie) à laquelle appartient l'expert a, au cours de cinq années, effectué plus de 20 études de faisabilité dans lesquelles ces variantes ont été expérimentées. De l'expérience acquise, il résulte que la majeure partie du coût global d'investissement sera consacrée à l'équipement et à la construction

(65 - 75%) tandis que les honoraires d'engineering représenteront 10 - 16 % de ce coût. Ces marges sont réalistes, bien que l'honoraire d'ingénierie soit faible. L'entrepreneur principal aura quelque latitude pour la fourniture d'équipement pour compenser d'éventuels coûts supplémentaires.

On suggère aussi d'affecter 6 à 15 % pour les travaux de génie civil, selon les conditions locales et les préférences de l'investisseur (nouveau bâtiment pour l'administration ; vestiaire pour les travailleurs des équipes, etc.).

Une affectation de 12 à 15 % pour les coûts de génie civil afférents à l'extension de la raffinerie de Luanda se justifie pour les raisons suivantes :

a) La future raffinerie est bien située. Elle est proche de la raffinerie existante, à 5 km de Luanda, et à 1 km du port pétrolier ;

b) Le terrain réservé pour la zone d'extension est situé à 70m au-dessus du niveau de la mer ; sa surface est horizontale, et le sous-sol est sec ;

c) Le climat de Luanda est chaud (tropical) mais n'impose pas la construction de bâtiments ou de hangars pour les compresseurs et autres matériels complexes.

Il est plus difficile d'établir des prévisions pour les licences et honoraires à verser pour le savoir-faire.

Ces coûts dépendent des procédés de fabrication, ainsi que du pays d'origine du donneur de licence ou de l'investisseur. L'expérience suggère un montant de 1 à 5%. Depuis deux ans, on constate une tendance à majorer ce chiffre, et le coût des honoraires de licences est devenu relativement élevé. Il faut aussi comprendre que l'investisseur ne se propose pas d'utiliser des technologies nouvelles pour l'extension de la raffinerie. Le coût des licences et du savoir-faire s'en trouverait majoré.

Pour la formation et les services au démarrage, il y a lieu de prévoir une marge de 1 à 6%. Ce serait beaucoup pour l'Europe, mais on suppose que l'investisseur devra former les travailleurs locaux pour les besoins de la fabrication, de l'entretien, et des travaux de laboratoire. Un chiffre de 3 à 5% serait plus réaliste. Quant aux services de démarrage, on présume que même après que les unités et l'usine auront été achevées et fonctionneront selon les garanties données, l'investisseur donnera à l'entrepreneur principal un ou deux ans pour former des spécialistes de la fabrication et des chefs d'équipe capables d'assurer le fonctionnement régulier des installations.

Des cinq variantes figurant au tableau 6, c'est la cinquième qui est à retenir pour une analyse économique d'étude de pré-faisabilité. Elle semble plus réaliste que les autres et fournirait un cadre pour l'analyse de la sensibilité du projet.

### 3. Prestations demandées à l'entrepreneur principal

Pour les prestations demandées à l'entrepreneur principal, nous recommandons la variante 4 et conseillons à l'investisseur de se décharger autant que possible sur l'entrepreneur de la responsabilité de la fourniture d'ingénierie, d'équipement, de la construction et des services, tant pour les travaux à pied d'oeuvre que pour le démarrage.

Les variantes D et C sont sujettes à des risques, mais la variante A est la plus réaliste. Cela signifie que l'entrepreneur sera responsable de toutes les prestations, génie civil excepté. L'investisseur peut passer un contrat séparé pour les travaux de cette espèce à effectuer en Angola, en se fondant sur des données d'ingénierie de base fournies par l'entrepreneur principal.

Des sociétés étrangères, qui ont déjà exécuté quelques travaux, sont bien équipées de grues et autres matériels pour les opérations de génie civil à entreprendre pour l'extension de la raffinerie.

En conclusion, les variantes A et D sont à analyser dans une étude économique de pré-faisabilité.

Annexe IV

CALENDRIER DES OPERATIONS

Il faudra de 3 à 4 années pour construire une raffinerie capable de traiter de 2,5 à 4 millions de tonnes de brut annuellement. Le projet comporterait de 5 à 8 unités, plus l'équipement nécessaire pour la distribution d'eau, d'électricité, etc. Cette durée s'entend de la période allant de la signature du contrat à la mise en service des installations.

Pour la construction, nous suggérons trois variantes :

Variante 1 - la plus longue - 42 mois ; variante 2 : 36 mois ; et variante 3 : 33 mois.

Nous recommandons de confier la réalisation du projet à un entrepreneur étranger de valeur reconnue, et considérons que 3 années sont suffisantes pour la réalisation d'un tel projet.

Signature du contrat

Le contrat doit être signé et entrer en vigueur. Un contrat passé avec une société étrangère devrait entrer en vigueur 90 jours après sa signature. Ce délai donne à la garantie bancaire le temps d'arriver et laisse le temps de faire à l'entrepreneur principal le premier versement comptant.

Licence, savoir-faire et ingénierie de base

Tout d'abord, l'entrepreneur de documentation technique doit livrer les ouvrages d'ingénierie, d'après la documentation relative à la licence que lui communique le concédant. La documentation d'ingénierie de base donnera à l'entrepreneur principal l'essentiel des données nécessaires pour la continuation du travail pour l'ingénierie détaillée. Elle lui permettra aussi de passer avec des sous-traitants des contrats séparés pour la fourniture d'équipement et fournira à l'investisseur des données de base suffisantes pour le contrat de travaux de génie civil (plan de l'usine ; données nécessaires à l'établissement des plans pour les socles de l'équipement). L'entrepreneur pourrait achever les travaux en 6 mois, mais il est possible de le faire plus rapidement (4 ou 5 mois), spécialement si l'investisseur, par une "lettre d'intention" demande une exécution plus rapide pour que le contrat puisse entrer en vigueur.

### Ingénierie détaillée

L'ingénierie détaillée suit pratiquement toutes les phases du projet. On peut la diviser comme suit : conception (études), commande de l'équipement, supervision de sa fabrication, expédition, transport, réception de l'équipement, planification des travaux à pied d'oeuvre et supervision de ces travaux. Au cours de ces phases, l'entrepreneur établira des plans additionnels, notamment pour les lignes d'interconnexion. Des activités d'ingénierie détaillée accompagnent toutes les phases du projet.

La prestation finale, en ce domaine, porte sur les "dessins construits" et sur des manuels pour le fonctionnement de chaque unité (démarrage, exploitation, arrêt normal et arrêt d'urgence du fonctionnement) ainsi que sur des instructions pour l'entretien de l'équipement.

### Livraison de l'équipement

On suppose à l'annexe III que le constructeur livrera l'équipement CAF Luanda, et qu'il assurera le transport jusqu'au site, avec le déchargement. Tel est l'usage normal en Europe et aux Etats-Unis d'Amérique. La dernière livraison se composera de pièces de rechange, qui devront arriver avant le démarrage.

### Transport et droits de douane

Les prestations de l'entrepreneur principal portent sur trois principaux domaines :

- a) Ingénierie de base,
- b) Ingénierie détaillée,
- c) Equipement et pièces de rechange.

Pour le transport, et l'évaluation des droits de douane, il faut compter de 10 à 16 mois.

### Construction

La construction mécanique est l'élément essentiel du travail de construction à effectuer (70 à 80 % de tout ce travail). Il y a encore la construction électrique, celles des appareils de contrôle et de commande, de la charpente acier des bâtiments, et enfin la construction des tuyauteries et canalisations. Il faut compter de 12 à 18 mois si c'est l'entrepreneur principal qui effectue ces travaux.

#### Génie civil

Les travaux de génie civil se décomposent comme suit :

a) Travaux au site de l'usine, qui peuvent commencer après que l'étude de l'implantation de l'équipement est achevée pour tous les niveaux du terrain ;

b) Socles en maçonnerie pour l'équipement ;

c) Bâtiments, routes, et revêtement des espaces libres.

Pour ces travaux, compter normalement 18 mois.

#### Formation

La formation doit être divisée en deux parties :

a) Formation du personnel de l'usine en vue de la supervision des travaux à pied d'oeuvre. Elle peut commencer immédiatement après l'entrée en vigueur du contrat ;

b) Formation des employés de l'investisseur en vue de l'exploitation de l'usine, des travaux de laboratoire et de l'entretien de l'équipement. Durée : 12 mois environ.

#### Démarrage

L'entrepreneur principal est en général responsable du démarrage de toutes les unités après que l'investisseur a signé un protocole relatif à l'achèvement des éléments mécaniques de l'usine. La durée de la période de démarrage est de six mois.

#### Mise en service

Selon les conditions du contrat, on peut compter que l'entrepreneur principal sera en mesure d'affronter toutes les garanties de fonctionnement dans un délai de 3 mois à compter du démarrage de toutes les unités.



Annexe V  
DONNEES A PRENDRE EN COMPTE  
POUR L'ANALYSE ECONOMIQUE

Offre n° 1

Type d'usine : raffinerie (à distillation directe simplifiée) avec les capacités suivantes, exprimées en millions de tonnes par an :

Distillation atmosphérique	2,500
Distillation légère	370
Essence légère Mercox	91
Naphtha HDS	251
Platforming	126
Kerosene HDS	442

Besoins hors site : réservoirs pour huiles brutes, pour produits intermédiaires et pour produits terminaux.

1. Coût de l'équipement (millions de dollars)

Equipement de production	45.0
Equipement hors-site	8.0
Parc de réservoirs	10.0
Pièces de rechange	0.8
Entretien	0.5
Matériel de laboratoire	1.0
Chargement et déchargement	3.5
	<hr/> 68.8
Imprévus 10 %	6.88
Total équipement	75.68
Transport et assurance 10 %	7.568
	<hr/> 83.248

2. Ventilation du coût d'investissement (millions de dollars)

Voir annexe III, tableau 6, Variante 2.

Licence, savoir-faire, ingénierie de base

Ingénierie détaillée

Equipement CAF Luanda	83.248
Construction	
Construction et génie civil	
Formation	1.850
	<hr/> 85.098

Services au démarrage

3. Calendrier des coûts d'investissement

	<u>Mois</u>	<u>Pourcentage</u>
Licence, savoir-faire, ingénierie de base	0 - 7	3
Ingénierie détaillée	6 -30	10
Equipement CAF Luanda	12 -21	50
Construction	15 -28	20
Terrain et génie civil	3-6/9 -18	15
Formation	3-6/18 -30	0.5
Services au démarrage	30 -36	1.5
Durée à compter de la signature du contrat :	36	100

4. Besoins annuels en électricité, vapeur, etc. (330 journées fonctionnement continu)

Electricité Mwh	16,414
Vapeur, 1.000 t.	95
Eau de refroidissement, 1.000 t.	8,990
Catalyseur/chim. 1.000 dollars EU	85
Consommation de mazout, 1.000 t.	72
Pétrole brut, 1.000 t.	2,500

5. Programme de production (1.000 t/an)

Gaz de pétrole liquéfié	51
Essence LT raffinée	91
Essence de reforming	108
Essence lourde raffinée	121
Gas-oil	383
Kerosene raffiné	435
Mazout léger	1.305
	<u>2.494</u>
Pertes en cours de traitement	6
	<u>2.500</u>

6. Production de produits terminaux (1.000 t/an)

	<u>Quantités</u>
Gaz de pétrole liquéfié	51
Essence	154
Combustible pour moteurs à réaction 4	249,7
Combustible pour moteurs à réaction 1	82,5
Pétrole lampant	40
Gas-oil pour automobiles	535,8
Mazout léger	1.305
Combustible de soude C	4
	<hr/> 2.422

7. Personnel du projet

<u>Catégorie</u>	<u>Salaire brut mensuel °</u>	
A Diplômés	45,000 Kz	(impôts : 40% net)
B Ouvriers qualifiés	30,000 Kz	
C Ouvriers non qualifiés	20,000 Kz	
D Etrangers	6,000 dollars EU	
° 29 Kz = 1 dollar EU		

<u>Description du travail</u>	<u>Nombre</u>	<u>Mois</u>	<u>Catégories</u>			
			<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>
Gestion du projet	7	36	5	1	1	2
Consultants, planification, ingénierie détaillée	3	32	3	-	-	2
Supervision fabrication équipement	6	12	6	-	-	4
Supervision travaux à pied d'oeuvre	15	18	10	4	1	3
Recrutement et formation du personnel de production	600	12	10	300	290	8
Recrutement personnel promotion commerciale	10	6	5	5	-	2
Recrutement personnel lutte contre incendie et protection installations	48	2	-	48	-	-
Recrutement personnel pour entretien équipement	65	5	45	20	-	-
<b>T o t a l</b>	<hr/> 754		<hr/> 84	<hr/> 378	<hr/> 292	
Etrangers						21

8. Ressources pour le financement du projet

Le tableau 7 indique les types de paiements, coûts d'investissement, etc.

Tableau 7. Ressources pour le financement du projet

Type de paiement	Coût d'investissement (%)	Paiement comptant %	Durée du prêt (années)	Intérêts (%)	Premier versement (années)
Capital-actions (Kz)	5	-	-	10	-
Prêt banque locale (Kz)	10	5	5	12	3
Prêt banque locale (dollars)	15	10	5	8	5
Prêt fournisseurs (dollars)	60	10	10	9	3
Financement banque étrangère	10	3	15	5	5

9. Amortissement

Une déduction pour amortissement de 20% pour des coûts de construction et de 15 % pour les coûts de génie civil doit être faite au poste 1. Les facteurs d'amortissement suivants sont à appliquer :

Equipement pour la fabrication et hors-site	8 ans
Parc de réservoirs	15 ans
Génie civil	20 ans
Tous autres équipements (entretien, chargement, etc.)	8 ans

10. Fonds de roulement

Le fonds de roulement doit suffire pour :

- Un stock de matières premières correspondant à 20 jours de consommation,
- Un approvisionnement en catalyseurs et produits chimiques pour une année,
- Le règlement des salaires et autres paiements, pour une durée de 3 mois,
- Un stock de produits correspondant à 30 jours de consommation.

La position de l'investisseur

Si l'investisseur a des difficultés pour financer un grand projet, il peut décider de l'exécuter par étapes.

La première étape doit être ambitieuse, et la production totale doit être supérieure à la consommation du marché local, surtout dans le domaine des mazouts "produit noir".

On prévoit que :

a) L'entrepreneur principal fournira et construira l'usine et recevra tout le mazout excédentaire. C'est-à-dire que l'investisseur réglera en partie avec les produits excédentaires ;

b) Une partie du mazout excédentaire peut être utilisée par la centrale thermique qui doit être construite à proximité de la raffinerie. La centrale fournira le courant à la raffinerie existante, à la raffinerie nouvelle, aux industries voisines de la région de Luanda, et à la ville de Luanda à un taux convenu en cas de besoin ;

c) L'excédent du mazout peut être aussi utilisé en partie comme matière première pour la production d'ammoniac à utiliser dans les mélanges pour la production d'engrais synthétiques NPK. On peut aussi l'utiliser pour la fabrication de fibres synthétiques ou dans les industries chimiques de base.

L'Angola dispose de phosphore, et la production d'engrais NPK permettrait de développer la production alimentaire pour le marché local et pour l'exportation.

On peut dire, en gros, que 0,9 tonne de mazout correspond à une tonne d'ammoniac. Une tonne d'engrais NPK contient de 150 à 180 kg d'ammoniac. La production de 400 t/j d'ammoniac, c'est-à-dire de 120,000 t/a coûtera entre 40 et 50 millions de dollars.

En résumé : l'investisseur prend la décision de construire la première phase des unités de traitement, et, selon les excédents de mazout, décide, au lieu de le traiter par craquage, de l'utiliser comme matière première pour la fabrication d'engrais et pour les industries chimiques de base.

Il est très possible qu'un tel projet puisse être réalisé dans des pays socialistes sur la base d'un contrat de pays à pays. Des sociétés italiennes ou japonaises pourraient aussi s'y intéresser, l'Italie et le Japon manquant de pétrole brut mais disposant de la capacité de craquage dans leurs raffineries existantes.

Deux projets ont été construits en Yougoslavie sur cette base et pour des raisons similaires.

Les hypothèses suivantes devraient être analysées par ordinateur :

a) Prix du brut au prix du marché mondial ; prix du mazout CAF  
prix Rotterdam,

b) Prix du brut à 20% inférieur au prix du marché mondial, pour les 5 premières années de production ; prix du mazout égal au prix du pétrole brut sur le marché mondial,

c) Même qu'en b) mais prix du mazout 15% supérieur aux prix du pétrole brut sur le marché mondial.

Offre n° 2

L'usine comporte les unités suivantes, avec capacités calculées en tonnes par an (8.000 heures/an) :

Distillation du brut	2 400 000
Hydrofinissage du naphtha	520 000
Reformage catalytique	430 000
Hydrofinissage du kerosene	300 000
Hydrofinissage carburant diesel	1 370 000
Récupération gaz de pétrole liquéfié	40 000

L'équipement électrique comporte :

Deux chaudières chauffant au mazout, Rot/R 100 Kgf/cm<sup>2</sup> 540°C

Deux turbo-générateurs à condensation et admission de 12 MW

Parc de réservoirs	50,000	10,000	5,000	2,000	1,000
cylindriques (cm <sup>3</sup> )	3	6	16	12	10

$$\frac{400}{5} \quad \frac{1,000^3}{4}$$

Moyens de chargement et déchargement hors-site nécessaires, distribution d'eau, unités de traitement des eaux usées etc.

1. Coût d'investissement (millions dollars)

		<u>Pourcentage</u>
Licence, savoir-faire, ingénierie de base	5,87	3
Ingénierie détaillée	19,57	10
Equipement transport	97,85	50
Construction	39,14	20
Terrain et génie civil	29,285	15
Formation	0,978	0,5
Services au démarrage	1,928	11,5
	<hr/>	<hr/>
Total	194,421	100

2. Calendrier des opérations

Comme pour l'offre n° 1, article 3.

3. Consommation annuelle d'électricité, vapeur etc et prix/h (29 Kz = 1 dollar EU)

Distillation du brut

Electricité KWh/h	1,290
Vapeur, moyenne pression, t/h	4.5
Vapeur, basse pression, t/h	16.3
Mazout, KCal/h	54x10 <sup>6</sup>
Eau de refroidissement, m3/h	380
Eau traitée, m3/h	21
Air comprimé appareils de commande, Nm3/h	110

Hydrorafinage du naphtha

Electricité KWh/h	2,350
Vapeur, moyenne pression, t/h	0.7
Vapeur, basse pression <sup>1)</sup> , t/h	+ 1.7
Mazout, KCal/h	23x10 <sup>6</sup>
Eau de refroidissement, m3/h	300
Eau pour distillation fractionnée en discontinu	7
Air comprimé appareils de commande, Nm3/h	110

Reformage catalytique

Electricité, KWh/h	2,570
Vapeur, haute pression; t/h	+ 19.2
Vapeur, moyenne pression, t/h	0.8
Vapeur, basse pression, t/h	+ 0.8
Mazout, <sup>2)</sup> KCal/h	28x10 <sup>6</sup>
Eau de refroidissement, m3/h	380
Eau pour distillation fractionnée en discontinu	27
Air comprimé appareils de commande, Nm3/h	120

Hydrorafinage de kerosene

Electricité, KWh/h	620
Vapeur, moyenne pression, <sup>3)</sup> t/h	+ 1.3

1) Produisant de la vapeur à basse pression.

2) Non compris la consommation de mazout et de gaz de production locale.

3) Produisant de la vapeur à haute pression et basse pression.

Vapeur, basse pression, t/h	0.3
Mazout, KCal/h	$7 \times 10^6$
Eau de refroidissement, m <sup>3</sup> /h	150
Eau pour distillation fractionnée en discontinu	1,2
Air comprimé appareils de commande, Nm <sup>3</sup> /h	100
<u>Hydrofinissage du carburant pour moteurs diesel</u>	
Electricité, KWh/h	1.430
Vapeur, moyenne pression, t/h	+ 3.9
Vapeur, basse pression, t/h	+ 3.1
Mazout, KCal/h	$13 \times 10^6$
Eau de refroidissement, m <sup>3</sup> /h	320
Eau pour distillation fractionnée en discontinu	13
Air comprimé appareils de commande, Nm <sup>3</sup> /h	120
<u>Unité de Coking</u>	
Electricité, KWh/h	6.200
Vapeur, haute pression, t/h	5.4
Vapeur, moyenne pression, t/h	6.5
Vapeur, basse pression, t/h	+ 17.8
Mazout, <sup>4)</sup> KCal/h	$35 \times 10^6$
Eau de refroidissement, m <sup>3</sup> /h	290
Eau pour distillation fractionnée en discontinu	15
Air comprimé appareils de commande, Nm <sup>3</sup> /h	150
<u>Récupération du gaz de pétrole liquéfié</u>	
Electricité, KWh/h	38
Vapeur, moyenne pression, t/h	2,2
Eau de refroidissement	80
Eau douce refroidie	30
Tous les prix sont des prix/heure. Paiement en monnaie locale (Kwanza)	
<u>Pétrole brut</u>	2.400.000 tonnes

4) Non compris la consommation de mazout et de gaz de production locale-  
produisant de la basse pression.



4. Production de produits terminaux, et prix (1.000 t/a)

	<u>Quantité</u>
Fuel gas	198.900
Gaz de pétrole liquéfié	31.000
Essence	435.000
Carburant pour réacteurs	298.700
Pétrole lampant	75.000
Carburant pour moteurs diesel	895.200
Mazout	223.400
Coke vert ou calciné	162.700

5. Personnel du projet

Comme dans l'offre n° 1, article 7

6. Ressources pour le financement du projet

Comme dans l'offre n° 1, article 8

7. Amortissement

Comme dans l'offre n° 1, article 9

8. Fonds de roulement

Comme dans l'offre n° 1, article 10

- 17 -

Annexe VI

PERSONNEL DU PROJET

Deux raisons existent pour l'évaluation de l'élément main-d'oeuvre du nouveau projet. Tout d'abord, il est nécessaire de calculer le coût de cette main-d'oeuvre en tant que partie des coûts de production ; ensuite, la structure du personnel nécessaire devra être comparée avec celle de la main-d'oeuvre de la région. Cette comparaison permettra de déterminer des besoins de formation.

Le tableau 7 donne une évaluation du coût de l'emploi du personnel de projet nécessaire compte tenu des hypothèses suivantes :

- a) Le projet sera réalisé en 3 ans (voir annexe III, variante 2) ;
- b) L'entrepreneur principal sera responsable de toutes les phases du projet sauf la promotion commerciale, la protection contre l'incendie et l'entretien de l'équipement ;
- c) Certaines divisions de la raffinerie seront organisées en commun avec la raffinerie existante, notamment celles de l'entretien et de la protection des installations contre l'incendie ;
- d) Les chiffres pour l'exploitation par le personnel de toutes les unités de la future raffinerie sont des estimations envisageant la nécessité de quatre ou cinq équipes. Un noyau de personnel qualifié existe à la raffinerie actuelle ;
- e) L'investisseur prendra à son service du personnel étranger provenant de la société de consultante ;
- f) Une partie du personnel qualifié de l'investisseur sera transférée de la gestion et de la supervision de l'ingénierie détaillée et affectée à la supervision des travaux à pied d'oeuvre lorsque l'exécution sera suffisamment avancée.

Il suffit de diviser les salaires bruts en quatre catégories : employés étrangers, locaux diplômés, travailleurs qualifiés locaux, et travailleurs non qualifiés locaux pour évaluer le coût du projet, on suggère d'utiliser les salaires bruts moyens.

Pour financer ces coûts, l'investisseur doit introduire une disposition dans son contrat avec l'entrepreneur principal. Il sera alors indépendant quant à ses relations avec le personnel de la société de consultants.

Au tableau 8, il pourrait aussi être nécessaire d'inclure l'assurance sur la vie si elle n'est pas incluse dans le salaire brut.

Tableau 8. Projet d'extension de la raffinerie de Luanda  
(coût d'emploi du personnel sur 3 ans)

Salaire mensuel brut	Quantité	Mois	Description	Locaux	Etrangers
A. Etrangers : 6.000 dollars EU	9	36	Gestion, mise en oeuvre du projet	7	2
B. Locaux diplômés : 45.000 Kz	5	32	Planification, ingénierie détaillée consultants	3	2
C. Locaux qualifiés : 30.000 Kz					
D. Locaux non qualifiés : 20.000 Kz	10	12	Supervision fabrication équipement	6	4
	18	18	Supervision travaux à pied d'oeuvre	15	3
	608	12	Formation personnel et main-d'oeuvre	600	8
	12	6	Formation commerciale	10	2
	50	6	Protection incendie et installations	50	-
	70	6	Entretien de l'équipement	70	-

Annexe VII

CHOIX D'OUVRAGES ET PUBLICATIONS

Nous présentons dans cette annexe une liste recommandée d'ouvrages et publications concernant le raffinage, la construction des usines et la production pétrochimique.

Il y figure 19 livres, et elle peut se diviser en "information et données" d'une part, et "planification à long terme" d'autre part.

Au total, 15 revues et magazines ont été retenus. Il s'agit principalement de publications américaines, mais il y figure aussi les plus importantes revues de France, de la République fédérale d'Allemagne et de l'Union des Républiques socialistes soviétiques.

Nous suggérons d'employer le solde du crédit de 10.000 dollars, inscrit au budget, à l'achat de matériel de télévision. A cet égard, le Service de renseignements industriels de l'ONUDI a été prié de fournir des renseignements et de formuler des propositions préliminaires.

Ouvrages

Editions SCM

Place des Reflets, 1981, Paris La Défense 2, France.

"Handbook of oil industry terms and phrases"

R.D. Langenkamp

Broché ISBN 0878140344

"Trends in petrochemical technology"

Dr. A.M. Brownstein

Relié. ISBN 0878140700

"Criteria for quality of petroleum products"

Allinson

Relié. ISBN 0853344698

"USA Oil Industry Directory"

Broché

"Wordwide refining and gas processing Directory"

Broché

"Offshore contractors and equipment Directory"

Broché

"Worldwide Petrochemical Directory"

Broché

"Eastern Hemisphere Petroleum Directory"

Broché

"Plant operation training Manual"

Broché

"Oil and gas development in the USSR"

Ch.E. Stowell

Broché

"Nelson Index"

Broché

(Tous les ouvrages brochés à souscription annuelle doivent être payés en 1980 et 1981)

Editions Technip

Rue Gineoux 27, 75737 Paris Cedex 15, France

"El Badri (O.) "Tendances des prix du pétrole à long terme :  
relations internationales et équilibre économique"

"Drilling date Handbook"

"Manuel d'évaluation économique des procédés.

Avant-projet en raffinage et pétrochimie"

Chauvel (A.), Labrince (P), Barthel (Y.) et coll.

"Energy conservation in refining and petrochemistry", livraison 1979.

"Leçons sommaires sur l'industrie du raffinage du pétrole", tome I et tome II

Normand (X)

"Tendances et perspectives de l'industrie des hydrocarbures"

"L'industrie du gaz dans le monde. Les informations technico-économiques de  
l'Institut Français du pétrole"

Valais (M.), Hiegel (H.)

"Dictionnaire technique du pétrole"

Anglais/Français - Français/Anglais

Magazines et revues

Les magazines et revues ci-après doivent être payés en 1981 et 1982.

- "Hydrocarbon processing" (USA)
- "Chemical processing" (USA)
- "Petroleum times" (USA)
- "The Economist" (UK)
- "International petroleum Abstract" (USA)
- "Construction plant and equipment" (USA)
- "Journal of petroleum technology" (USA)
- "European chemical news" (UK)
- "Bulletin de l'industrie pétrolière" (France)
- "Erdöl und Kohle" (Federal Republic of Germany)
- "Erdöl Erdgas" (Federal Republic of Germany)
- "Pererabotka nefi i neftehimia" (USSR)
- "Neft i gas" (USSR)
- "International and comparative law Quarterly" (USA)
- "The business lawyer" (USA)

