



**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.

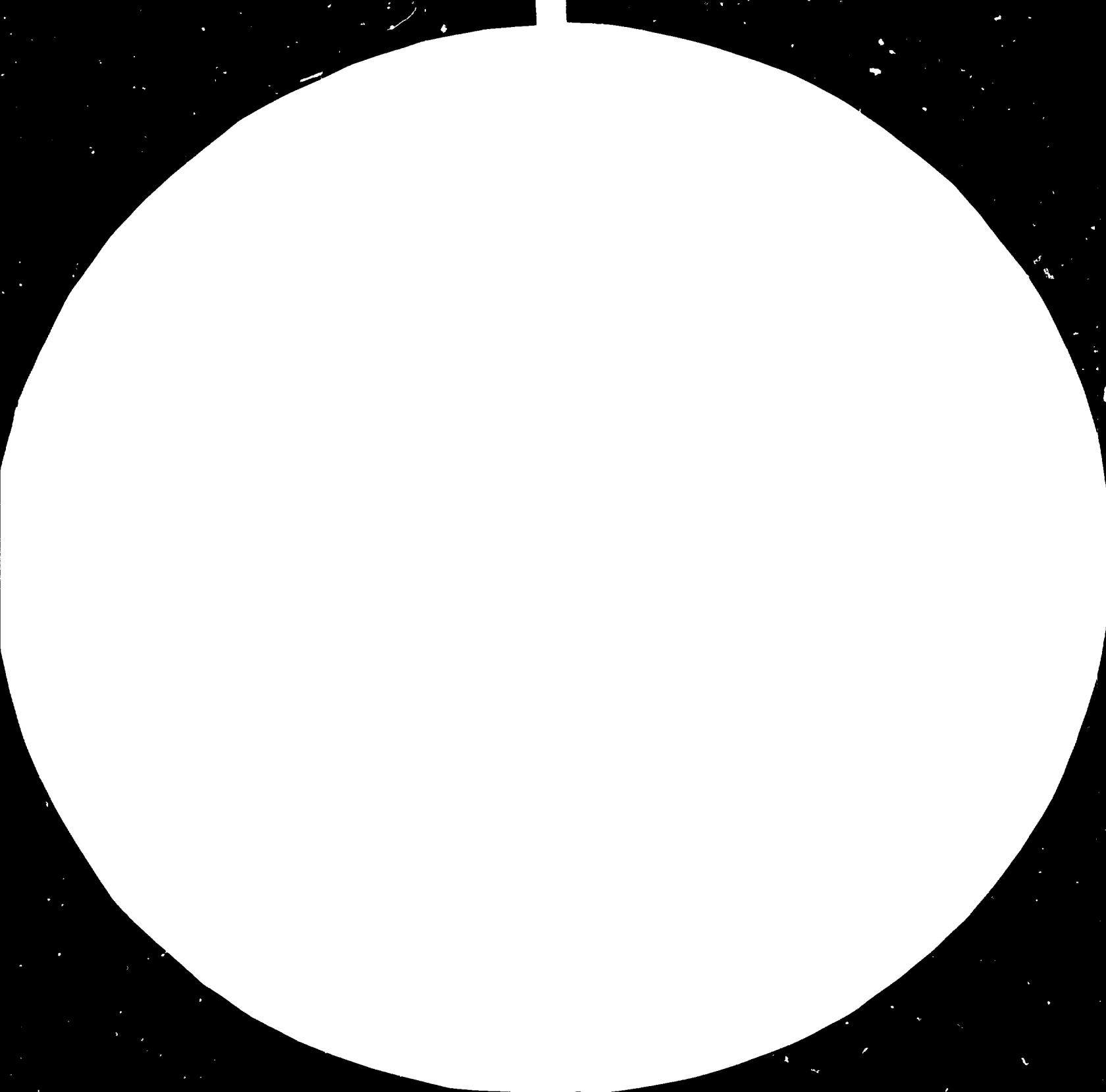
## FAIR USE POLICY

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)





1.5

2.5

2.0

2.5



3.0



## MANUFACTURE AND DISTRIBUTION TEST CHART

1975, NATIONAL BUREAU OF STANDARDS, Gaithersburg, MD

1975, NATIONAL BUREAU OF STANDARDS, Gaithersburg, MD

1975, NATIONAL BUREAU OF STANDARDS, Gaithersburg, MD

Distr. RESTREINTE

13330

DP/ID/SER.B/392

11 mai 1983

FRANCAIS

Original : ANGLAIS

Cameroun. Industrie pétrochimique

PHASE PREPARATOIRE DU PLAN  
DIRECTEUR INDUSTRIEL DU CAMEROUN

DP/CMR/31/007

CAMEROUN

Rapport final\*

Etabli pour le Gouvernement du Cameroun  
par l'Organisation des Nations Unies pour le  
développement industriel, agent d'exécution du  
Programme des Nations Unies pour le développement

D'après les travaux d'E.H. Zawada,  
expert en industrie pétrochimique

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel  
Vienne

\* Traduction d'un texte n'ayant pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
1. CARACTERISTIQUES GENERALES DU SECTEUR	
1.1. Possibilités techniques	1
1.2. Contraintes techniques et conditions préalables nécessaires	5
1.3. Autres contraintes	7
1.4. Contexte international du secteur	13
2. SITUATION ACTUELLE DU SECTEUR DANS LA REPUBLICQUE UNIE DU CAMEROUN	
2.1. Ressources en hydrocarbures	20
2.2. Autres ressources naturelles du Cameroun	22
3. PRINCIPAUX OBJECTIFS DU SECTEUR DANS LE CADRE DE LA STRATEGIE DU DEVELOPPEMENT	24
4. EXEMPLES DE SCENARIOS	
4.1. Scénario général possible	29
4.2. Aspects techniques	32
4.2.1. Traitement du gaz brut	32
4.2.2. Raffinage du pétrole brut	32
4.2.3. Produits pétrochimiques à partir du méthane	33
4.2.3.1. Ammoniac	34
4.2.3.2. Engrais azotés	35
4.2.3.3. Méthanol	36
4.2.3.4. Acétylène	37
4.2.4. Produits obtenus à partir de l'éthane et du naphta	39
4.2.4.1. Ethylène	39
4.2.4.2. Hydrocarbures aromatiques	40
4.2.5. Thermoplastiques	41
4.2.6. Fibres synthétiques	42
4.2.7. Autres produits	43

	<u>Page</u>
4.3. Infrastructure nécessaire	43
4.4. Capacité de l'usine et investissements	43
4.5. Aspects financiers	44
5. ETUDES SECTORIELLES A ENTREPRENDRE ENSUITE	46
6. CONCLUSIONS	51
ANNEXE	55

## HYDROCARBURES

### 1. CARACTERISTIQUES GENERALES DU SECTEUR

#### 1.1. Possibilités techniques

L'industrie chimique est l'un des secteurs les plus dynamiques et, dans ce secteur, c'est l'industrie pétrochimique qui se développe le plus vite.

Elle est née en association avec le traitement du gaz naturel et le raffinage du pétrole, surtout en vue d'obtenir de l'énergie. Les hydrocarbures gazeux et liquides ainsi produits constituent la principale matière première pour la fabrication d'une vaste gamme de produits chimiques.

On peut donner la classification générale suivante des principaux produits finals de l'industrie pétrochimique moderne (voir aussi tableau 1) :

- Plastiques et résines
- Fibres synthétiques
- Caoutchouc synthétique
- Détergents
- Solvants
- Liants et plastifiants pour peintures
- Engrais et produits chimiques pour l'agriculture
- Produits chimiques pour l'automobile
- Produits chimiques industriels
- Produits cosmétiques, sanitaires et pharmaceutiques, etc.

Les hydrocarbures transformés en produits pétrochimiques ne constituent qu'une faible portion (5-10 %) de la consommation totale des produits dérivés du gaz naturel et du pétrole brut, dont l'utilisation principale est la production d'énergie.

Les matières premières gazeuses sont le méthane, l'éthane et le propane, qui représentent la grande majorité des constituants du gaz naturel et des gaz de raffinerie.

Les matières premières liquides sont surtout des coupes de raffinage du brut, des liquides et des condensats provenant du gaz naturel. Les principales sont le butane, le naphta et le gazole.

Tableau 1

Utilisation en aval de certains produits pétrochimiques

Estimations pour l'Europe occidentale par Chemical Age, 10 avril 1981)

ETHYLENE	LDPE	40 %	HDBE	15 %
	EDC (pour PVC)	19 %	Oxyde d'éthylène	13 %
	Ethylbenzène	7 %	Autres usages	6 %
PROPYLENE	Polypropylène	26 %	Acrylonitrile	17 %
	Oxalcools	17 %	Oxyde de propylène	12 %
	Cumène	3 %	Autres usages	20 %
BENZENE	Ethylbenzène	49 %	Cumène	18 %
	Cyclohexane	11 %	Nitrobenzène	7 %
	Autres utilisations	15 %		
OXYDE D'ETHYLENE	Ethylèneglycol	45 %	Ethoxylates	21 %
	Ethers du glycol	11 %	Ethanolamines	3 %
	Autres utilisations	15 %		
ETHYLENEGLYCOL	Polyesters	50 %	Antigels	35 %
	Autres utilisations	15 %		
POLYETHYLENE LD	Pellicules	74 %	Moulage par injection	7 %
	Enduits	6 %	Câbles	4 %
	Tuyaux	3,5 %	Extrusion	3 %
OXYDE DE PROPYLENE	Polyéthers de polyols	65 %	Propylèneglycol	25 %
	Autres utilisations	10 %		
POLYPROPYLENE	Moulage	45 %	Fibres	37 %
	Pellicules	10 %	Autres utilisations	3 %
PVC	Tuyaux et accessoires	28 %	Profilés rigides	12 %
	Fils et câbles	10 %	Pellicules souples	10 %
	Feuilles minces rigides	3 %	Bouteilles	7 %
	Revêtements de sol	6 %	Tissus enduits	5 %
STYRENE	Polystyrène	65 %	SB/GBR	13 %
	ABS	10 %	Polyesters	3 %



Le méthane est la principale matière première pour la fabrication de l'ammoniac (ionc pour celle de l'urée et des autres engrais azotés) et du méthanol. L'éthane est une excellente matière première pour l'obtention de l'éthylène qui, à son tour, est le principal point de départ de nombreux produits pétrochimiques.

Pour l'éthane, il n'existe aucune utilisation concurrentielle, excepté comme combustible. Quand du gaz naturel en contient plus de 3 %, on envisage d'ordinaire sa récupération. Les liquides du gaz naturel et les gaz associés sont deux sources importantes d'LPG; leur récupération permet de fournir des matières premières importantes pour le vapocraquage.

Les gaz provenant de la distillation, du craquage et du reformage catalytiques, du thermocraquage, de la cokéfaction différée et de la réduction de viscosité par craquage à basse température contiennent des quantité appréciables d'éthane et de propane ainsi que des quantités moindres d'hydrocarbures légers saturés et éthyléniques (butène, éthylène, etc.). Un mélange d'éthane et de propane est une bonne matière première pour l'obtention d'éthylène par craquage. L'éthane a été utilisé pour produire de l'éthylène aux Etats-Unis, mais peu ailleurs. En Europe et au Japon, on se sert surtout de matières premières liquides pour obtenir les produits intermédiaires.

Les principales matières premières liquides tirées du pétrole sont le naphta, le gazole, l'NPG/LPG et les condensats. Les deux premiers et l'LPG sont disponibles comme produits de raffinage, les autres, ainsi que l'LPG, étant obtenus au cours du traitement du gaz naturel. Leur disponibilité et leur prix sont ionc fonction du prix du brut et des méthodes de raffinage qui, à leur tour, dépendent de l'offre et de la demande d'énergie. Aux Etats-Unis, le prix moyen d'une tonne d'éthane était en 1980 de 190 dollars; d'après les estimations de l'ONUUDI, il sera de 345 dollars en 1985 et de 660 dollars en 1990.

Le naphta est un mélange de nombreux composants dont les propriétés dépendent de celles du brut et de la façon dont on opère les coupes. Son utilisation pour fabriquer de l'éthylène dépend des possibilités de s'en procurer et de son prix, qui est influencé par le besoin croissant de reformage catalytique à cause d'une demande accrue d'une meilleure essence. On en consomme moins comme matière première pour la pétrochimie que pour la production d'essence. Dans le passé, le prix du naphta a été de 1,3 à 1,4 fois celui du brut. Il était en 1980 de 345 dollars/t et l'on prévoit qu'il sera de 400 à 500 dollars en 1985 et de 460 à 535 en 1990 (estimation de l'ONUUDI pour l'Europe occidentale).

L'LPG est un mélange de butane, d'isobutane et de propane, avec éventuellement une certaine quantité de propylène et de butylène. On l'obtient d'ordinaire à partir de l'LNG ou des gaz associés, suivant la pression sous laquelle le puits de pétrole fonctionne il peut aussi être la première fraction obtenue lors de la distillation du brut.

Traditionnellement, on l'a employé pour le chauffage des habitations. Le bon rendement de l'éthylène et du propylène les rendent très attrayants comme matières premières pour la pétrochimie et un prix plus élevé de l'LPG serait justifié pour le vapocraquage.

On peut à peu près diviser la fabrication de produits pétrochimiques en trois catégories fondamentales :

Production primaire : raffinage du pétrole, traitement du gaz, fabrication de produits intermédiaires tels que l'éthylène, le propylène, les hydrocarbures aromatiques, l'ammoniac, le méthanol, etc.

Groupe secondaire : produits tels que le chlorure de vinyle monomère et le chlorure de polyvinyle, les polyéthylènes (LDPE et HDPE), le polystyrène, les polyesters, les produits intermédiaires pour la fabrication de fibres synthétiques, les solvants, etc.

Troisième groupe : utilisateurs finals qui traitent les plastiques par moulage ou extrusion, filent et tissent des fibres, etc.

La principale différence entre les groupes concerne l'échelle : les usines du premier groupe ont un débit élevé, exigent beaucoup de capital et peu de main-d'oeuvre. Les utilisateurs finals, ou usines tertiaires, sont bien plus petites et, en général, n'emploient qu'un faible capital, mais un grand nombre de travailleurs.

Les industries du second groupe sont intermédiaires quant au capital et au personnel. De bien des points de vue, l'existence d'industries en aval orientées vers le consommateur est une condition nécessaire pour la création d'industries des deux premiers groupes.

## 1.2. Contraintes techniques et conditions préalables nécessaires

Déterminer l'utilisation optimale des ressources en hydrocarbures à un endroit donné exige des études détaillées pour évaluer des facteurs tels que la valeur des produits pour l'économie nationale, la consommation nationale, les possibilités de recettes en devises à l'exportation, etc. Lorsque plusieurs projets d'utilisation sont en concurrence, on peut les comparer soit quant au rendement du capital investi, soit quant au revenu net fourni par la matière première, tous les coûts en aval une fois déduits du prix de vente.

Conditions préalables nécessaires pour le développement de l'industrie pétrochimique : possibilité de se procurer des matières premières sous forme de gaz naturel ou de fractions obtenues par le raffinage du brut.

On peut remarquer que la plupart des pays où l'industrie pétrochimique est très développée, surtout en Europe et au Japon, ne sont pas eux-mêmes producteurs de brut, mais, dans le passé, ont lié le fonctionnement de leurs raffineries à un accès facile à du brut provenant d'autres sources.

La proportion du brut et du gaz naturel produits utilisée dans la pétrochimie, quoique ne cessant d'augmenter, est encore faible. Elle était de moins de 1 % en 1950, mais est actuellement comprise entre 4,5 et 5 %.

L'examen des différentes autres matières premières possibles montre que le brut et le gaz naturel continueront à dominer les sources d'approvisionnement de la pétrochimie.

L'existence du raffinage et/ou du traitement du gaz dans le pays est un facteur important du développement de la pétrochimie. Ces activités ne sont pas seulement une source indispensable de matières premières, elles fournissent à la pétrochimie une quantité très appréciable de sous-produits de valeur, qui à leur tour peuvent être transformés en produits utiles. Par exemple, produire une tonne d'éthylène par le vapocraquage du naphta fournit automatiquement environ 200 kg d'LPG et 650 kg d'essence. Enfin, il existe un grand nombre d'éléments complémentaires entre l'industrie du raffinage et celle de la pétrochimie, en termes de technologies, de procédés et même de personnel spécialisé et de qualifications. En un sens donc, un complexe pétrochimique devient une annexe nécessaire d'une raffinerie de pétrole et/ou d'une installation de traitement du gaz.

L'existence et le développement du marché sont indispensables pour la création d'une industrie pétrochimique, sous forme d'une demande existante ou potentielle. Toutefois, dans les pays en développement, le démarrage de la production nationale permet de se procurer plus facilement des produits pétrochimiques et aide à créer la demande. Tant que la production nationale n'existe pas, la demande peut être freinée par des difficultés à l'importation.

La possibilité de disposer d'un personnel qualifié, une formation adéquate et en temps voulu des ingénieurs et des spécialistes de l'exploitation et de l'entretien constituent un facteur décisif. La technologie pétrochimique est très complexe, étant influencée par l'évolution technique dans des domaines tels que la métallurgie, la mécanique et l'électronique, indépendamment de la chimie. Le personnel chargé de construire, d'exploiter et d'entretenir les usines pétrochimiques est donc essentiellement constitué de travailleurs hautement qualifiés. Vu l'énorme investissement nécessaire et l'influence nuisible d'arrêts trop fréquents sur la rentabilité de l'usine, il est à conseiller que l'exploitation et l'entretien soient confiés à un personnel expérimenté.

#### Financement de l'investissement

Le raffinage du pétrole et l'industrie pétrochimique sont caractérisés par un investissement considérable en capital et par l'automatisation des processus. L'accès au financement a été et sera de plus en plus un élément majeur de la création et du développement de cette industrie.

Il est essentiel de choisir d'avance la gamme de produits pour vérifier la possibilité de les obtenir économiquement, lorsqu'on établit les plans d'une future usine de pétrochimie en un point donné.

Les critères du choix de la technologie en vue d'études ultérieures sont les suivants :

- Les produits doivent être à base d'hydrocarbures; la production doit être fondée sur les possibilités présentes ou futures de se procurer la matière première dans les meilleures conditions.
- Un conflit possible entre l'utilisation comme combustible et l'utilisation comme matière première ne devrait pas nuire au développement futur de la production pétrochimique.
- Les produits intermédiaires et les produits finis doivent pouvoir devenir la base d'activités nationales de transformation et de vente, tout en faisant l'objet d'un commerce international.

- Le traitement doit utiliser les composants séparés du gaz naturel et des produits pétroliers, par exemple l'éthane pour les produits dérivés de l'éthylène, le méthane pour l'ammoniac et le méthanol, etc.
- On ne doit envisager l'exportation que pour des produits aussi loin en aval que possible.
- Quand on le peut, tous les produits doivent être liés de sorte que tous ceux d'une même famille, par exemple les dérivés de l'éthylène, puissent être produits au même endroit.
- La technologie doit être disponible de façon générale, mais elle doit avoir fait ses preuves dans des usines à l'échelle mondiale.

### 1.3. Autres contraintes

La plupart des pays en développement ayant des ressources en hydrocarbures et désirant créer une industrie pétrochimique n'auront pas, d'ici quelques années, la base industrielle et technologique nécessaire.

Une caractéristique de la pétrochimie est le degré élevé de duplication de technologie. Il en résulte que, malgré la multiplicité des processus et des entreprises possédant la technologie, pour chaque catégorie de produits, les différences touchant les propriétés des produits et l'économie des procédés sont très faibles. Cette situation devrait normalement permettre l'accès à bon marché à l'équipement et à la technologie; cependant, l'une des caractéristiques généralement reconnues de l'industrie est que son transfert vers des pays en développement entraîne pour ceux-ci des dépenses élevées pour la technologie, un transfert inadéquat de qualifications techniques, des restrictions touchant les usines titulaires de licences quant aux droits aux marchés et/ou quant à l'expansion de la capacité, la répartition géographique, la diversification des produits, etc.

Parmi les moyens de défense, on peut citer les accords de coentreprise avec les propriétaires de la technologie et l'utilisation des possibilités dont disposent les entreprises d'ingénierie pour entreprendre la construction d'usines pétrochimiques sans qu'une société productrice entre en jeu. L'entreprise d'ingénierie, n'étant pas un producteur, ne serait pas impliquée dans les conflits touchant les produits ou le marché. Cette situation se présente surtout après l'expiration des brevets concernant certaines marchandises.

Certains des principaux arguments avancés par les bailleurs de licences sont les facteurs d'échelle par rapport à la taille du marché.

La rentabilité de toute industrie pétrochimique spécifique dépend certes de sa taille et de son emplacement, mais aussi du prix des matières premières et des sous-produits.

L'investissement nécessaire pour toute usine chimique ou pétrochimique se divise en trois éléments principaux.

Il y a d'abord l'usine elle-même, y compris ce qu'on appelle le coût "aux limites des batteries", tout l'équipement nécessaire pour appliquer le procédé : traitement de la matière première, fabrication ou synthèse du produit, séparation et purification des produits, recyclage, manutention, conditionnement, etc. Il faut y ajouter les installations annexes qui ne participent pas directement à la production mais fournissent les services essentiels tels que production de vapeur, production ou fourniture d'électricité et de sa distribution, systèmes de refroidissement par l'eau, stockage de la matière première et du produit final, traitement des effluents, etc. Enfin, il y a les coûts généraux liés au site, comprenant le terrain lui-même, les routes, les chemins de fer, les gazoducs ou oléoducs, le drainage, les bureaux, les ateliers, les magasins, les laboratoires, les cantines, les autres services sociaux, les installations auxiliaires. Les coûts en dehors de la limite du site, c'est-à-dire l'infrastructure, par exemple le coût d'un raccord avec la route ou le chemin de fer le plus proche, de l'adduction de l'eau et/ou de l'électricité, l'élimination des effluents, constituent une partie importante des coûts généraux du site.

L'exemple ci-dessous et le tableau 2 montrent bien l'influence de la taille de l'usine, c'est-à-dire de l'économie d'échelle.

Construction en Europe d'usines produisant  
de l'éthylène à partir du naphta (1980)

	Taille de l'usine (t/an)		
	50 000	300 000	500 000
Coûts fixes, en millions de dollars	39,3	329,2	379,1
Coûts unitaires, en \$/t/an	1 796	1 097	758

La relation entre la taille d'une usine et son coût est déterminée par les principes fondamentaux de la conception. Par exemple, si une usine d'ammoniac de 500 t/j comprend un certain nombre de récipients, d'échangeurs de chaleur et de pompes, de compresseurs, etc., et si l'on construit une

usine de 1 000 t/j en doublant chacun de ces éléments, elle coûtera le double. Toutefois, si la grande usine est construite avec le même nombre d'éléments d'équipement, la taille ou la capacité de chacun étant accrue en fonction de la production plus élevée, le coût sera bien moindre. Ce dernier principe est aujourd'hui presque universellement adopté dans la conception des usines chimiques; il en résulte que les grandes unités dites "à ligne unique" réduisent beaucoup le coût en capital par tonne de produit et par an. Toutefois, ces usines ne peuvent être rentables qu'en travaillant à pleine capacité. Si le marché ne peut absorber le produit ou si la production est en partie perdue par suite de panne d'équipement ou d'appareils, le coût de production s'élève et l'économie d'échelle est réduite ou annulée. Le coût de la matière première, de l'électricité, de l'eau et des catalyseurs est constant quelle que soit la production, mais tous les autres coûts augmentent.

On cherche actuellement à réévaluer les processus et la technologie en vue de réduire la capacité et de simplifier la technique, de façon à permettre aux pays à marché restreint de créer leur industrie nationale, c'est ce qu'a fait l'ONUDI en procédant à une étude sur les mini-usines à engrais.

On peut calculer l'investissement pour diverses capacités par la formule

$$\frac{\text{Coût A}}{\text{Coût B}} = \frac{\text{Taille A}^m}{\text{Taille B}^m}$$

où A est le coût unitaire indiqué pour la côte du Golfe du Mexique aux Etats-Unis et m varie de 0,6 à 0,8 suivant le procédé.

Pour les autres emplacements (tableau 3), les investissements sont d'ordinaire reliés au cas du Golfe du Mexique par les coefficients suivants :

<u>Emplacement</u>	<u>Coefficient d'emplacement</u>
Côte du Golfe du Mexique	
des Etats-Unis	1,00
République fédérale d'Allemagne	1,15
Japon	0,90
Algérie	1,50
Indonésie	2,10
Mexico	1,25
Qatar	1,50

Source : ONUDI, II World-wide Study on Petrochemical Industry, 1981.

Le coefficient d'emplacement dépend beaucoup de l'infrastructure disponible, de la qualification de la main-d'œuvre et des capacités mécaniques.

La matière première influence aussi le coût en capital et les coûts de production, en particulier lorsqu'on peut employer différentes matières premières pour fabriquer le même produit. C'est le cas pour une usine d'ammoniac :

<u>Matière première</u>	<u>Coefficient de coût</u>
Gaz naturel	1,00
Naphta	1,14
Huile lourde	1,60
Charbon	2,00

Sources : ONUDI, Manuel des engrais, 1980.

Toutefois, la possibilité de se procurer les matières premières à bon marché peut compenser l'effet d'un coefficient d'emplacement élevé et permettre de produire à des prix concurrentiels, en particulier quand le producteur ne demande pas un rendement rapide de son investissement. Une autre démonstration de l'importance des coefficients d'emplacement est un essai de sensibilité, où l'on augmente respectivement de 10, 20 et 30 % les coûts en capital. Avec une augmentation de 20 %, le coût de l'éthylène dans les pays en développement augmente de 13 à 16 %. Cela souligne aussi la nécessité d'accorder une priorité élevée aux modifications de l'infrastructure et à d'autres modifications pouvant réduire des coefficients d'emplacement inutilement élevés.

L'obtention de sous-produits réduit en général le coût total de production. C'est, par exemple, le cas dans la fabrication de chlore et de soude caustique nécessaire pour obtenir du chlorure de vinyle. La production du chlore dépend, non seulement de la taille de l'usine, mais aussi, dans une large mesure, du cours local de la soude caustique, dont le principal utilisateur est le secteur de la pâte à papier et du papier. Dans certains pays en développement, la demande de soude caustique fait que celle-ci devient le principal produit, le chlore étant un sous-produit bon marché; il en résulte des prix concurrentiels pour le chlorure de polyvinyle.



Tableau 2

Investissement unitaire total pour certains produits pétrochimiques  
et produits intermédiaires aux Etats-Unis, en \$/t/an

Produit final ou intermédiaire	Petites usines		Grandes usines	
	Usine seule	Investissement total	Usine seule	Investissement total
Ethylène	802	-	611	-
Polyéthylène haute densité (HD)	636	1 450	448	1 094
Polyéthylène faible densité (LD)	1 000	1 850	692	1 340
Oxyde d'éthylène	1 005	1 773	701	1 286
Ethylèneglycol	234	1 556	153	1 112
Ethylbenzène	112	328	77	242
Styrène	282	658	215	493
Polystyrène	487	1 158	352	855
Caoutchouc synthétique/SBR	1 331	1 478	856	966
Chlore	661	-	451	-
Chlorure de vinyle	414	1 195	312	875
Chlorure de polyvinyle	998	2 000	645	1 514

Source : ONUDI, II World-wide, Study on Petrochemical Industry, 1981.

Tableau 3

Investissements nécessaires pour des produits pétrochimiques à différents emplacements (en 1980)

Millions de \$ E.U. par million de t/an

Produit	Côte du Golfe du Mexique des Etats-Unis	R.F.A.	Mexique	Golfe Persique
Ammoniac à partir du méthane	292,3	336,3	365,4	438,5
Urée à partir de l'ammoniac	-	-	116,9	140,3
Ethylène à partir de l'éthane	630,6	-	788,2	946,0
Ethylène à partir de l'éthane et du propane	654,2	-	817,8	981,3
Ethylène à partir du naphta	842,5	968,8	-	-
Polyéthylène à haute densité	562,1	642,1	702,5	843,1
Polyéthylène à faible densité	692,0	796,0	856,0	1 038,0
Méthanol à partir du méthane	205,9	236,9	257,4	308,9
Méthanol à partir du naphta	224,8	258,6	-	-
Polypropylène	887,8	1 021,1	1 109,7	1 331,7
Polystyrène	345,7	397,6	422,2	518,6
Chlorure de polyvinyle (PVC)	878,3	1 010,4	1 097,7	1 330,7
Caoutchouc synthétique	1 331,4	1 531,4	1 664,0	1 997,1
Chlorure de vinyle à partir de l'éthylène	430,3	495,0	537,9	645,5

Source : ONUDI, II World-wide Study on the Petrochemical Industry, 1981.

#### 1.4. Contexte international du secteur

L'évolution historique de la pétrochimie a été telle que la production, la consommation, le commerce et la technologie sont tous concentrés dans les pays développés (tableau 4). Etant orientée vers les ressources, la production pétrochimique s'est développée en fonction du gaz naturel (Etats-Unis) ou de produits pétroliers, surtout le naphta (Europe occidentale, Japon).

Aux Etats-Unis, on a récupéré l'éthane et le propane à très bon marché du gaz naturel; ils ont donc servi de matière première pour la plus grande partie de la production de l'éthylène. D'autre part, les unités de craquage catalytique des Etats-Unis fournissent presque tout le propylène et le butylène nécessaires. En Europe et au Japon, en revanche, la production de l'éthylène et des autres hydrocarbures éthyléniques s'est fondée sur la pyrolyse du naphta, qui satisfait aussi une bonne partie de la demande de matières premières aromatiques.

Les usines d'Europe, des Etats-Unis et du Japon représentent près de 94 % de la capacité mondiale de production d'éthylène, 97 % pour le benzène et 93 % pour le butadiène. L'importance de ces régions en termes de production de capacité s'étend aux produits intermédiaires et aux produits finals; plus de 90 % de la production de matières plastiques et de caoutchouc synthétique sont implantés dans ces régions.

Actuellement, la pétrochimie n'existe que dans très peu de pays en développement. Cependant, la disponibilité en hydrocarbures dans les pays en développement producteurs de pétrole les place dans une position avantageuse pour la fabrication de produits de base et de produits intermédiaires.

On peut citer quelques exemples de pays en développement où des complexes pétrochimiques existent, sont en construction ou seront construits : Mexique, Venezuela, Arabie saoudite, Brésil, Inde, République de Corée, mais aussi Algérie, Libye, Egypte, Nigéria (tableau 5).

Pour la plupart des observateurs, la demande de produits pétrochimiques dans les pays industrialisés augmentera beaucoup moins vite pendant les années 80 qu'auparavant. Les principales raisons sont les perspectives de croissance économique plus lente des grandes industries consommatrices, telles que l'automobile et les textiles, ainsi que le fait que la demande de produits pétrochimiques a atteint un stade de maturité où les possibilités de substitution sont en grande partie épuisées.

Tableau 4

Capacité, production et demande de certains produits pétrochimiques (1979)

Produit		En milliers de t/an			
		Pays développés	Pays en développement	Total mondial	Part des pays en développement, en %
Éthylène	Production	34 962	2 355	37 317	6,3
	Demande	34 850	2 350	37 200	6,3
Polyéthylène à faible densité (LDPE)	Production	11 094	1 040	12 134	8,6
	Demande	9 941	2 195	12 136	18,1
Polyéthylène à haute densité (HDPE)	Production	5 504	229	5 773	4,0
	Demande	4 867	677	5 564	12,2
Chlorure de polyvinyle (PVC)	Production	10 793	1 618	12 411	13,0
	Demande	10 171	2 216	12 387	17,9
Oxyde d'éthylène	Production	6 685	410	7 095	5,8
	Demande	5 509	331	5 840	5,7
Éthylèneglycol	Production	5 785	515	6 300	8,2
	Demande	4 310	527	4 837	10,9

Source : ONUDI, The Industrial Uses of Associated Gas, 1981.

Tableau 5

Capacité des usines pétrochimiques en Afrique (en millions de t)

		<u>Algérie</u>	<u>Egypte</u>	<u>Libye</u>	<u>Maroc</u>	<u>Nigéria*</u>
Éthylène	1979	120	-	-	-	-
	1984	120	-	330	-	-
	1987	120	140	330	-	280
Propylène	1979	-	-	-	-	-
	1984	-	-	50	-	35
	1987	-	-	50	-	35
Butadiène	1979	-	-	-	-	-
	1984	-	-	60	-	-
	1987	-	-	60	-	-
Xylènes	1979	-	-	-	-	-
	1984	40	-	-	-	-
	1987	40	-	-	-	-
Benzène	1979	-	-	-	-	-
	1984	-	-	-	-	20
	1987	-	-	-	-	20
Méthanol	1979	110	-	330	-	-
	1984	110	-	330	-	-
	1987	110	-	330	-	-
Polyéthylène à faible densité (LDPE)	1979	48	90	50	-	-
	1984	48	90	50	-	-
	1987	48	90	50	-	110
Polyéthylène à haute densité (HDPE)	1979	-	-	50	-	-
	1984	-	40	50	-	-
	1987	-	40	50	-	70
Polypropylène (PP)	1979	-	-	70	-	-
	1984	-	-	70	-	35
	1987	-	-	70	-	35
Chlorure de polyvinyle (PVC)	1979	35	-	-	25	-
	1984	35	80	80	25	-
	1987	35	80	80	-	145-175
Polystyrène	1979	-	-	-	-	-
	1984	-	-	-	-	-
	1987	-	-	-	-	-
Polyesters	1979	-	-	-	-	-
	1984	-	25	-	-	20
	1987	-	25	-	-	20
Ammoniac	1979	272	-	-	-	-
	1984	272	-	272	-	-
	1987	272	-	272	-	272

Source : ONUDI, II World-wide Study on the Petrochemical Industry, 1981.

\* Le Nigéria prévoit la construction d'un complexe pétrochimique d'un milliard de dollars utilisant l'NGL, qui devrait entrer en service vers la fin de 1987. En outre, le complexe pourra produire 175 000 t/an de soude caustique et 35 000 t/an d'éthylène-glycol (Chemical Week, 10 novembre 1982).

On prévoit un accroissement annuel dans les pays développés de 5,4 % pour les thermoplastiques, 2,3 % pour les fibres synthétiques, 3,3 % pour le caoutchouc synthétique et 4,3 % pour l'éthylène, le benzène, le propylène, les xylènes.

Dans les pays en développement, la consommation par habitant de produits pétrochimiques est actuellement très faible. Le taux de croissance prévu du PIB étant plus élevé, on pense que la demande de tous les principaux produits pétrochimiques augmentera plus rapidement d'ici à 1990 que dans les pays développés : on s'attend à une augmentation annuelle de 12,6 % pour les thermoplastiques, 4,5 % pour les fibres synthétiques et plus de 9,2 % pour le caoutchouc synthétique, le total passant de 6,7 millions de tonnes en 1979 à 22 millions en 1990 pour les thermoplastiques, de 2,5 à 5 millions pour les fibres synthétiques, et de 0,8 à 2,0 millions pour le caoutchouc synthétique. Pour la même période, on prévoit que, dans ces pays, la demande d'éthylène passera de 2,7 millions à 14,0 millions, celle de propylène de 1,2 million à 4,5 millions et celle de xylènes de 0,3 à 3,0 millions.

On pense que, dans les pays en développement, la production nationale de produits pétrochimiques augmentera plus vite que la demande et que le nombre de producteurs d'éthylène passera de 13 en 1979 à 27 en 1987, dont 16 produiront aussi du propylène et 11 du butadiène. Néanmoins, ces pays resteront dépendants des pays développés pour leur consommation de produits intermédiaires et de produits finaux.

Les pays industrialisés, sauf l'URSS et l'Europe de l'Est, prévoient un accroissement plus lent de leurs capacités déjà élevées pour les produits de base et les produits intermédiaires, les matières plastiques, les fibres et le caoutchouc synthétiques. On prévoit que la capacité annuelle passera, pendant la période 1979-1984, de 43 à 54 millions de tonnes pour l'éthylène, de 22 à 25 millions pour le benzène, de 12 à 20 millions pour le méthanol, de 46 à 57 millions pour les thermoplastiques, de 9,3 à 11,3 millions pour les fibres synthétiques et de 7,4 à 8,7 millions pour le caoutchouc synthétique.

On prévoit que la part des pays en développement dans la production mondiale sera, en 1990, de 22-27 % pour les thermoplastiques, 30-34 % pour les fibres synthétiques, 15-20 % pour le caoutchouc synthétique, 20 % pour les xylènes et 15-20 % pour l'ensemble des produits pétrochimiques (tableau 6).

Tableau 6

## Production de certains produits pétrochimiques 1975-1990

Produit	Production mondiale (en millions de tonnes)				Production des pays en développement (en millions de tonnes)			
	1975	1979	1984	1990	1975	1979	1984	1990
<u>Produits de base</u>								
Ethylène	24,4	37,6	50,3	70,4	1,15	2,73	6,15	14,0
Propylène	12,6	19,7	25,3	36,9	0,47	1,19	2,41	4,47
Butadiène	3,4	5,0	6,2	8,3	0,20	0,40	0,90	1,60
Benzène	11,3	17,2	23,0	30,3	0,68	1,18	2,62	4,35
Xylènes	3,3	6,1	8,6	11,9	0,16	0,66	1,69	2,32
Méthanol	7,5	11,6	18,9	27,6	0,25	1,20	2,90	3,55
<u>Thermoplastiques</u>								
LDPE	7,5	12,2	15,6	22,0	0,5	1,1	2,6	5,8
HDPE	3,2	5,8	7,9	11,2	0,1	0,3	1,0	1,3
Polypropylène	2,3	5,0	7,3	12,6	0,05	0,3	1,0	2,5
PVC	7,6	12,2	16,4	23,6	0,7	1,6	3,2	6,6
Polystyrène	3,3	5,9	7,5	10,9	0,2	0,4	0,7	1,7
Total	24,4	41,1	54,7	80,3	1,55	3,7	8,5	17,9
<u>Fibres synthétiques</u>								
Fibres acryliques	1,3	1,9	2,3	2,7	0,17	0,3	0,45	0,69
Fibres de nylon	2,5	3,2	3,3	4,4	0,3	0,44	0,61	0,95
Fibres en polyesters	3,5	4,9	6,2	7,9	0,7	1,06	1,76	2,79
Total	7,3	10,0	12,3	15,0	1,17	1,80	2,82	4,43
<u>Caoutchoucs synthétiques</u>								
SBR	4,1	5,2	6,4	8,0	0,27	0,40	0,70	1,18
Polybutadiène	1,0	1,2	1,6	2,0	0,07	0,10	0,20	0,30
Total	5,1	6,4	8,0	10,0	0,34	0,50	0,90	1,48

Source : ONUDI, World-wide Study on Petrochemical Industry, 1981.

Les constructions de nouvelles usines qui, pense-t-on, seront nécessaires entre 1984 et 1990 pour satisfaire la demande estimée à la fin de cette décennie sont les suivantes :

<u>Produit</u>	<u>Capacité en t/a</u>	<u>Nombre d'unités</u>
Ethylène	500	18
Polyéthylène à faible densité	200	32
Polyéthylène à haute densité	75	39
Chlorure de polyvinyle	250	26

---

Source : ONUDI, The Industrial Uses of Associated Gas, 1981.

L'étude de toutes les additions de capacité prévues dans les pays industrialisés montre à l'évidence qu'il faudra que la moitié au moins des unités du tableau ci-dessus soient implantées dans des pays en développement.

L'industrie pétrochimique a joui d'une situation unique parmi toutes les autres industries en ce que les prix de tous ses produits ont diminué pendant la période d'après-guerre, à cause surtout des faibles coûts des matières premières et de l'énergie, de l'énorme progrès technologique réalisé pendant cette période, de l'augmentation de la capacité unitaire des usines et de l'effet de celle-ci sur le coût unitaire de la production.

Toutefois, depuis 1973, la hausse des cours du brut et de l'énergie a modifié cette situation et une nouvelle relation prix/coût reflète l'impact croissant de la matière première sur le coût et sur le prix final. A cause du déclin de la demande dû à la récession économique générale et de l'excès de capacité provenant des prévisions antérieures de croissance élevée continue de la demande, les prix tombèrent parfois au-dessous des coûts de production. Etant donné que l'on prévoit la hausse des coûts de la matière première et de l'énergie ainsi que des investissements, on croit que la tendance future des prix des produits pétrochimiques sera caractérisée par une hausse continue étroitement liée à celle des matières premières et de l'énergie.



Pendant la période 1950-1970, la valeur du commerce international a été multipliée par 20. Pendant cette période, ce sont, dans le secteur chimique, les produits pétrochimiques qui ont obtenu les meilleurs résultats. Cependant, l'organisation des marchés est telle que la plus grande partie des produits de base et des produits intermédiaires sont utilisés de façon captive par les mêmes producteurs ou par suite d'un processus de production étroitement intégré ou par le fait que les producteurs sont les propriétaires. Les transactions sur le marché libre ne représentent, pour ces catégories de produits, que 16 à 50 % du total, dont la plupart est à nouveau transformée, en vertu de contrats, à long terme, d'après une relation traditionnelle fournisseur/consommateur. La plus grande partie de ces produits sont concentrés aux Etats-Unis, en Europe occidentale et au Japon, et les courants commerciaux sont donc essentiellement à l'intérieur de ces régions ou entre elles. La part des pays en développement dans ce commerce est minuscule.

Depuis la hausse du prix du pétrole et les modifications qu'elle a induites dans la structure des coûts de production des produits pétrochimiques, certains pays en développement ont de meilleures perspectives de production et de commercialisation de ces produits. On pense que cette situation aura une influence sur la restructuration du commerce international futur, le rôle des pays en développement comme exportateurs de produits de base et de produits intermédiaires augmentant. Toutefois, étant donné la récession actuelle, les surcapacités dans les pays développés et les problèmes énergétiques, on prévoit que les exportations de ces pays se heurteront à une plus grande résistance. De nouveaux fournisseurs dans les pays en développement pourraient aussi devoir faire face à la concurrence sur le marché international, non seulement des fournisseurs traditionnels, mais aussi d'autres pays en développement, en particulier ceux liés aux fournisseurs traditionnels de régions développées par des contreparties, des contrats de rachat, des arrangements sur les territoires de commercialisation et les points de distribution, etc.

2. SITUATION ACTUELLE DU SECTEUR DANS LA REPUBLIQUE UNIE DU CAMEROUN

2.1. Ressources en hydrocarbures

Les dépôts camerounais d'hydrocarbures en mer font partie, comme ceux des autres pays de la sous-région, d'un socle précambrien, sur la côte de l'Atlantique. Sur terre, du pétrole pouvant présenter un intérêt commercial vient d'être découvert près d'Edéa.

Le tableau 7 montre l'importance de ces ressources : il donne les réserves récupérables à la fin de 1979 et la production de brut en 1979 et 1980.

Tableau 7

Réserves récupérables estimées en hydrocarbures  
et production en Afrique du Sud-Ouest

<u>Pays</u>	<u>Réserves récupérables à la fin de 1979</u>		<u>Production de pétrole brut, en millions de tonnes</u>	
	<u>Pétrole brut, en millions de tonnes</u>	<u>Gaz naturel, en milliards de m<sup>3</sup></u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>
Angola	164	42	9,0	7,5
Congo	65	60	2,7	2,3
Gabon	263	50	9,3	9,0
Nigéria	2 374	1 200	114,0	102,4
R.U. du Cameroun	24*	15**	1,7	2,3
Zaire	23	16	1,0	1,0

Source : Major Mineral Resources of Africa, ECA E/EC.14/Min.80/3  
Pétroleum Encyclopedia 1981.

\* Au Cameroun, les réserves prouvées de pétrole s'élèvent à 60 millions de tonnes, d'après l'Economist Intelligence Unit Ltd., septembre 1982, et de nouvelles découvertes pourraient conduire à une estimation plus élevée.

\*\* Une étude récente estime les dépôts de gaz en mer à Kribi à 100-200 millions de m<sup>3</sup>.

L'exploitation des puits en mer camerounais de Kole, Ekoundu et Betika a commencé vers la fin de 1977. Les chiffres de production ont été de 570 000 tonnes en 1977/78, 1,7 million en 1979 et 2,3 millions en 1980. En 1981, on a atteint 4,3 millions et en 1982 6 millions. Le brut camerounais a une densité de 32° Baumé; la teneur en soufre est faible, 0,1 à 0,2 %. La portion distillée sous la pression atmosphérique est de 30 à 40 % et la teneur en asphaltène est de 19 à 26 %.

Tous les puits camerounais sont exploités par Elf Serepca, du groupe Elf Aquitaine, en association avec Pecten Cameroon.

La Société nationale des hydrocarbures (SNH), une société para-étatique, créée en 1980, s'est chargée des négociations avec les compagnies pétrolières étrangères et exploite aussi, depuis 1981, la première raffinerie camerounaise, d'une capacité de 1,5 million de t/an. Elle est aussi associée avec des compagnies étrangères pour appliquer un programme d'évaluation du gaz naturel.

La raffinerie a été conçue et construite par Procofrance S.A. à Point Limboh, pour une capacité de 2 millions de t/an, soit 40 000 barils/j. Elle emploie 280 personnes et fabrique du butane, de l'essence ordinaire et de l'essence super, du kérosène, du carburacteur, du gazole et du fuel. L'huile lourde et le butane sont exportés.

Les procédés employés comprennent des distillations sous pression atmosphérique et le reformage catalytique. Le kérosène et les gazoles lourd et léger provenant de la distillation atmosphérique sont traités par hydro-sulfuration. Le naphta désulfuré est traité par reformage catalytique et le reformat obtenu est mélangé avec de l'essence légère pour obtenir l'essence ordinaire et l'essence super.

Les réserves de gaz naturel non associées se trouvent surtout dans les gisements en mer de Sandy, Kita, Kole, Ekoundu et Bavo, exploitées par le groupe Elf/Pecten/SNH.

La composition du gaz naturel camerounais est la suivante :

Méthane	92 - 93 %
Ethane	1 - 5 %
Propane	1 - 1,5 %
Butane	1,5 - 1,0 %
Homologues supérieurs	3 %
Dioxyde de carbone	0,5 %
Azote	moins de 1 %
Mercure	néant

Les produits pétroliers obtenus par raffinage du brut ainsi que le méthane et les liquides provenant du traitement du gaz naturel sont une importante matière première pour l'industrie pétrochimique. Il est donc d'une importance capitale de coordonner le développement de la production nationale d'hydrocarbures avec les projets concernant l'industrie chimique.

La liquéfaction du gaz naturel permet d'employer l'éthane et le propane contenus dans le liquide obtenu pour fabriquer de l'éthylène, importante matière première pour toute une gamme de matières plastiques telles que le polyéthylène, le chlorure de polyvinyle, divers produits intermédiaires, produits nécessaires pour l'industrie du bois, etc. Le principal composant du gaz naturel, le méthane, est la meilleure matière première pour la fabrication d'ammoniac et d'engrais azotés.

Certains produits des raffineries, tels que le gaz, le naphta, le gazole, sont aussi très utiles comme matières premières pour l'industrie pétrochimique. Les produits qui sortent de la raffinerie ne dépendent pas seulement des caractéristiques du brut, mais aussi de l'intensité du traitement. Les procédés de conversion supérieurs, tels que le craquage, la cokéfaction, la pyrolyse permettent d'utiliser au maximum l'énergie contenue dans le brut et l'on obtient alors plus de sous-produits dont l'un, le coke de pétrole, joue un rôle important dans la fabrication de l'aluminium.

## 2.2. Autres ressources naturelles du Cameroun

On trouve dans ce pays, outre les gisements de pétrole et de gaz naturel, toute une série d'autres minéraux importants, essentiels pour l'industrie chimique, l'industrie métallurgique et les industries qui leur sont liées. Si l'on crée des industries de ce genre dans ce pays, elles pourraient consommer de grandes quantités de gaz naturel comme agent de réduction ou comme source d'énergie. Ces industries sont les suivantes :

### Bauxite

L'Afrique possède environ 43 % des réserves mondiales de bauxite, mais sa part dans la production mondiale n'est que de 15 % pour la bauxite, de 2,6 % pour l'alumine et l'aluminium primaire.

La bonne qualité de la bauxite africaine (elle contient beaucoup d' $Al_2O_3$  et peu de silice) contribue à l'augmentation régulière de la production. La R.U. du Cameroun deviendra un producteur, à côté des usines existantes en Guinée, en Sierra Leone, au Mozambique et au Ghana.

### Charbon

En janvier 1977, on évaluait à 500 millions de tonnes les ressources géologiques de charbon en R.U. du Cameroun.

### Uranium

La R.U. du Cameroun est l'un des pays africains où l'on peut s'attendre à découvrir dans l'avenir des quantités moyennes d'uranium.

### Minerai de fer

La sous-région (Angola, Gabon, République centrafricaine Namibie, Nigéria, Zaïre, Zimbabwe, etc.) contient 150 millions de tonnes de réserves de minerai de fer économiquement exploitable.

### Etain

Des réserves du principal minerai d'étain, la cassitérite, se rencontrent dans la R.U. du Cameroun; la production en 1978 a été de 25 tonnes.

### Manganèse

Ce métal est indispensable pour les industries modernes du fer, de l'acier, de la chimie et de l'électrochimie. De petites accumulations, non encore évaluées, existent en R.U. du Cameroun.

### Tungstène

On connaît sur le territoire de la R.U. du Cameroun d'importantes présences de minerais de tungstène.

### Titane

La R.U. du Cameroun est l'une des zones possibles, non encore pleinement évaluée, pour les minerais de titane, qui sont importants pour la production de pigments.

### 3. PRINCIPAUX OBJECTIFS DU SECTEUR DANS LE CADRE DE LA STRATEGIE DU DEVELOPPEMENT

Le gaz naturel et le pétrole brut sont les deux principales ressources minérales de la R.U. du Cameroun. Cependant, d'après les données disponibles, les réserves sont assez restreintes et il en est donc de même du niveau de production possible. Il est nécessaire d'étudier une stratégie pour leur utilisation optimale au bénéfice du pays.

C'est pour cette raison que l'industrie fondée sur les hydrocarbures est l'une des priorités définies pour la stratégie du développement à long terme de la R.U. du Cameroun.

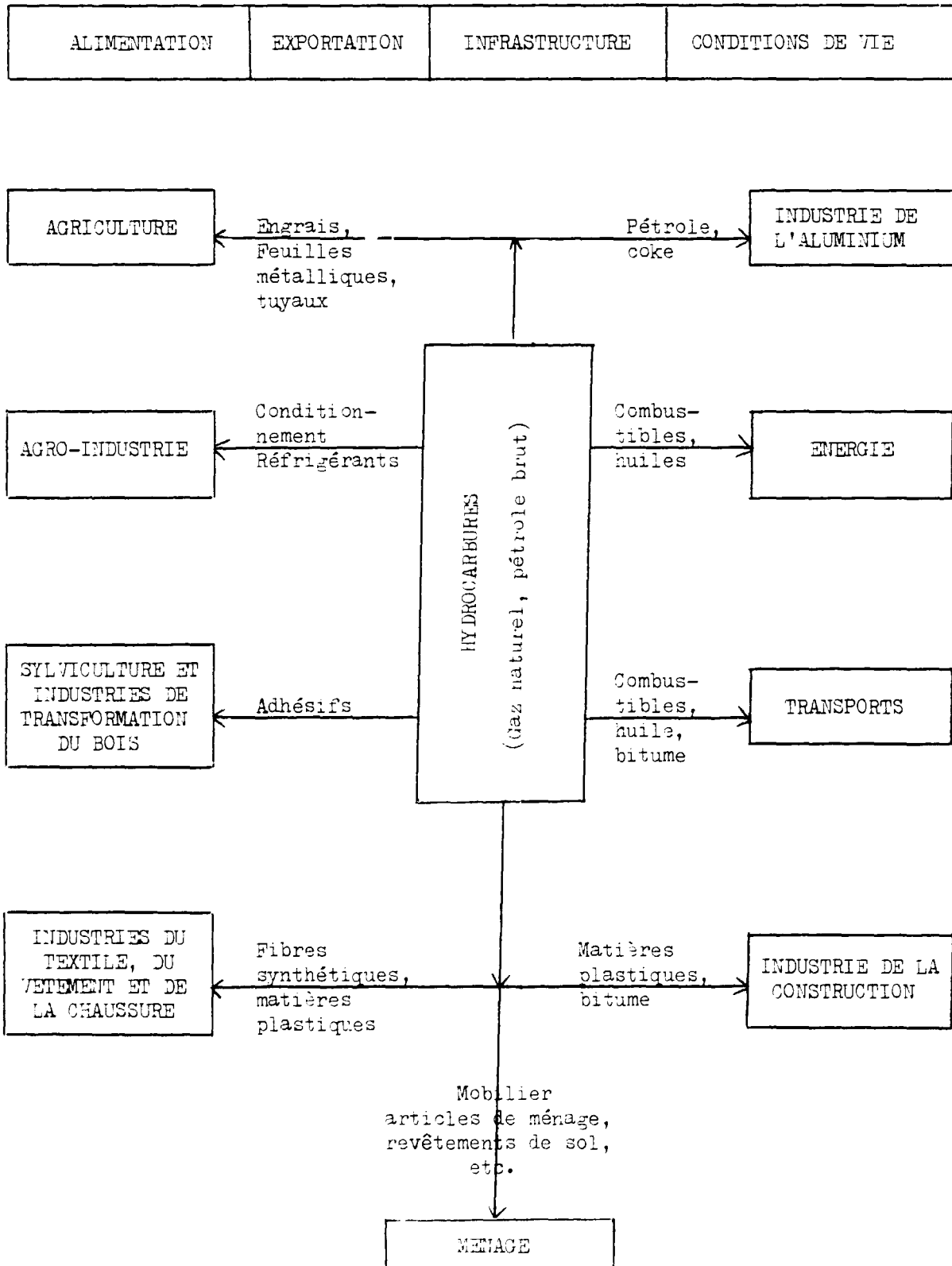
On peut donc énumérer les objectifs généraux suivants de la création des industries fondées sur les hydrocarbures :

- Mieux utiliser les précieuses ressources en hydrocarbures au lieu de les brûler ou de les exporter à l'état brut.
- Fournir aux secteurs prioritaires de l'économie nationale des produits pétrochimiques d'origine nationale tels qu'engrais, matières plastiques, etc.
- Stimuler le développement des industries en aval utilisant beaucoup de main-d'oeuvre, telles que le traitement des matières plastiques pour l'agro-industrie, etc.
- Créer une industrie orientée vers l'exportation.
- Diversifier les sources de revenus.

Il faut donc mettre l'accent sur l'utilisation effective des ressources en hydrocarbures en employant dans l'industrie chimique certains composants ou certaines fractions du gaz naturel et du brut, par exemple le méthane, l'éthane, le propane, le naphta, etc. On pourra ainsi fournir à l'économie nationale des produits actuellement importés ou dont l'usage est restreint faute de devises étrangères. Il faudrait en même temps créer la structure industrielle du pays et développer les liaisons entre les différents projets et les différents secteurs, de façon à obtenir une structure logique se suffisant à elle-même. Le développement de l'industrie des hydrocarbures devrait favoriser d'autres sous-secteurs tels que l'agriculture et l'agro-industrie, la sylviculture, la transformation du bois, la bauxite et l'aluminium, les petites et moyennes entreprises industrielles, la construction, l'infrastructure, les transports, l'énergie, contribuant ainsi à élever le niveau de vie de la population (figure 1).

Figure 1

LIAISONS ENTRE LES INDUSTRIES DE TRAITEMENT  
DES HYDROCARBURES ET LES BESOINS FONDAMENTAUX



Dans le cadre de la nouvelle stratégie de développement de la R.U. du Cameroun, il est indispensable de n'envisager la réalisation que de projets satisfaisant aux conditions suivantes :

- Etre assurés d'un approvisionnement constant en matières premières provenant du raffinage du brut et du traitement primaire du gaz naturel;
- Fournir des produits d'une valeur ajoutée supérieure à celle des produits qui ne sont qu'à un stade inférieur de valorisation;
- Donner l'impulsion au développement d'autres secteurs, par exemple intensification de l'agriculture grâce aux engrais;
- Etre rentables et fabriquer des produits que l'on peut commercialiser avec succès en concurrence avec ceux d'autres origines;
- Récupérer les besoins annuels en devises étrangères nécessaires pour rembourser la dette contractée par suite des coûts en devises de l'exploitation;
- Fournir un rendement adéquat de l'investissement.

Pour atteindre ces objectifs, le développement doit être bien coordonné, avoir un calendrier bien établi dans les principales directions suivantes :

- 1) Traitement du gaz naturel brut :
  - Séparation de l'éthane, comme matière première pour la pétrochimie;
  - Séparation des gaz liquéfiables (propane, butane) pour le chauffage des habitations et éventuellement comme matières premières pour la pétrochimie.
- 2) Raffinage du pétrole brut :
  - Adaptation et expansion des installations existantes ou création de nouvelles capacités de raffinage et de nouveaux systèmes technologiques pouvant fournir de façon souple les matières premières nécessaires à la pétrochimie.
- 3) Conversion du méthane du gaz naturel :
  - Soit par reformage à la vapeur donnant un gaz de synthèse pour la fabrication d'ammoniac et d'engrais azotés et/ou de méthanol;



- Soit par combustion partielle donnant de l'acétylène, produit intermédiaire de la fabrication du chlorure de vinyle (et du PVC) et/ou d'autres produits chimiques industriels (aldéhyde et acide acétiques, etc.) et, en même temps, du gaz de synthèse pour l'ammoniac et le méthanol.
- 4) Vapocraquage de l'éthane pour donner de l'éthylène ou du naphta (gazole) pour donner de l'éthylène, du propylène et d'autres hydrocarbures éthyléniques comme produits intermédiaires pour la fabrication de chlorure de vinyle, de polyéthylène et de produits chimiques pour l'industrie.
- 5) Extraction des hydrocarbures aromatiques contenus dans le reformat catalytique et dans l'essence provenant du vapocraquage, fournissant ainsi la matière première pour la fabrication de matières plastiques et de fibres.
- 6) Fabrication de produits chimiques nécessaires pour les synthèses pétrochimiques, en particulier électrolyse du sel pour donner du chlore (et de la soude caustique) en vue de la synthèse du chlorure de vinyle à partir de l'éthylène ou de l'acétylène.
- 7) Autres traitements en aval de produits de raffinerie, par exemple fabrication de coke de pétrole pour l'industrie de l'aluminium, obtention, à partir du méthanol, de l'aldéhyde formique (qui entre dans la composition des adhésifs pour la fabrication d'articles en bois), de bitume pour les routes et la construction en général, etc.
- 8) Petites et moyennes entreprises industrielles en aval, pour le traitement de produits en vrac de la pétrochimie.

Le programme fondé sur ces lignes générales devrait être étudié à fond et dûment coordonné quant au temps, à l'ordre suivi et à la taille, car le produit final d'une usine est souvent la matière première d'une autre. Un retard à la mise en service des différentes usines pourrait causer de graves pertes au pays au lieu de lui assurer des bénéfices.

Suivant ces indications, l'économie du Cameroun peut atteindre les résultats suivants :

- Fournir à la population et à l'industrie un combustible propre et relativement bon marché (LPG, gaz de pipeline);
- Livrer à l'industrie de traitement, dépendant de l'électrochimie, qui doit fournir à la population des biens de consommation et à l'industrie des matières premières, des thermoplastiques importants de production nationale, tels que le polyéthylène, le chlorure de polyvinyle, peut-être le polystyrène;
- Créer de grandes usines d'urée et de méthanol orientées vers l'exportation, fournissant en même temps à l'agriculture des engrais simples ou composés (NPK) et à l'industrie du bois des produits chimiques;
- Mettre le raffinage du brut sur une base solide et l'intégrer avec les besoins nationaux en utilisant des systèmes plus souples et en obtenant une plus grande quantité de distillats légers (essence, gazole), de l'LPG comme combustible et comme matière première de l'industrie pétrochimique, des coupes spéciales pour celle-ci (en cas de déficience en éthane et en LPG), du coke de pétrole pour l'industrie de l'aluminium et du bitume pour les routes et la construction en général;
- Favoriser le développement d'autres secteurs tels que la production de denrées alimentaires, leur stockage et leur conservation à long terme, le traitement du bois, l'industrie de la transformation des métaux, en leur fournissant des matières premières d'origine nationale fondées sur les hydrocarbures.

## 1. EXEMPLES DE SCENARIOS

### 1.1. Scénario général possible

La liste des produits industriels fondés sur les hydrocarbures est très longue. Certains d'entre eux sont repris dans la figure 2.

En nous limitant aux produits que l'on peut envisager, de façon réaliste, avec la plus forte probabilité dans le cadre de la stratégie de développement de la R.U. du Cameroun pendant les 10 à 15 prochaines années, nous indiquons ci-dessous un scénario possible :

La principale hypothèse de base de ce scénario est qu'il sera possible de disposer d'éthane provenant du gaz naturel. Celui-ci sera séparé par réfrigération en éthane, LPG (propane + butane) et méthane, chacun de ces courants pouvant être traité séparément.

L'éthane peut donner par vapocraquage de l'éthylène, qui est en partie polymérisé en polyéthylène, en partie transformé, au moyen de chlore, en chlorure de vinyle, puis en chlorure de polyvinyle.

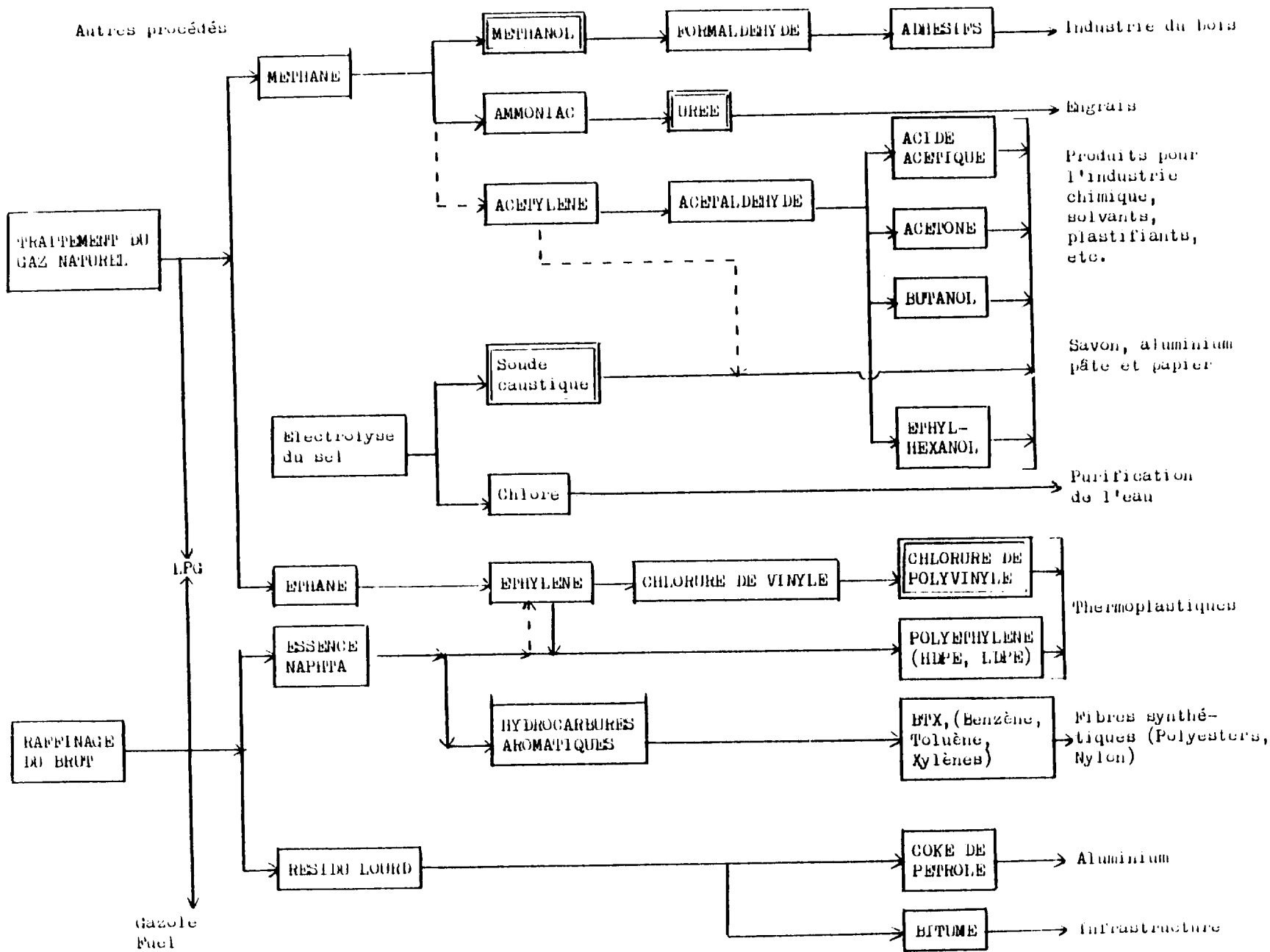
Le reformage à la vapeur du méthane donne un gaz de synthèse, point de départ de la synthèse du méthanol et de l'ammoniac; ce dernier est un produit intermédiaire pour la fabrication d'urée grâce au dioxyde de carbone du gaz de synthèse. L'LPG peut servir de combustible pour la population ou être transformé en éthylène par craquage avec le courant d'éthane.

Si le gaz naturel ne contient pas assez d'éthane, au moins 3 à 4 %, on pourra envisager d'autres procédés pour obtenir les mêmes produits finals :

Vapocraquage du naphta comme source d'éthylène (pour le polyéthylène et le PVC); cependant, il faut parallèlement traiter un autre sous-produit, le propylène, éventuellement en le transformant en polypropylène.

La combustion partielle du méthane fournit de l'acétylène; un procédé qui a fait ses preuves dans l'industrie permet, par addition de chlore, de le transformer en chlorure de vinyle et en chlorure de polyvinyle.

Ce scénario est représenté dans le tableau 3.



QUELQUES POSSIBILITES DE LA STRATEGIE DES INDUSTRIES  
 RELATIVES AUX HYDROCARBURES EN R.C. DU CAMEROUN  
 Figure 2

Tableau 3

Possibilités d'une industrie fondée sur les hydrocarbures en R.U. au Cameroun

	<u>Produits intermédiaires</u>	<u>Gamme de capacités</u>	<u>Destination du produit final</u>	
<u>A. Procédés de base</u>				
I. Réfrigération du gaz naturel	Ethane Gaz de pétrole liquéfié Méthane	200-500 t/j	Combustible à usage domestique	* * * *
II. Vapocraquage de l'éthane	Ethylène	50-150 t/an		* * * *
III. Polymérisation de l'éthylène	Polyéthylène	30-75 t/an	Fabr. industr. de matières plastiques, Exportation	* * * *
IV. Oxychloration de l'éthylène	Chlorure de polyvinyle	40-120 t/an	Fabr. industr. de matières plastiques, Exportation	* * * *
V. Electrolyse du sel	Chlore/NaOH	30-100 t/an	Savonnerie, Industrie de la pâte et du papier	* * * *
VI. Reformage à la vapeur du méthane	Ammoniac	300-1 000 t/j		* * * *
VII. Usine d'engrais	Urée		Surtout exportation, Emploi des engrais dans le pays	* * * *
VIII. Reformage à la vapeur du méthane	Méthanol	300-1 000 t/j	Surtout exportation, Une partie transformée sur place en HCHO	* * * *
<u>B. Autre procédés possibles</u>				
IIb. Vapocraquage du naphta	Ethylène Propylène			* * * *
IVb. Combustion partielle du méthane	Acétylène Chlorure de polyvinyle			* * * *

## 4.2. Aspects techniques

Les techniques utilisées dans l'industrie pétrochimique ont été mises au point dans les pays développés; leur emploi dans les pays en développement implique un transfert, qui prend principalement la forme d'unités de production, conçues et construites par des sociétés étrangères, et de l'octroi de licences.

### 4.2.1. Traitement du gaz brut

Ce traitement dépend, en dernière analyse, de la façon dont les divers composants seront commercialisés, mais il y a deux méthodes fondamentales : liquéfaction complète pour obtenir de l'LNG et liquéfaction partielle par réfrigération pour récupérer de l'LPG et éventuellement de l'éthane.

L'installation nécessaire pour récupérer l'LPG coûte moins cher que dans le cas de l'LNG et fournit deux courants, le méthane et l'éthane, pouvant être utilisés pour la fabrication d'engrais et de produits pétrochimiques; en outre, on obtient du combustible gazeux pour la consommation nationale et l'exportation.

L'utilisation optimale du gaz dépend donc de la possibilité de trouver, dans le pays et à l'étranger, des débouchés rentables pour tous les principaux composants gazeux : méthane, éthane, propane, butane et fractions lourdes.

D'après les données disponibles, le gaz naturel du Cameroun contient 4 à 5 % d'éthane, ce qui le rend précieux pour la séparation de ce dernier, à partir duquel on peut facilement fabriquer de l'éthylène par craquage. Les rendements sont élevés et c'est là l'utilisation la plus économique de cette matière première. Si l'on craque simultanément du propane et de l'éthane, le mélange produit surtout de l'éthylène.

En même temps, on peut satisfaire la demande d'LPG comme combustible pour usage domestique.

### 4.2.2. Raffinage du pétrole brut

A son entrée dans la raffinerie, le brut est d'abord distillé sous pression atmosphérique, ce qui le sépare en gaz combustible, LPG, naphtas léger et lourd de distillation directe, kerosène, gazole et fuel.

C'est là aussi à peu près la méthode adoptée par la seule raffinerie existant actuellement au Cameroun, qui est complètement orientée vers la fabrication de combustibles.

Pour lier une raffinerie avec la pétrochimie, certains processus supplémentaires sont indispensables. Par exemple, on peut orienter le traitement de l'essence ordinaire et du naphta pour donner le plus possible d'hydrocarbures aromatiques, par valorisation poussée grâce au reformage catalytique. Pour obtenir les différents hydrocarbures aromatiques à partir du reformat ou d'autres fractions (par exemple de l'essence de pyrolyse), il faut une unité spéciale. Le résidu sous la pression atmosphérique peut être distillé sous vide, ce qui donne des fractions légères que l'on craque, et le résidu de cette dernière distillation fournit du coke de pétrole, important pour l'obtention d'aluminium par électrolyse. La queue de distillation, traitée par le propane, donne du bitume pour la construction de routes et de logements.

Pour obtenir, dans une raffinerie, des matières premières pour la pétrochimie, on peut être amené à adopter des processus souples supplémentaires. On pourrait même parler de "raffinerie chimique" dans le cas d'un complexe où les matières premières seraient entièrement converties en produits chimiques.

Au Cameroun, il semble utile d'étudier la possibilité d'une extension de la capacité de raffinage et de l'orienter vers l'obtention de produits pétrochimiques au lieu d'exporter le pétrole brut.

#### 4.2.3. Produits pétrochimiques à partir du méthane

Le gaz naturel camerounais, ayant une teneur élevée en méthane, convient, pour la fabrication d'ammoniac et de méthanol par l'intermédiaire du gaz de synthèse.

On peut aussi employer le méthane comme matière première de substitution pour le procédé par combustion partielle qui fournit de l'acétylène, intermédiaire permettant d'obtenir toute une série de produits pétrochimiques, en particulier le chlorure de vinyle et le chlorure de polyvinyle. Le gaz de synthèse obtenu comme sous-produit peut être utilisé en partie pour fabriquer de l'ammoniac ou du méthanol.

### 1.2.3.1. Ammoniac

L'ammoniac synthétique ( $\text{NH}_3$ ) est devenu la source principale de tous les engrais acotés. Les premières usines étaient très petites, d'une capacité de 25-50 t/j, et les coûts restaient élevés. Pendant les années 60, le recours aux compresseurs centrifuges a permis des usines à ligne unique de 1 000 ou même 1 500 t/j de capacité, qui ont un prix de revient bien plus faible que les usines plus anciennes et plus petites employant des compresseurs à piston. Le coût de production est tombé de plus de 200 dollars/t en 1940 à environ 30 en 1972. Ensuite, la tendance s'est renversée et les coûts ont augmenté, surtout parce que la matière première et la construction des usines coûtaient bien plus cher. Cette augmentation du coût de la construction était due surtout à la hausse du prix des matériaux et de la main-d'oeuvre, en partie aussi à la complication plus grande de l'équipement de récupération de la chaleur et de l'énergie, devenue nécessaire pour économiser un combustible coûteux. Une réglementation plus sévère sur la pollution a aussi joué un rôle. Si l'on dépassait la norme actuelle de 1 000 à 1 500 t/j, les économies d'échelle éventuelles seraient faibles et probablement compensées par un coût plus élevé de la distribution.

En 1981/82, la capacité mondiale de production d'ammoniac dépassait 95 millions de tonnes.

Le gaz naturel est la principale matière première; il est employé actuellement pour plus de 70 % de la production mondiale.

Une autre matière première importante est le naphta. Dans une usine alimentée au gaz naturel, on emploie 34 % de celui-ci comme combustible et 66 % comme matière première. Si la récupération de chaleur est efficace, il faut 1 073 m<sup>3</sup> de gaz par tonne d'ammoniac.

On obtient le gaz de synthèse à partir du gaz naturel par reformage catalytique à la vapeur. Les principaux constituants du gaz obtenu sont l'hydrogène, le monoxyde et le dioxyde de carbone. La purification se fait en plusieurs stades : désulfuration, conversion du monoxyde de carbone, élimination du dioxyde et purification finale pour se débarrasser des petites quantités restantes de monoxyde et de dioxyde de carbone.

Après purification, la pression du gaz est portée de 30-40 atmosphères à 150-300 atmosphères pour la synthèse de l'ammoniac. Dans les usines modernes, cela se fait par un seul gros compresseur centrifuge, entraîné par une turbine alimentée par la vapeur obtenue au cours du processus de production. Pour des



capacités inférieures à 500 t/j d'ammoniac, on ne peut utiliser ce modèle et il faut se servir de compresseurs classiques à piston, d'ordinaire entraînés par un moteur électrique, ce qui augmente la consommation d'électricité et réduit l'énergie contenue dans la vapeur obtenue par récupération de la chaleur perdue si l'on ne peut lui trouver une autre utilisation. Toutefois, cela ne pose aucun problème quand on transforme l'ammoniac en urée parce que la fabrication de celle-ci consomme de la vapeur. Utiliser des compresseurs à piston au lieu de compresseurs centrifuges augmente le coût en capital par tonne d'ammoniac.

On obtient l'ammoniac en faisant passer sur un catalyseur, à une température de 450-540°C, un mélange d'hydrogène et d'azote dans le gaz de synthèse sous une pression de 250 à 300 atmosphères. A chaque passage, la conversion ne porte que sur environ un quart du gaz. L'ammoniac est condensé sous forme liquide et le gaz est recyclé vers le catalyseur.

#### 4.2.3.2. Engrais azotés

L'ammoniac est le produit intermédiaire pour la fabrication de divers engrais azotés tels que l'urée, le nitrate et le sulfate d'ammonium et les engrais composés contenant aussi du phosphore et du potassium (engrais NP et NPK).

On fabrique l'urée en faisant réagir l'ammoniac sur le dioxyde de carbone, sous-produit de la fabrication d' $\text{NH}_3$ . Après séparation des réactifs et des sous-produits, la solution d'urée est concentrée par évaporation. On obtient des granules solides en pulvérisant la solution concentrée au sommet d'une tour de "prillage". La fabrication d'une tonne d'urée exige 0,58 t d'ammoniac, 0,76 t de dioxyde de carbone, 1,0 t de vapeur, 4 m<sup>3</sup> d'eau et 140 kWh d'électricité.

La fabrication de nitrate d'ammonium à partir d'ammoniac se fait en deux étapes. On oxyde d'abord l'ammoniac par l'air, ce qui donne de l'acide nitrique que l'on neutralise par l'ammoniac pour obtenir le nitrate. La solution est concentrée puis pulvérisée dans une tour de "prillage". Les granules ou "prills" sont enduits pour éviter la prise en masse pendant le stockage.

Le nitrate d'ammonium est très employé comme engrais; il contient 34,5 % d'azote, contre 46 % dans l'urée, et les frais de transport et de manutention par tonne d'azote sont donc plus élevés. A cause de son hygroscopicité et de sa qualité de comburant, sa manutention et son stockage exigent plus de précautions. Le nitrate d'ammonium est aussi un composant important des explosifs utilisés dans l'industrie extractive et dans les travaux publics.

La fabrication d'une tonne de nitrate d'ammonium exige 0,45 tonne d'ammoniac, 30-100 mg de platine comme catalyseur, 5 m<sup>3</sup> d'eau et 170 kWh d'électricité.

La production éventuelle d'engrais azotés au Cameroun exige une étude distincte pour choisir la technologie et la taille optimales. Elle pourrait peut-être être liée aux usines existantes d'engrais phosphatés (actuellement fermées) en vue de fabriquer des engrais composés (NP, NPK) adaptés aux cultures nationales.

Il faut considérer aussi les engrais obtenus à partir du gaz naturel et de l'ammoniac comme une importante possibilité d'exportation, ce qui exigerait une étude des marchés internationaux et de la possibilité de soutenir la concurrence des autres producteurs éventuels de la sous-région.

#### 1.2.3.3. Méthanol

Le méthanol a des usages multiples : combustible, produit de remplacement du kérosène, matière première ou produit intermédiaire de la fabrication d'aldéhyde formique, d'acide acétique, des dérivés tertiaires de l'alcool méthylique, de l'éther butylique, de l'éthylène, des protéines et de l'essence synthétiques. Parmi ses utilisations traditionnelles, l'aldéhyde formique représente environ 50 % du marché; il sert à la fabrication de résines à base d'urée-formaldéhyde et de phénol-formaldéhyde, d'adhésifs, de poudres pour le moulage, etc.

Les principaux producteurs sont les Etats-Unis, l'Europe et le Japon. De nouvelles usines viennent d'être construites en Libye, à Bahreïn et en Arabie saoudite. Elles sont toutes orientées vers l'exportation et sont censées satisfaire la demande supplémentaire des pays industrialisés.

Les nouvelles usines de méthanol sont toutes de grande taille. Des unités à ligne unique sont actuellement disponibles jusqu'à une capacité de 3 400 t/j, chiffre qui est considéré comme optimal et devrait fournir le coût de production le plus faible. La taille minimale rentable est de 300-1 200 t/j et deux unités de ce type sont en construction en Libye et à Bahreïn. En 1980, le coût d'une usine de 1 000 t/j, construite dans les pays en développement avec infrastructure existante, était d'environ 210 millions de dollars.

Il existe actuellement plusieurs procédés sous faible pression industriellement utilisables pour la fabrication de méthanol. Ils sont tous, en principe, très semblables : reformage à la vapeur du gaz naturel pour obtenir du gaz de synthèse, puis récupération de chaleur, compression et synthèse dans un convertisseur catalytique; enfin, le méthanol est purifié par distillation.

Au Cameroun, une usine de méthanol de capacité optimale (environ 1 000 t/j) devrait être orientée vers l'exportation et alimenter la production nationale d'adhésifs à l'urée-formaldéhyde nécessaires à l'industrie de transformation du bois.

Ayant des ressources forestières considérables, le Cameroun pourrait peut-être envisager aussi des procédés de traitement du bois tels que la carbonisation, la gazéification, l'hydrolyse, etc., pouvant fournir du méthanol. Ces procédés pourraient être utilisés à cette fin dans l'avenir si les ressources en gaz naturel étaient épuisées.

Le méthanol est un produit important dont les perspectives d'utilisation croissent sans cesse. On procède actuellement à des études poussées de recherche et de développement pour mélanger le méthanol à l'essence consommée par les voitures, pour fabriquer de l'essence synthétique et de l'éthylène, pour obtenir des protéines d'êtres unicellulaires remplaçant la farine de soja ou de poisson dans l'alimentation des animaux, notamment des animaux de boucherie.

Le méthane peut aussi permettre de fabriquer de l'acétylène, des méthanes chlorés et du noir de carbone.

#### 4.2.3.4. Acétylène

Plusieurs procédés d'obtention d'acétylène par craquage des hydrocarbures, et en particulier du méthane, ont fait leurs preuves dans l'industrie. Bien que son rôle comme matière première soit actuellement moins important que celui de l'éthylène, la situation peut évoluer dans l'avenir et il faut l'étudier du point

de vue national. L'acétylène est un produit intermédiaire très utile lorsqu'on ne peut se procurer des quantités suffisantes de matières premières telles que le naphta et d'autres produits pétroliers.

Nous donnons ci-dessous des procédés d'obtention d'acétylène à partir de méthane :

<u>Nature du procédé</u>	<u>Principale source d'énergie</u>	<u>% d'acétylène dans le gaz craqué</u>	<u>% de CO dans le gaz craqué</u>
Arc électrique	Electricité	15	0,5
Combustion partielle	Oxygène + matière première	3	26,0

La teneur élevée des gaz craqués en oxyde de carbone permet d'utiliser celui-ci, après séparation de l'acétylène, pour fabriquer du gaz de synthèse, puis de l'ammoniac ou du méthanol. Après séparation et purification, l'acétylène peut fournir des produits pétrochimiques importants, tels que :

Aldéhyde acétique, par hydratation de l'acétylène. Ce corps est un intermédiaire important pour l'obtention d'acide acétique, d'acétone, de butanol et de 2-éthylhexanol. Par chloration et déhydrochloration successives, il fournit un solvant important commercialement, le trichloréthylène. L'addition d'HCl fournit le chlorure de vinyle monomère, servant à fabriquer le PVC. Ce procédé était autrefois le plus employé, mais, bien qu'exigeant moins de capitaux, il est aujourd'hui remplacé par la déhydrochloration du dichlorure d'éthylène obtenu à partir de l'éthylène.

Dans le cas du Cameroun, où la production et le raffinage du pétrole sont encore à petite échelle, l'emploi de l'acétylène pour obtenir les produits pétrochimiques à partir du méthane et du gaz naturel mérite une étude approfondie.

Méthanés chlorés. Le chlorure de méthyle, le chlorure de méthylène et le tétrachlorure de carbone sont les produits chimiques de tonnage moyen utilisés comme solvants et comme intermédiaires dans les réfrigérants et les pulvérisateurs, ainsi que comme additifs pour l'essence. Leur consommation est cependant limitée à des processus très spécifiques et, dans certains cas, par exemple pour le plomb tétraéthyle, diminue.

Dans le passé, on a employé le gaz naturel pour la fabrication du noir de carbone, mais toutes les nouvelles usines construites emploient l'huile lourde comme matière première. L'utilisation presque unique du noir de carbone est la fabrication de pneumatiques et sa production ne serait justifiée que si l'on créait dans le pays une grande usine de pneumatiques.

#### 4.2.4. Produits obtenus à partir de l'éthane et du naphta

Tandis que le méthane, principal composant du gaz naturel, ne sert qu'à fabriquer de l'LNG (pour l'exportation), des engrais et du méthanol (pour la consommation nationale et l'exportation), de l'acétylène (pour l'obtention de produits chimiques) et au chauffage (pour utilisation nationale), l'éthane est une matière première qui peut être fort utile pour la production pétrochimique locale. Son vapocraquage le transforme en éthylène, presque sans donner de sous-produits.

On peut aussi obtenir l'éthylène par craquage du naphta, qui est une coupe du raffinage du brut, mais on obtient en même temps d'autres produits forts utiles, tels que le propylène, le butadiène, etc.

Le reformage catalytique du naphta de distillation directe fournit aussi des composés aromatiques (bensène, toluène et xylènes), qui élèvent l'indice d'octane de l'essence; si on les récupère par extraction et séparation, ils peuvent servir d'intermédiaires pour toute une série de produits pétrochimiques.

Bien que le principal objectif d'une raffinerie de pétrole soit de produire le plus de combustible possible, sa structure est d'ordinaire adaptée de façon à fournir des matières premières aux usines de pétrochimie, mais celles-ci consomment beaucoup moins d'hydrocarbures que les autres utilisations.

##### 4.2.4.1. Ethylène

Dans les régions pétrolifères des Etats-Unis, une usine d'éthylène reçoit d'ordinaire diverses matières premières provenant des raffineries voisines ainsi que les constituants du gaz naturel. En Europe et au Japon, le procédé habituel est le vapocraquage du naphta, avec recyclage vers le craquage de l'éthane et du propane récupérés; divers sous-produits sont traités pour récupérer des produits de valeur tels que le butadiène et des hydrocarbures aromatiques.

L'éthane ou le naphta est craqué à haute température et sous faible pression, en présence de vapeur, dans un four tubulaire. Après refroidissement et compression, le gaz produit est fractionné en éthylène pur et (dans le cas du naphta) d'autres produits éthyléniques tels que le propylène, le butadiène, etc.

L'éthylène est nécessaire pour alimenter les unités en aval fabriquant des produits intermédiaires ou des produits finals.

En 1979, plus de 93 % de l'éthylène étaient produits et consommés dans les pays industrialisés. La part du PVC et du polyéthylène était de plus de 30 %, le reste étant formé de divers intermédiaires, surtout l'oxyde d'éthylène et le glycol, qui sont le plus souvent utilisés par d'autres usines pétrochimiques.

D'après une étude de l'ONUUDI, on prévoit que la demande d'éthylène augmentera de 5,1 % par an jusqu'en 1984, de 5,5 % par an ensuite.

Dans les régions en développement (Golfe Persique, Extrême-Orient), une usine de 500 000 t/an, fabriquant l'éthylène à partir de l'éthane exigeait en 1980 un investissement de 500 millions de dollars E.U., ce chiffre passant à 700 millions dans le cas du naphta.

Au Cameroun, on pourrait envisager une usine employant l'éthane du gaz naturel, d'une capacité de 100 000 t/an.

#### 4.2.4.2 Hydrocarbures aromatiques

Ces corps proviennent surtout du traitement du pétrole, notamment du reformage catalytique.

En règle générale, cette opération porte sur du naphta ou de l'essence à bas indice d'octane et en augmente très appréciablement la valeur anti-détonante. Le reformat contient du benzène (5 %), du toluène (24 %) et des para-, méta- et ortho-xylènes (respectivement, 4, 9 et 5 %) appelé BTX. Les hydrocarbures aromatiques sont normalement séparés par extraction au moyen d'un solvant, puis fractionnés.

Une autre source d'hydrocarbures aromatiques est l'essence de pyrolyse obtenue lors du vapocraquage du naphta ou du gazole en vue de la production d'hydrocarbures éthyléniques.

Le benzène sert surtout à la fabrication du phénol, de styrène, de cyclohexane, de détergents synthétiques, d'aniline et de ses dérivés, etc.

Le toluène est employé comme additif pour les combustibles et les solvants ainsi que pour la fabrication de divers produits chimiques (explosifs). Comme le reformage produit beaucoup plus de toluène qu'il est nécessaire comme matière première pour la pétrochimie, une grande partie est transformée en benzène par désalcoylation.

Les xylènes, en particulier le paraxylène, sont, pour la plus grande partie, transformés en précurseurs de fibres en polyesters (TMT, TA).

#### 4.2.5. Thermoplastiques

Les plus utilisés sont le polyéthylène, le chlorure de polyvinyle, le polypropylène et le polystyrène.

Le polyéthylène s'obtient par polymérisation de l'éthylène pur, soit sous forte pression (LDPE), soit sous faible pression (HDPE). L'un et l'autre sont utilisés dans la fabrication de pellicules, de feuilles, de tuyaux obtenus par extrusion, d'isolants pour les fils électriques et les câbles ainsi que pour le moulage par injection.

Le polypropylène est obtenu par polymérisation à basse pression du propylène, sous-produit du craquage du naphta. Pour la plupart des applications, il concurrence l'HDPE : fabrication de pellicules, de feuilles, de tuyaux et de profilés.

Le chlorure de polyvinyle (PVC) est le produit de la polymérisation du chlorure de vinyle (VC) que l'on peut obtenir soit à partir de l'éthylène au moyen du chlore, soit à partir de l'acétylène au moyen d'HCl. Sa fabrication exige du chlore, donc une installation d'électrolyse du sel, qui fournit, outre le chlore, de la soude caustique, important produit chimique de base pour les industries du savon, de l'aluminium, de la pâte et du papier.

La production de VC et de PVC n'est justifiable que s'il existe une utilisation pour la soude caustique.

Les utilisations finales du PVC sont nombreuses : revêtements de sol, mobilier, enduction de fils et de câbles, tuyaux, accessoires de la construction et des transports, conditionnement, vêtements, chaussures, jouets, etc. La consommation nationale, notamment celle de pellicules et de feuilles pour le conditionnement et celle de tuyaux pour l'agriculture et la construction, peut justifier l'investissement, même quand le caractère concurrentiel au niveau international n'est pas garanti.

Le polystyrène, obtenu par polymérisation du styrène, sert surtout pour le conditionnement, les articles de ménage, la radio et la télévision, les réfrigérateurs, les tuyaux, les jouets, etc.

En 1960, le coût en capital, pour une capacité de 75 000 t/an, était de 100 millions de dollars pour l'HDPE, d'environ 200 millions pour une unité de VC et PVC.

On pourrait suggérer que la R.U. du Cameroun concentre ses activités sur deux produits principaux, très utilisés, l'LDPE et le PVC, qui devraient être transformés sur place en articles de conditionnement (par exemple pour l'industrie des denrées alimentaires et pour l'ensachage des engrais) en tuyaux et accessoires, ainsi qu'en articles de ménage. Les capacités de production devraient naturellement être harmonisées avec la capacité possible de production d'éthylène.

#### 4.2.6. Fibres synthétiques

Une autre possibilité d'utiliser les intermédiaires pétrochimiques, tels que les hydrocarbures aromatiques ou éthyléniques, est la synthèse de fibres pour usage industriel et de fibres artificielles remplaçant le coton, la laine et la soie.

Il existe trois catégories principales de fibres synthétiques obtenues à partir des hydrocarbures :

Fibres de polyesters, fabriquées à partir du paraxylène, qui après transformation en diméthyltéréphtalate ou en acide téréphtalique (DMT ou PTA) est un produit intermédiaire important.

Fibres de polyamide (Nylon), obtenues à partir du benzène extrait du mélange de carbures aromatiques, que l'on transforme en caprolactame.

Fibres polyacryliques, constituées d'un polymère de l'acrylonitrile, obtenu à partir du propylène et de l'ammoniac.

Etant donné le climat du pays, il semble qu'on puisse envisager la production au Cameroun de fibres stables de polyesters analogues au coton. Au début, on pourrait importer les produits intermédiaires (DMT ou PTA); leur fabrication ultérieure dans le pays constituerait un nouveau stade du développement en aval. Comme la filature et le tissage emploient beaucoup de main-d'œuvre, la fabrication des fibres synthétiques ainsi que les industries du textile et du vêtement pourraient devenir un facteur important de l'industrialisation du pays.



#### 4.2.7. Autres produits

Coke de pétrole. Il est nécessaire à l'industrie de l'aluminium. Sa fabrication dans une raffinerie par cokéfaction différée du résidu de la distillation sous vide est relativement simple. Grâce à la faible teneur en soufre du pétrole camerounais, la qualité du coke obtenu conviendrait pour la fabrication de l'aluminium par électrolyse.

Chlore et soude caustique. Ils devraient être fabriqués, par électrolyse du sel, afin de fournir du chlore en vue de l'obtention de chlorure de vinyle et de PVC. Le sel pourrait être produit sur place par évaporation au soleil de l'eau de mer. Le chlore aurait aussi un débouché, la javellisation de l'eau; la soude caustique pourrait servir dans les industries du savon, de la pâte et du papier, etc., et être exportée.

Bitumes. Il est assez facile d'obtenir du bitume pour la construction de routes et de bâtiments en oxydant par l'air le résidu de la distillation sous vide.

#### 4.3. Infrastructure nécessaire

Une infrastructure est indispensable pour la création et l'exploitation satisfaisante d'usines pétrochimiques. Il faut en particulier du terrain, de l'eau, de l'électricité, des routes et/ou des chemins de fer, ainsi que des ports.

Pour donner une idée des ordres de grandeur, disons qu'un complexe pétrochimique produisant 300 000 t/an de matières plastiques par vapocraquage du naphta exige une superficie d'environ 100 hectares, 1 000 m<sup>3</sup>/h d'eau et 33 000 kWh/h d'électricité.

#### 4.4. Capacité de l'usine et investissements

Comme nous l'avons déjà dit dans le chapitre 1, les coûts de production s'élèvent quand la capacité diminue; il est donc désirable de construire de grandes unités qui coûtent proportionnellement moins que les petites et les moyennes. D'autre part, un complexe pétrochimique exige des investissements tels qu'il doit fonctionner aussi près que possible de sa capacité nominale.

Il faut cependant souligner que la taille de l'usine n'est que l'un des facteurs de la rentabilité. Par exemple, une augmentation de 15 % du coût des matières premières pour une grande usine de styrène de 100 000 t/an, fonctionnant à pleine capacité, amènerait les coûts de production au niveau de ceux d'une usine de 65 000 t/an.

Une augmentation de 20 % des investissements, due à des coûts de construction plus élevés par suite de conditions locales défavorables, aurait le même effet.

L'avantage des grandes capacités a beaucoup diminué depuis quelques années, à cause de la variation de la structure des coûts de production, principalement la hausse des matières premières et de l'énergie. Les coûts fixes, en particulier ceux concernant les matières premières et les services auxiliaires, ont beaucoup baissé. Les conditions de la concurrence dépendent aussi beaucoup des distances de transport, ce qui peut parfois conduire à des prix très différents pour les mêmes produits. Enfin, le marché national peut être protégé par des tarifs douaniers.

Compte tenu de tous ces facteurs, on suggère que la R.U. du Cameroun choisisse les capacités des différentes usines pétrochimiques, après étude des conditions locales et ne préfère pas nécessairement les grandes capacités. Le tableau 9 indique les investissements nécessaires pour des capacités faibles et moyennes.

#### 4.5. Aspects financiers

La pétrochimie exige des investissements élevés. Comme le montre le tableau 9, pour le programme indiqué, l'investissement nécessaire aux limites des batteries varie d'environ 600 à 1 500 millions de dollars E.U. et, si l'on ajoute les installations extérieures à l'usine et l'infrastructure, peut atteindre 2 à 4 milliards. Une grande partie de cette somme doit être dépensée en devises étrangères pour importer la technologie et l'équipement.

Dans le choix des meilleurs moyens de financement, les considérations principales seront la disponibilité des fonds, les conditions auxquelles on peut se les procurer et la nécessité ou l'utilité de la participation de sociétés étrangères.

Le capital peut provenir du Gouvernement et d'investisseurs nationaux ou étrangers. La tendance actuelle en pétrochimie est la participation à 100 % du Gouvernement pour les unités de base, c'est-à-dire celles concernant l'éthylène, le sel, l'électrolyse, les principaux produits intermédiaires, etc., plus l'infrastructure, tandis que les usines en aval appartiendraient à des coentreprises. Les coentreprises internationales avec participation de sociétés chimiques de pays développés semblent plus courantes, car cela implique la fourniture du savoir-faire et une aide technique pour l'exploitation et la commercialisation.

Le financement peut aussi être assuré par divers organismes internationaux, les sources les plus importantes étant la Banque mondiale, la Banque africaine de développement et les banques d'export-import de nombreux pays développés.

5. ETUDES SECTORIELLES A ENTREPRENDRE ENSUITE

La suite normale des activités conduisant à réaliser de grands projets industriels est la suivante :

- Etude de bien-fondé
- Evaluation du marché et négociation d'accords sur les ventes
- Formation d'une société chargée de l'exploitation et choix des associés
- Choix et étude du site
- Création de moyens de financement et de crédit
- Evaluation de la technologie du procédé
- Spécification du projet
- Evaluation des entrepreneurs
- Publication d'appels d'offres
- Evaluation des offres
- Choix de l'entrepreneur et signature du contrat
- Aménagement du site
- Fabrication du matériel et de l'équipement
- Construction
- Essais
- Mise en service.

Il est cependant à conseiller, tout au moins pour des questions telles que l'évaluation du marché, à la situation de l'offre et de la demande, les considérations techniques préliminaires, le programme de production, les facteurs liés à l'implantation, etc., de procéder à diverses études de pré-investissement qui peuvent être utiles pour prendre des décisions en vue de stades ultérieurs, d'ordinaire coûteux.

Nous suggérons les études sectorielles suivantes et leurs cadres :

- 1) Identification des possibilités offertes par les hydrocarbures pour la production pétrochimique en R.U. du Cameroun :
  - Ressources disponibles en pétrole et en gaz
  - Composition du gaz naturel des différents gisements
  - Caractéristiques du brut
  - Installations de raffinage existantes et leurs possibilités d'expansion
  - Liaisons possibles de la raffinerie avec la production pétrochimique.
  
- 2) Séparation de l'éthane et de l'LPG du gaz naturel camerounais :
  - Quantités commercialement utilisables d'éthane et d'LPG dans le gaz
  - Méthodes de séparation; avantages et inconvénients de diverses techniques
  - Problèmes de stockage et de transport
  - Situation actuelle et éventuelle de l'offre et de la demande sur le marché de l'LPG
  - Capacités et implantations possibles de l'unité de traitement du gaz
  - Etudes économiques préliminaires sur la séparation de l'éthane et de l'LPG en R.U. du Cameroun.
  
- 3) Industrie de l'ammoniac et des engrais en R.U. du Cameroun
  - Demande actuelle et future d'engrais
  - Zone agricole, principales récoltes, autres paramètres d'ordre agricole et leur influence dynamique sur la demande d'engrais
  - Offre et distribution d'engrais
  - Usines d'engrais existantes et leurs inconvénients
  - Possibilité industrielle de production d'ammoniac (matière première, technologie, capacité, implantation, etc.)
  - Engrais azotés fondés sur l'ammoniac (urée, nitrate d'ammonium) et programme de production suggéré
  - Fabrication d'engrais complexes et possibilité de lier les usines existantes d'engrais phosphatés au développement prévu.
  
- 4) Conception d'une raffinerie pétrochimique au Cameroun
  - Principales caractéristiques d'une raffinerie pétrochimique
  - Inventaire des ressources en pétrole, sa qualité et ses caractéristiques du point de vue de la demande de la pétrochimie
  - Projet de programme de production d'intermédiaires : éthylène, propylène, hydrocarbures aromatiques, etc.
  - Projet de programme de production de produits pétrochimiques finals

- Demande du marché national pour les principaux produits pétrochimiques
  - Possibilités d'exportation
  - Fractions de combustible et leur utilisation en liaison avec la raffinerie existante
  - Considérations économiques telles que taille, infrastructure, implantation, coûts en capital et coûts d'exploitation, etc.
- 5) Etude de la production éventuelle d'acétylène à partir de méthane, et synthèses fondées sur l'acétylène :
- Hypothèses technologiques
  - Avantages et inconvénients techniques et économiques d'une production pétrochimique fondée sur l'acétylène
  - Programme de production éventuel
  - Coûts en capital et coûts d'exploitation
  - Aspects financiers
- 6) Création en R.U. du Cameroun d'une production de polyéthylène et de PVC :
- Situation actuelle de l'offre et de la demande pour les principaux produits thermoplastiques
  - Développements possibles de la demande, principaux débouchés
  - Différents procédés techniques utilisables pour LDPE et PVC
  - Projet de programme de production
  - Coûts en capital et coûts d'exploitation (dans le cas de PVC pouvant aussi partir de VC monomère)
  - Considérations financières
- 7) Marais salants :
- Demande totale, y compris la demande non industrielle, et situation de l'offre
  - Possibilité de créer une industrie du sel en R.U. du Cameroun
  - Caractéristiques des qualités requises
  - Aspects économiques (investissements, coûts de production, implantation, etc.)
- 8) Electrolyse du sel :
- Demande présente et future de chlore et de soude caustique
  - Consommation d'énergie électrique et approvisionnement possible
  - Unité d'électrolyse - technologie, capacité, implantation
  - Coûts en capital et coûts de production
  - Aspects financiers

9) Formation théorique et pratique du personnel :

- Evaluation de la quantité de main-d'oeuvre et de la structure requises
- Estimation des besoins de formation théorique et pratique
- Evaluation des caractéristiques requises pour les établissements de formation.

Tableau 9

Coûts en capital de certains projets  
que l'on pourra envisager en R.U. du Cameroun

<u>No</u>	<u>Nom du projet</u>	<u>Gamme de capacités</u>	<u>Valeurs extrêmes du</u> <u>coût en capital aux</u> <u>limites des batteries</u> <u>en millions de \$ EU</u> <u>(1981)</u>
1	Installation de séparation des gaz	LPG 120 - 360 t/j éthane 200 - 500 t/j	12,0 - 35,0
2	Ammoniac à partir du méthane	800 - 1 000 t/j	200 - 240
3	Urée à partir de l'ammoniac	1 350 - 1 650 t/j	180 - 200
4	Méthanol à partir du méthane	300 - 1 000 t/j	180 - 220
5a	Ethylène à partir de l'éthane	50 000 - 150 000 t/an	80,0 - 160,0
5b	Ethylène à partir du naphtha	50 000 - 150 000 t/an	100,0 - 220,0
6	Polyéthylène LD	30 000 - 75 000 t/an	72,0 - 150,0
7	Chlorure de polyvinyle	40 000 - 120 000 t/an	72,0 - 220,0
8	Marais salants	100 000 - 300 000 t/an*	10,0 - 30,0
9	Electrolyse du sel	Chlore 30 - 100 000 t/an* Soude caustique 35 - 115 000 t/an	35,0 - 100,0
10	Fibres de Nylon	5 000 - 8 000 t/an	70,0 - 140,0
11	Fibres de polyesters	5 000 - 15 000 t/an	85,0 - 210,0
12	Extraction d'hydrocarbures aromatiques	100 000 - 300 000 t/an	20,0 - 30,0

\* Y compris les utilisations non pétrochimiques.



## 5. CONCLUSIONS

L'expérience des pays où la pétrochimie atteint un certain niveau d'industrialisation montre que le nombre d'objectifs nationaux généraux liés au développement global du pays a été fixé. On envisage comme bénéfiques le produit intérieur brut, l'économie de devises étrangères, la valorisation de matières premières et l'acquisition d'intermédiaires pour d'autres secteurs de l'économie.

L'effet direct de la pétrochimie sur le PIB porte sur la valeur ajoutée élevée. Par exemple, les matières plastiques fabriquées à partir du naphta ou du gaz valent environ 6 à 7 fois et les produits finals en matière plastique 10 à 15 fois plus que la matière première.

La création d'une industrie pétrochimique permet d'ordinaire de réduire les importations et de rendre possible les exportations, mais il ne faut pas oublier que l'investissement nécessaire et les coûts d'exploitation exigent de dépenser des devises étrangères, parfois en grandes quantités; une étude détaillée est donc nécessaire pour apprécier pleinement ce point.

L'industrie pétrochimique fournit les matières premières à des industries et des secteurs très nombreux, dont l'industrie du traitement des produits pétrochimiques, qui exige moins de capitaux que la fabrication des produits de base, emploie une main-d'oeuvre bien plus nombreuse et crée une valeur ajoutée plus élevée. Elle fournit divers secteurs, tels que le bâtiment et la construction, les transports, le meuble, les articles de ménage et, par l'intermédiaire du conditionnement, un grand nombre de domaines tels que les engrais et les industries liées à l'agriculture et à l'alimentation.

Créer une industrie pétrochimique conduit à valoriser des ressources nationales, pétrole brut et gaz naturel, ou certains de leurs composants tels que le méthane, l'éthane, le butane, le propane, etc.

Toutes ces raisons motivent les gouvernements à adopter des mesures en vue de favoriser de façon prioritaire la création d'une industrie pétrochimique.

Dans la plupart des pays en développement, on rencontre cependant des obstacles. Le marché est restreint, par rapport aux grandes capacités qui sont considérées comme économiquement optimales. L'approvisionnement en pétrole brut et gaz naturel ou en fractions de ceux-ci peut être incertain, puisqu'il est dans les mains de monopoles étrangers. L'industrie pétrochimique exige

en général des capitaux importants et les exportations sur le marché international sont difficiles. Le manque d'expérience industrielle, la pénurie de techniciens et de personnel qualifié peuvent influencer le fonctionnement et l'entretien des usines.

Dans le passé, la pétrochimie est née dans les pays développés et elle a été, pendant une longue période, l'un des secteurs de ces pays dont la croissance était la plus rapide. Elle n'existe que dans très peu de pays en développement; en Afrique, ceux qui ont commencé à créer leur propre industrie pétrochimique sont l'Algérie, l'Egypte, la Libye, le Maroc et le Nigéria.

Le Cameroun est l'un des pays d'Afrique occidentale qui possèdent des ressources en hydrocarbures. Celles-ci ne sont pas encore pleinement définies et on peut prévoir qu'une prospection plus poussée augmentera beaucoup les estimations. Néanmoins, avec les chiffres actuellement connus sur ses ressources, ainsi que sur leurs qualités et leur composition, on peut prévoir la création d'une industrie pétrochimique solide et viable. Cela devrait être possible en la fondant surtout sur le gaz naturel qui, par une méthode techniquement simple et assez peu coûteuse (réfrigération), peut fournir l'éthane, précieux pour la pétrochimie, et en même temps l'LPG comme combustible domestique. On peut aussi envisager, éventuellement pour un stade ultérieur, l'extension ou la création d'une raffinerie, fournissant du naphta, des hydrocarbures aromatiques, du coke de pétrole et utilisant pleinement la faible teneur en soufre du brut camerounais.

En conséquence, les objectifs généraux concernant la création d'une industrie pétrochimique au Cameroun sont les suivants :

- Utiliser des ressources précieuses en hydrocarbures, au lieu de les brûler ou de les exporter à l'état brut;
- Fournir à d'autres secteurs prioritaires des engrais, des matières plastiques, des matières synthétiques, du coke de pétrole;
- Stimuler le développement d'industries en aval utilisant beaucoup de main-d'oeuvre;
- Diversifier les sources de revenus.

Pour atteindre ces objectifs, nous suggérons les grandes lignes suivantes :

- 1) Séparation des liquides du gaz naturel, pour obtenir l'éthane et l'LPG;

- 2) Traitements en aval du brut, tels que reformage catalytique, distillation sous vide, cokéfaction différée, pour fournir des coupes en vue d'un traitement ultérieur;
- 3) Fabrication d'ammoniac, d'engrais azotés et de méthanol à partir du méthane, ou de produits pétrochimiques à partir de l'acétylène obtenu par combustion partielle du méthane;
- 4) Manufacture à partir de l'éthane de l'éthylène et des matières premières qui en dérivent (polyéthylène, chlorure de polyvinyle, etc.);
- 5) Extraction des hydrocarbures aromatiques contenus dans le reformat et/ou l'essence de pyrolyse pour fabriquer des fibres synthétiques (Nylon, polyesters) et polystyrène, avec les produits intermédiaires;
- 6) Production de coke de pétrole pour l'industrie de l'aluminium;
- 7) Marais salants et électrolyse du sel;
- 8) Création d'industries en aval traitant les produits pétrochimiques de base.

On a suggéré des valeurs préliminaires pour les capacités et on a évalué les investissements. Le coût total en capital de ces usines serait de 1 à 2 milliards de dollars E.U. (aux prix de 1981) et, avec les installations en dehors des usines et l'infrastructure nécessaires, il atteindrait 2 à 4 milliards.

Cette étude préliminaire doit servir de base à une planification plus détaillée de l'industrie des hydrocarbures en R.U. du Cameroun. Pour cela, il faudra procéder à diverses études détaillées de préinvestissement :

- 1) Détermination de la quantité d'hydrocarbures disponible pour la pétrochimie;
- 2) Conception d'une raffinerie pétrochimique et d'un profil pétrochimique fondé sur elle;
- 3) Développement de l'industrie des engrais (fondée sur l'ammoniac, fondée sur les phosphates, engrais MP et NPK);
- 4) Méthanol et industrie fondée sur celui-ci; leur liaison avec une économie nationale;
- 5) Rentabilité de la production, à partir du méthane, l'acétylène et les ses dérivés;

- 5) Possibilité de créer des marais salants;
- 7) Electrolyse du sel + étude préliminaire sur la production et le marché;
- 8) Récupération optimale des hydrocarbures aromatiques et leurs utilisations en pétrochimie;
- 9) Possibilité et rentabilité de la fabrication de fibres synthétiques et de la création d'une industrie textile;
- 10) Influence sur l'infrastructure et l'environnement de l'évolution des industries fondées sur les hydrocarbures.

Une fois ces études achevées et évaluées, on pourrait appliquer un programme de réalisation, partant de l'établissement d'études de bien-fondé pour les différents composants du programme.

On peut supposer qu'à la fin de ce siècle, le Cameroun pourrait être l'un des producteurs importants de produits pétrochimiques en Afrique occidentale.

ANNEXE

L'établissement d'un plan de développement à long terme de l'industrie des hydrocarbures en R.U. du Cameroun devrait être accompagné par un programme de formation spéciale pour une trentaine de personnes ayant fait des études à l'université ou au "college".

Ce programme devrait avoir plusieurs objectifs :

- Donner la formation nécessaire aux personnes qui pourront participer activement et de façon critique à la réalisation de projets au cours de négociations techniques et commerciales, d'établissement de contrats, de constructions, etc.;
- Créer une équipe de personnes capables de mettre en service et d'exploiter les composants industriels des complexes pétrochimiques, en particulier de bien réagir en cas d'accident ou de panne;
- Permettre de connaître l'organisation et l'entretien des installations, ainsi que de coopérer à la production des services auxiliaires;
- Organiser des services efficaces d'administration et de commercialisation;
- Favoriser la formation de contremaîtres, de techniciens, d'ouvriers qualifiés, etc.

La structure professionnelle des groupes de formation devrait pouvoir être :

	Techniciens		Directeurs		
	<u>Chimistes</u>	<u>Non-chimistes (mécaniciens, électriciens, techniciens de la construction etc.)</u>	<u>Financement</u>	<u>Commercialisation</u>	<u>Divers</u>
Nombre total	10	10	3	4	3

Nombre total : 30 personnes

Conditions à satisfaire pour la formation :

A. Groupe technique

- Aspects structurels de l'industrie des hydrocarbures;
- Les hydrocarbures comme matière première pour la pétrochimie;
- Chimie et technologie des procédés en cours de réalisation;
- Autres procédés; résumé des avantages et inconvénients des différents procédés;
- Directions du développement technologique;
- Entretien des installations pétrochimiques;
- Production des services auxiliaires;
- Problèmes concernant l'environnement et la réglementation sur la sécurité et la santé;
- Gestion d'une usine pétrochimique.

B. Groupe de gestion

- Caractéristiques générales de l'industrie mondiale de la pétrochimie et des hydrocarbures; le rôle des compagnies internationales;
- Certains aspects techniques de la production à partir d'hydrocarbures;
- Connaissance détaillée des différents produits;
- Organisation du service de commercialisation;
- Etudes de marchés;
- Coûts en capital et coûts d'exploitation dans l'industrie pétrochimique;
- Aspects financiers de la production;
- Problèmes administratifs et sociaux dans une usine pétrochimique.

Le programme de recrutement et de formation doit s'harmoniser avec les projets spécifiques dont la réalisation dans le pays est envisagée. Il faut avant tout évaluer les stagiaires qui pourraient être disponibles et le degré auquel ils seraient prêts à entrer dans le secteur.

