



**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)

Projet de rapport

16849

**DEVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE PETROCHIMIQUE EN ALGERIE**

**1986 - 2000**

**Rapport technique préliminaire préparé pour l'ONUDI  
par Rodrigo Donoso H., expert en  
industrie chimique**

**Alger, décembre 1987**

552

V.88-20092 (EX)

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
1. INTRODUCTION .....	1
1.1. Description du projet .....	1
1.2. Activités .....	1
1.3. Quelques caractéristiques de ce rapport .....	2
2. RESUME, CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS .....	3
2.1. Résumé .....	3
2.2. Conclusions .....	3
2.3. Recommandations .....	5
3. STRUCTURE ET COMPOSITION DE L'INDUSTRIE PETRO- CHIMIQUE .....	7
3.1. Définitions générales .....	7
3.2. Structure industrielle .....	7
3.3. Importance relative des segments pétrochimiques .....	10
4. SITUATION DE LA PETROCHIMIE DANS LE MONDE ET EN ALGERIE .....	13
4.1. Introduction .....	13
4.2. Caractéristiques macroéconomiques et pétrolières de l'Algérie .....	13
4.3. Commerce .....	15
4.4. Consommation .....	18
4.5. Production .....	22
4.6. Capacité des installations .....	25
5. EVALUATION DE LA DEMANDE POTENTIELLE .....	29
5.1. Introduction .....	29
5.2. Taux de croissance et perspectives à court terme .....	29
5.3. Caractéristiques et difficultés des projections à long terme .....	35
5.4. Projections quantitatives .....	36
5.4.1. Demande mondiale de produits pétro- chimiques : 1975-2000 .....	36
5.4.2. Analyse du scénario de la demande de produits pétrochimiques .....	42
5.4.2.1. Scénario global .....	44
5.4.2.2. Scénario régional .....	46
6. EVALUATION DE LA PREVISION SEMA-METRA POUR LES PRODUITS PETROCHIMIQUES .....	48
6.1. Caractéristiques générales .....	48
6.2. Méthodologie prévisionnelle utilisée pour les produits finaux .....	48
6.3. Méthodologie prévisionnelle pour les produits intermédiaires et les produits de base .....	50
6.4. Commentaires à propos de la méthodologie prévisionnelle .....	51

	<u>Page</u>
<b>7. EVALUATION DES ALTERNATIVES DE DEVELOPPEMENT DE LA PETROCHIMIE .....</b>	<b>54</b>
7.1. Introduction .....	54
7.2. Quelques instruments de base .....	54
7.3. Utilisation de la capacité l'éthylène en attente .....	55
7.4. Evaluation d'une alternative pétrochimique à long terme .....	58
<b>8. ANALYSE DES OPTIONS POUR LES MATIERES PREMIERES</b>	
8.1. Introduction .....	66
8.2. Besoins en matières premières .....	66
8.3. Options pour les matières premières .....	67
8.4. Conditions existant en Algérie .....	69
8.5. Conclusions provisoires .....	74
8.6. Produits et procédés basés sur le GPL .....	75
8.7. Recommandation .....	76
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>77</b>
<b>ANNEXE 1 .....</b>	<b>79</b>

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. Description du projet

Le présent rapport présente le résultat des activités menées par le consultant en relation avec un projet de l'ONUDI (DP/ALG/86/008/11-56/J-13420), concernant la planification du développement de l'industrie pétrochimique en Algérie.

Le but du projet était d'aider le Ministère de l'énergie et de l'industrie chimique et pétrochimique de l'Algérie (MEICIP) à préparer le plan directeur de l'industrie chimique (et pétrochimique). Le travail a été effectué dans le cadre d'une mission de deux mois, divisée en deux parties. La première partie, qui fait l'objet de ce rapport, a duré un mois, y compris le temps nécessaire aux voyages et à la rédaction du rapport.

La description des tâches précisait que le consultant devait travailler avec le personnel local de l'EDIC et de l'ENIP, ainsi qu'avec les membres d'une équipe de sous-traitance (LIES), afin de préparer une première version du programme de développement de l'industrie chimique (pétrochimique) algérienne. L'expert devait, entre autres, participer aux activités suivantes :

- i) Analyse des informations rassemblées par d'autres consultants.
- ii) Analyse des données prévisionnelles.
- iii) Analyse des programmes alternatifs d'investissement.
- iv) Préparation de l'évaluation des alternatives choisies.
- v) Préparation des rapports informatifs de planification et de programmation.

### 1.2. Activités

La période du contrat a débuté le 14 novembre et s'est terminée le 14 décembre, ces dates étant celles des vols à destination et à partir de l'Algérie. L'expert est arrivé à Alger le 16 novembre et est resté dans cette ville jusqu'au 12 décembre, travaillant sur différents aspects du projet.

L'expert a ensuite eu une série d'entretiens avec des représentants des sociétés ou organisations qui avaient participé au projet, à savoir :

- M. Brahimi, responsable de l'industrie pétrochimique au MEICIP.
- M.B. Tair, directeur national du projet à l'EDIC.
- MM.A. Eenachour, H. Laidouni et R. Sonala, ingénieurs à l'ENIP.
- MM. M. Zebrowsky et S. Gibinsky, respectivement animateur et membre de l'équipe LIES.
- M. H. Kopytowski, fonctionnaire de l'ONUDI, responsable du projet général de chimie (DP/ALG/86/008) et fonctionnaire chargé de l'appui du projet pétrochimique (DP/ALG/86/008/11-56/J-13420).
- M. J. Hake, attaché au programme PNUD/ONUDI.

### 1.3. Quelques caractéristiques de ce rapport

Il convient de souligner tout d'abord qu'il s'agit d'un rapport préliminaire. Ce rapport présente les résultats de la première partie de la mission, celle-ci ayant été divisée en deux. Il n'est donc pas définitif et ne traite pas de tous les sujets abordés dans le cadre du projet. Il ne faut pas s'attendre à y trouver des conclusions et des recommandations finales.

Une deuxième caractéristique, qui résulte de ce qui précède, est le contenu du rapport. Les sujets devant être traités dans le rapport final sont détaillés dans la description des tâches du projet, mais aucune référence n'est faite au présent rapport préliminaire. Cette question a été discutée avec M. J. Kopytowski, fonctionnaire chargé de l'appui du projet, qui se trouvait à Alger durant cette mission, et un accord est intervenu. Le contenu du présent rapport est conforme à cet accord, ainsi qu'à la liste des auteurs établie par l'ONUDI.

Enfin, il convient d'indiquer que certains sujets traités dans ce rapport devraient être finalisés au cours de la deuxième partie du projet, étant donné que des informations complémentaires ont été reçues durant les derniers jours de la mission.

## 2. RESUME, CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

### 2.1. Résumé

- Ce rapport présente les résultats de la première moitié du projet destiné à aider le MEICIP à préparer un programme de développement de l'industrie pétrochimique algérienne, jusqu'à l'an 2000.

- Une série de réunions a eu lieu avec des responsables du MEICIP, de l'EDIC, de l'ENIP, du LIES et de l'ONUDI. Un programme de travail a été préparé et exécuté.

- Ce rapport préliminaire décrit les résultats obtenus, dans le cadre de la mission. En raison du caractère préliminaire du rapport, certains sujets traités devraient être complétés au cours de la deuxième phase du projet.

### 2.2. Conclusions

- L'industrie pétrochimique algérienne n'est que partiellement développée. Le pays dispose d'un marché intérieur de dimension moyenne et de ressources adéquates en matières premières. Ces caractéristiques suffisent à justifier les efforts déployés pour développer ce secteur industriel, même s'il est clair que certains éléments feront défaut et qu'il ne sera pas possible de mettre sur pied un réseau complet.

- La consommation de produits pétrochimiques est faible, en Algérie, comme l'indique la consommation de matières plastiques par habitant. De plus, la consommation de produits chimiques par habitant était, en 1982, de 30 à 200 % plus faible qu'au Brésil, Mexique et Portugal, pays ayant enregistré un P.I.B identique à celui de l'Algérie.

- La capacité de production pétrochimique de l'Algérie est concentrée dans le complexe de matières plastiques de Skikda et dans le complexe de méthanol et de résines synthétiques d'Arzew. Ses unités ne sont utilisées que jusqu'à concurrence de 30 à 70%. La dimension de ces unités les désavantagent par rapport aux nouvelles usines de gros gabarit, en construction dans d'autres régions, à la suite d'économies d'échelle. Il importe que le plan de développement tienne compte du facteur dimensionnel, chaque fois que cela est possible.

- Il n'est pas facile d'évaluer la demande de produits pétrochimiques en Algérie, jusqu'en l'an 2000. Les projections générales pour la région Afrique du Nord/Moyen-Orient, à laquelle appartient l'Algérie, indiquent qu'il sera possible d'arriver à des taux de croissance élevés pour les produits finaux. Avec des projections de croissance du P.I.B légèrement inférieures à 4 %, la demande de matières plastiques s'échelonne entre 6,7 % et 10,1 %, selon les deux prévisions analysées. Cependant, la projection pour les autres produits finaux pourrait être beaucoup plus faible.

- Une évaluation de la prévision faite tout récemment pour un grand nombre de produits pétrochimiques, en Algérie, a dégagé certaines caractéristiques qui méritent d'être mentionnées :

- i) certaines parties du rapport manquent et devraient être complétées, comme par exemple l'annexe n° 8;
- ii) certaines parties devraient être décrites en plus de détails, afin de pouvoir juger de leur pertinence, par exemple la méthode permettant d'obtenir les coefficients de répartition;
- iii) il conviendrait de donner une justification plus claire et plus détaillée des déterminants choisis : 22 déterminants sur 37 sont sélectionnés de telle façon que le lecteur ne peut pas juger de leur adéquation, par manque de clarté.

- Quatre alternatives ont été évaluées pour le développement de l'industrie pétrochimique algérienne. Trois de ces alternatives sont des variantes d'un scénario basé sur l'utilisation annuelle de 50 000 tonnes de capacité de production d'éthylène, actuellement en attente. Toutes ces alternatives sont pratiquement identiques, du point de vue des produits qu'elles contiennent, mais les indicateurs économiques indiquent que le cas PJA est nettement supérieur.

- La quatrième alternative est basée sur la consommation de 400 000 tonnes d'éthylène par an, provenant principalement d'un nouveau vapo-craqueur qui utilise le naphta comme matière première. Le naphta et d'autres charges de départ sont transformés en 27 produits finaux et en plus de 60 produits intermédiaires. En général, cette alternative répond à la demande projetée pour l'an 2000, au niveau du groupe.

Les indicateurs économiques du cas ALL<sub>1</sub> sont positifs; toutefois, son efficacité est plus faible que celle du cas P<sub>1</sub>A. La balance du commerce extérieur de l'alternative est négative, en raison de l'importation de grandes quantités de produits intermédiaires. L'investissement total requis est élevé, vu la nécessité de construire un nombre considérable d'installations. cependant, il en coûterait encore bien plus de ne pas développer l'industrie pétrochimique, compte tenu du niveau de consommation projeté.

- Il a été procédé à une analyse qualitative des alternatives de charges de départ pour un nouveau grand vapocraqueur. Les autorités locales avaient déclaré qu'il existait des ressources adéquates et disponibles de type C1, C3, C4 et au-dessus. Les résultats de l'analyse ont indiqué que le naphta et le GPL étaient techniquement préférables, compte tenu de la proportion d'éthylène, de propylène et de butylène exigée par les prévisions de développement de la pétrochimie.

- Les contraintes locales semblent également indiquer que le GPL constitue une alternative raisonnable et prometteuse par rapport au naphta, comme matière première destinée au nouveau vapocraqueur proposé dans le scénario ALL<sub>1</sub>.

### **2.3. Recommandations**

- Un nouveau scénario, basé sur l'alternative d'un vapocraqueur utilisant du GPL comme charge de départ, devrait être analysé durant la deuxième phase du projet.

- Il serait opportun d'étudier la possibilité d'utiliser une charge de départ mixte, car les vapocraqueurs sont actuellement conçus pour une gamme plus flexible de matières premières.

- Le scénario basé sur le GPL donne des quantités considérables de MTBE (éther méthyl-tertiobutylique). Durant la deuxième étape du projet, il serait utile de rechercher un équilibre adéquat entre le BTX (Benzène, Toluène, Xylènes) extrait du raffinage et le MTBE à injecter dans le circuit de dégazolinage.

- La deuxième phase du projet devrait également comprendre la mise en application d'un scénario prévoyant une analyse du secteur des engrais, celui-ci n'ayant pas été inclus dans la première phase.

- L'alternative ALL1 nécessite un investissement considérable et des dépenses importantes, consacrées à l'importation de grandes quantités de produits intermédiaires qui ne sont pas fabriqués en Algérie. Une analyse de l'impact d'une diminution des investissements sur la balance du commerce extérieur, en particulier sur les importations, pourrait constituer un apport intéressant, dans le cadre du programme de développement de la pétrochimie.

- Une analyse de la demande de quelques produits pétrochimiques finaux, y compris les engrais, pourrait être faite en utilisant les résultats de certaines études spécifiques effectuées en Algérie, concernant les industries chimiques situées en aval qui utilisent les produits pétrochimiques finaux.

### 3. STRUCTURE ET COMPOSITION DE L'INDUSTRIE PETROCHIMIQUE

#### 3.1. Définitions générales

Il existe un accord général sur ce qu'est l'industrie pétrochimique, mais il n'y a pas de définition universellement acceptée quant à la portée et au contenu de ce secteur. Par conséquent, certains produits constituent des cas limites et peuvent être classés dans plusieurs secteurs industriels.

La figure 3.1\* permettra de mieux comprendre les rapports qui existent entre la pétrochimie et les autres branches de l'industrie chimique.

Selon ce schéma, la pétrochimie peut être identifiée au groupe des matières organiques lourdes. Cette classification est attrayante, à cause de sa simplicité; toutefois, elle comporte des incohérences et ses limites ne sont pas toujours clairement définies.

Une définition plus précise et plus pratique sera adoptée aux fins de la présente étude. Les produits pétrochimiques sont tous les composés chimiques qui peuvent être obtenus à partir des hydrocarbures naturels (pétrole brut, gaz naturel, etc ...) grâce à des procédés chimiques et qui sont destinés à un traitement ultérieur, dans l'industrie chimique ou dans d'autres secteurs industriels\*\*.

#### 3.2. Structure industrielle

Du point de vue de la transformation, il existe cinq types de produits qui entrent en interaction dans l'industrie pétrochimique. Seulement trois types de produits appartiennent à ce secteur : pétrochimiques primaires, intermédiaires et finaux. Les deux autres types de produits sont les matières premières - charges de départ pour le secteur, faisant partie de l'industrie du raffinage - et produits situés en aval, appartenant à d'autres branches du secteur chimique (35 ISIC)\*\*\*. Ces relations sont représentées schématiquement à la figure 3.1.

---

\* Figure 1, chapitre 3.

\*\* "The Petrochemical Industry in Developing Countries; Prospects and Strategies". ONUDI, 1985.

\*\*\* Secteur 35 de "International Standard for Industrial Classification".

Figure 3.1. Structure de l'industrie chimique

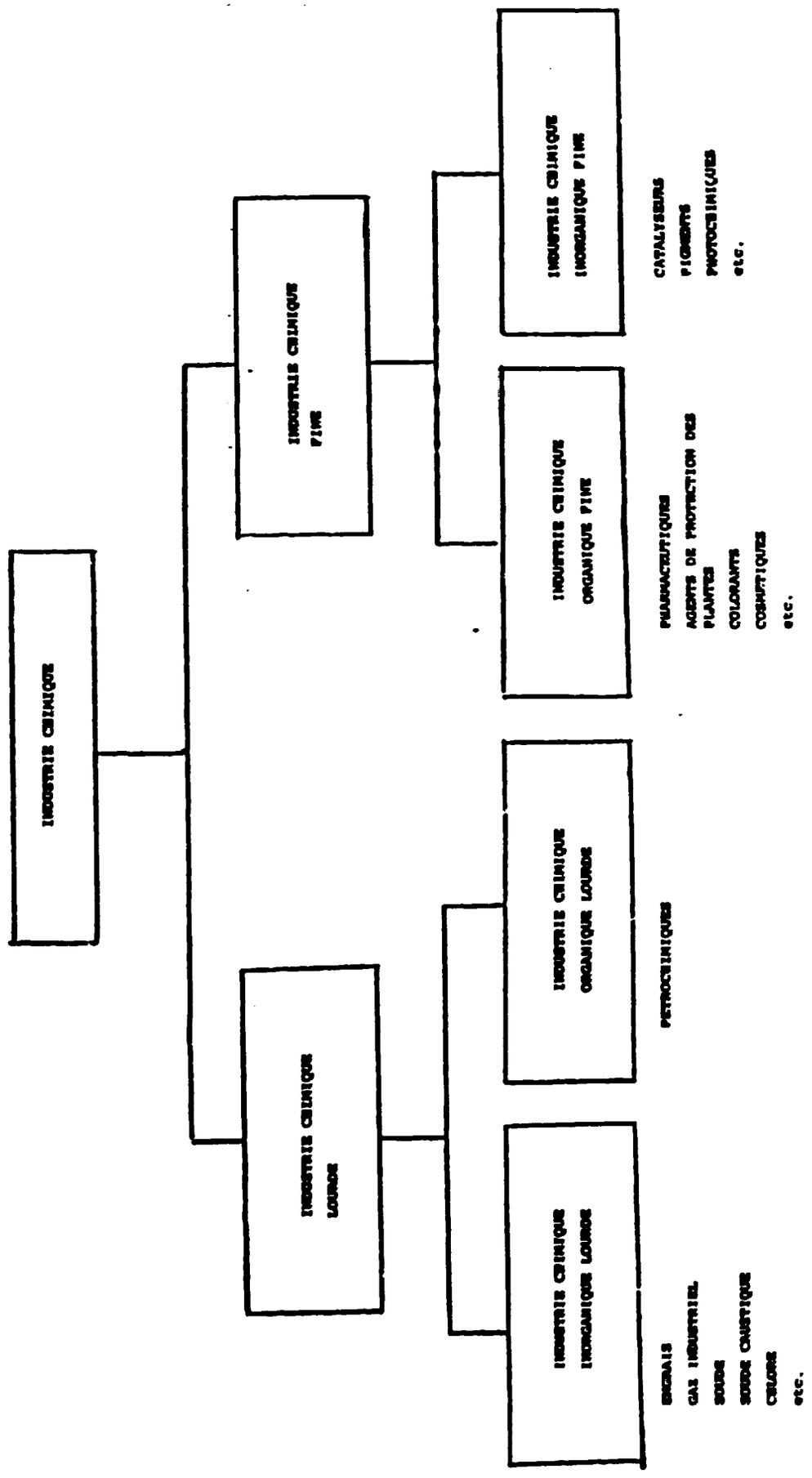
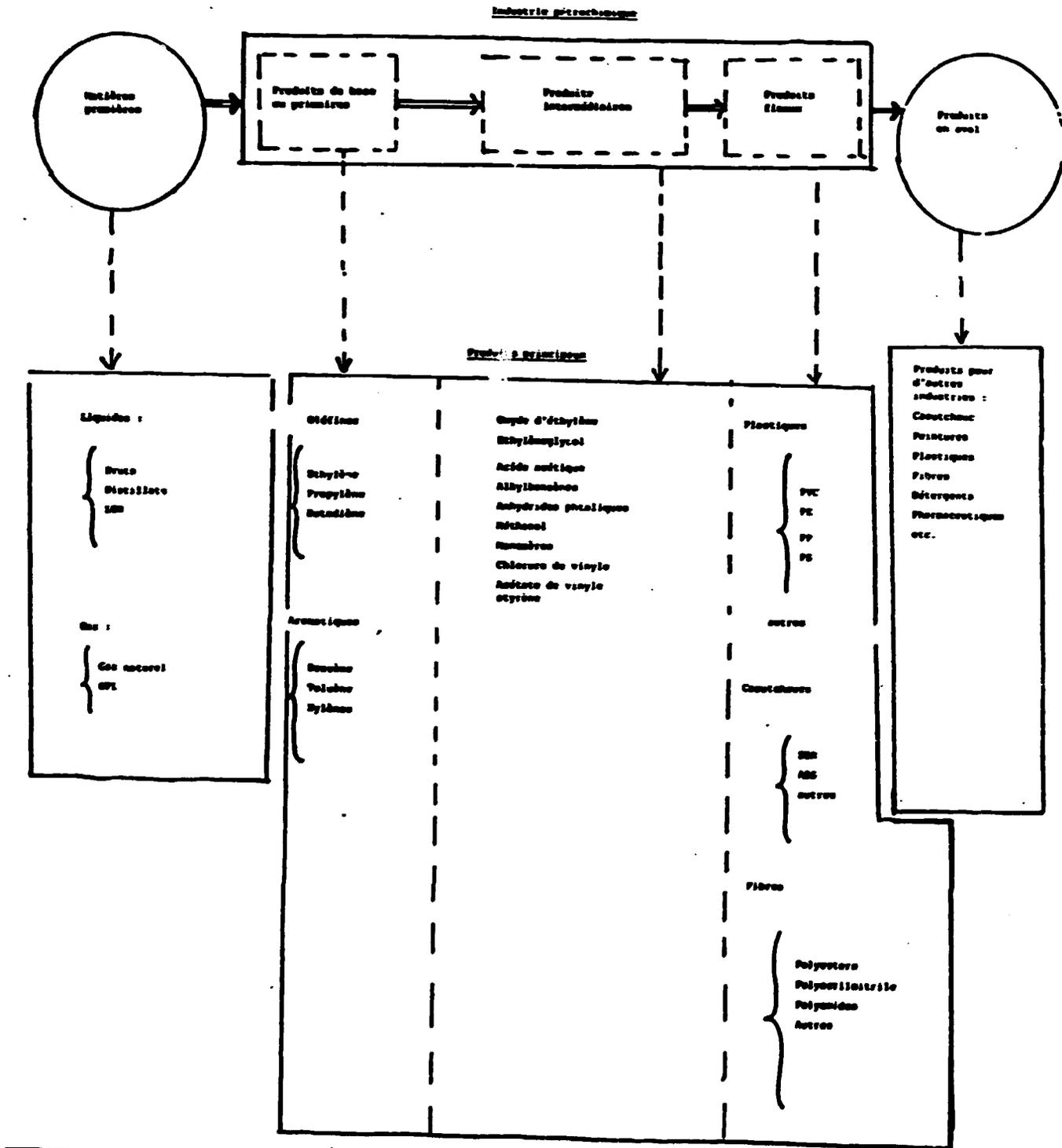


Figure 3.2. Structure simplifiée de l'industrie pétrochimique



Du point de vue de ses utilisations, le secteur pétrochimique se compose de six branches industrielles principales :

<u>Groupe de Produits</u>	<u>Code ISIC</u>
Pétrochimiques organiques	3511 (26 positions) et 3229 (1 position)
Caoutchoucs synthétiques	3513 (1 position)
Fibres synthétiques	3513 (3 positions)
Plastiques	3513 (7 positions)
Agents tensio-actifs	3523 (1 position)

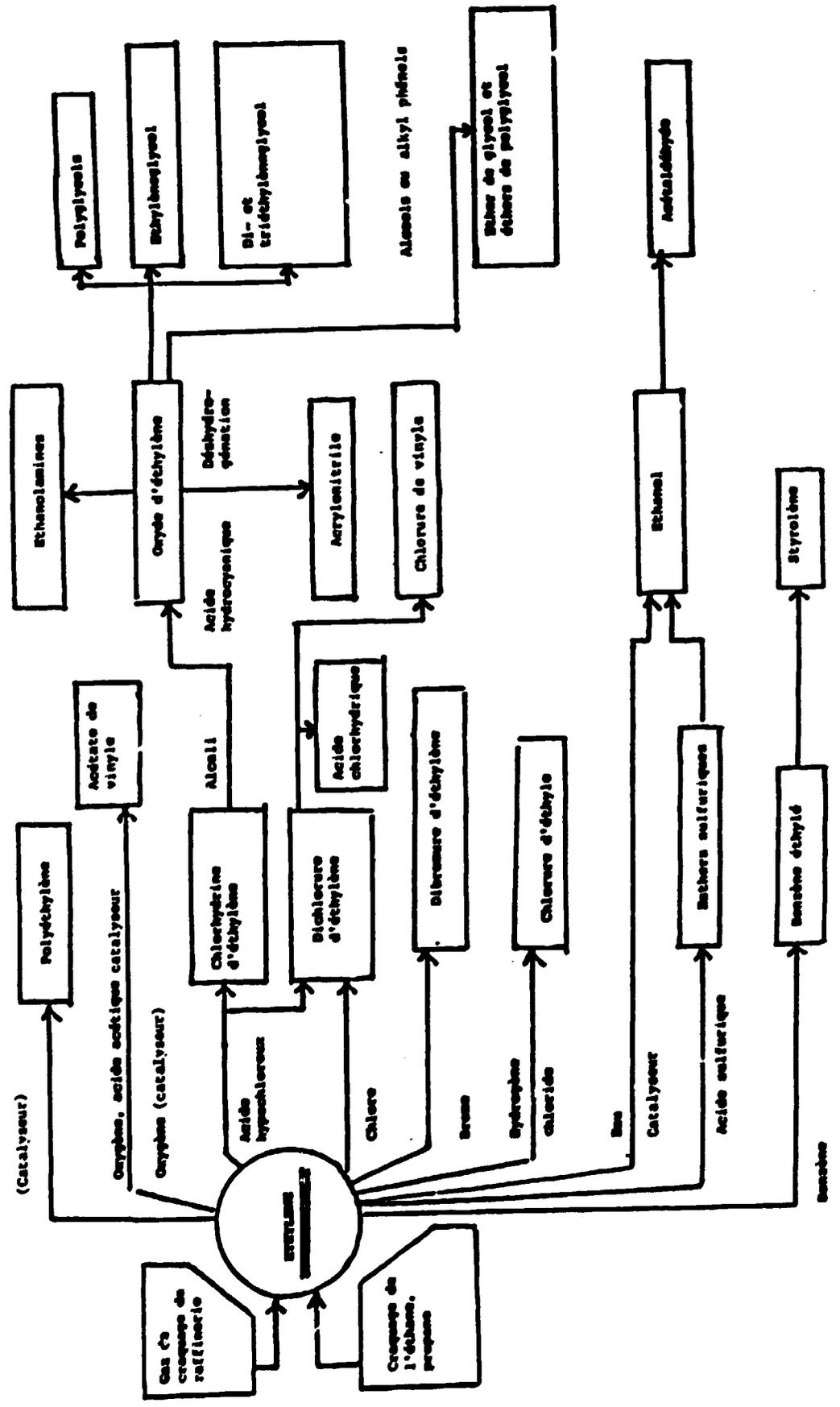
La structure extrêmement simplifiée, indiquée à la figure ci-dessus, est basée sur une chaîne de production qui va directement des matières premières aux produits situés en aval. Cependant, il est impossible d'envisager la structure réelle de l'industrie d'une manière aussi simpliste, car il existe des alternatives pour la plupart des produits chimiques, tant au niveau des matières premières que des procédés de production. Un schéma qui entreprendrait de représenter tous les liens existant entre les produits serait trop compliqué pour la plupart des lecteurs. Pour cette raison, les documents techniques de référence contiennent des diagrammes de complexité moyenne.

Enfin, il convient de répéter que plusieurs composés sont difficiles à classer d'une manière précise. Un exemple spécifique est celui de l'ammoniaque, qui peut être considéré comme étant un produit pétrochimique ou un composé inorganique lourd, d'après la charge de départ utilisée et les procédés de production. Etant donné qu'il s'agit essentiellement d'un composé inorganique utilisé pour la fabrication des engrais, l'ammoniaque est généralement répertorié dans ce secteur industriel. La ligne de démarcation entre la pétrochimie et les industries situées en aval est assez vague et il existe plusieurs cas douteux dans les plastiques, les fibres, les caoutchoucs et les détergents.

### 3.3. Importance relative des segments pétrochimiques

Il est nécessaire de présenter quelques chiffres pour donner une idée de l'importance relative des trois segments qui constituent l'industrie pétrochimique.

Figure 3.3. Produits pétrochimiques dérivés de l'éthylène



Près de 3 milliards de tonnes de pétrole brut et 1,2 milliard de tonnes de gaz naturel sont transformés chaque année dans le monde. Environ 8 % de pétrole brut et 10 % de gaz naturel sont consommés par l'industrie pétrochimique, en tant que matières premières. Le gaz produit principalement de l'ammoniaque et du méthanol, tandis que les charges de départ liquides donnent des oléfines, à la sortie des vapo-craqueurs, et des hydrocarbures aromatiques, grâce au reformage catalytique. En 1984, la production mondiale totale de ces composés était d'environ 57 millions de tonnes métriques d'oléfines (25 milliards de \$EU) et 40 millions de tonnes métriques d'hydrocarbures aromatiques (11 milliards de \$EU).

Il existe de très nombreux produits intermédiaires et les statistiques habituelles ne mentionnent pas la valeur de ce groupe, pris dans son ensemble. Les valeurs individuelles représentées par les produits les plus importants seront discutées plus loin.

En ce qui concerne les produits finaux, trois segments constituent plus de 70 % de la demande totale. Ces groupes de produits - thermostoplastiques, fibres et élastomères - dominent non seulement le marché, mais déterminent aussi les tendances en matière de rythme de production et de développement technique.

Nous avons indiqué ci-dessous les prix moyens, sur le marché mondial, en 1984, exprimés en dollars/tonne, pour les principales catégories de produits pétrochimiques :

(\$EU 1975)

Pétrochimiques organiques	700
Caoutchoucs synthétiques	860
Fibres synthétiques	1 550
Plastiques	800
Noir de carbone	470
Agents tensio-actifs	800

#### **4. SITUATION DE LA PETROCHIMIE DANS LE MONDE ET EN ALGERIE**

##### **4.1. Introduction**

Le but de ce chapitre est de situer l'industrie pétrochimique algérienne dans le contexte mondial.

A cet effet, plusieurs paramètres - tels que les ressources, la demande, le commerce, la production et la capacité - seront comparés, au niveau global, régional et national.

##### **4.2. Caractéristiques macroéconomiques et pétrolières de l'Algérie**

Selon une publication internationale\*, l'Algérie appartient au groupe des pays en développement qui ont un marché intérieur moyen et des ressources locales adéquates. Les principaux indicateurs macroéconomiques et pétroliers de l'Algérie sont indiqués dans le tableau ci-dessous, ainsi que les valeurs similaires pour les autres pays appartenant au même groupe.

---

\* "The Petrochemical Industry in Developing Countries : Prospects and Strategies". ONUDI, 1985.

Tableau 4.1. Indicateurs macroéconomiques et pétroliers

<u>Pays</u>	<u>Population</u> (millions)	<u>PNB</u> (\$EU milliards)	<u>PNB/habitant</u> (\$EU/hab.)	<u>Réserves</u> <u>totales en</u> <u>hydrocarbures</u> (million tonnes métr.)	<u>Nombre de</u> <u>raffineries</u>	<u>Capacité</u> <u>totale</u> (mill.TM/an)
<u>Afrique</u>						
Algérie	19,9	46,8	2 350	3 717	4	26,4
Egypte	44,3	29,6	670	46,3	6	21,0
<u>Asie occidentale</u>						
Iran	41,2	---	---	17 707	4	30,1
Iraq	14,2	---	---	7 531	8	18,1
Syrie	9,5	15,9	1 680	253	2	13,0
<u>Asie du Sud-Est</u>						
Malaisie	14,5	27,1	1 870	1 528	4	11,6
<u>Amérique latine</u>						
Argentine	28,4	58,9	2 070	876	11	38,5

A quelques rares exceptions, ces pays ont partiellement développé leur pétrochimie et procèdent actuellement à la fixation de leurs priorités et de leurs objectifs futurs. Compte tenu du fait que la dimension de leur marché intérieur ne justifie pas la mise sur pied d'une industrie pétrochimique complète, certaines composantes importantes font défaut. Toujours en raison de la dimension du marché, on constate que, dans la plupart des cas, une seule usine permet de satisfaire à la demande. Pour les raisons énoncées ci-dessus, il convient de faire preuve de la plus grande prudence lors du choix des produits et des procédés à mettre en application.

#### 4.3. Commerce

Le commerce international des produits pétrochimiques est relativement faible. Au niveau mondial, le bilan est positif pour les pays industrialisés à économie de marché, mais il est fortement négatif pour les pays en développement (voir tableau 4-2). En 1985, ce déficit atteignait 11 817 millions de dollars (valeur 1975), soit environ 70 % de la valeur de la production pétrochimique des pays en développement.

La situation est proportionnellement plus grave en Afrique du Nord, où le déficit du bilan pétrochimique, pour 1985, était estimé à 620 millions de dollars, c'est-à-dire presque trois fois la valeur de la production.

La situation pétrochimique de l'Algérie semble être similaire, voire meilleure que celle de l'Afrique du Nord. Les valeurs totales des importations et des exportations correspondant à l'année 1983 (tableau 4.2.) n'ont pas été nécessairement obtenues en utilisant la même base, mais une comparaison indique une tendance valable. Dans les deux cas, il existe un déficit évident, mais alors que le rapport importations/exportations est proche de 7,6 pour l'Afrique du Nord, il n'est que de 2,9 pour l'Algérie.

Aucun bilan détaillé de la situation pétrochimique de l'Algérie n'est présenté, pour le moment. Il existe des informations quant à la situation des exportations, mais les statistiques relatives aux importations ne seront prêtes que pour la deuxième phase de l'étude.

Tableau 4.2. Balance commerciale

Pétrochimiques (1985)

	Production	Importations	Exportations	Solde	Importations de produits pétroliers (1983)	Exportations de produits chimiques organiques (1983)
<b>Total</b>	192 882	52 806	46 573	-6 233	35 287	24 731
<b>Pays industrialisés à économie de marché</b>	156 892	35 567	43 119	7 552	28 762	22 686
<b>Pays en développement</b>	16 407	13 943	2 126	-11 817	-	-
<b>Afrique du Nord</b>	243	684	64	-620	469*	64
<b>Algérie</b>	-	-	-	-	50,1*	17,1

\*\*The Petrochemical Industry : The Sector Figures". ONUDI, 1985.  
Valeurs réelles pour 1983; estimations pour 1985.

Le tableau 4.3. indique les résultats des exportations des principaux produits pétrochimiques vendus par l'Algérie sur le marché international. Il existe deux sources d'information, qui ne sont pas toujours en accord. Les résultats montrent que les exportations ont tendance à augmenter et qu'elles ont atteint un total de 238 530 tonnes de produits pétrochimiques (5 produits principaux), en 1986, représentant une valeur à l'exportation de 205,5 millions de dinars.

**Tableau 4.3. Exportations pétrochimiques de l'Algérie**

		<u>1984</u>		<u>1985</u>		<u>1986</u>	
		(tonnes)	(M.D.A.)	(tonnes)	(M.D.A.)	(tonnes)	(M.D.A.)
Méthanol	a/ b/	58 260		57 693		81 102	40 847
Ethylène	a/ b/	2 945		31 215		18 468	25 218
Benzène	a/ b/	25 022		33 602		38 743	40 794
		(36 447)	(71 000)	(40 130)	(73 000)	(36 600)	
P-xylène	a/ b/	4 240		10 015		6 206	12 541
		(5 951)	(14 000)	(11 575)	(28 000)	(4 700)	
Total xylènes	a/ b/	27 208		80 639		94 011	86 085
		(31 025)	(43 000)	(91 560)	(137 000)	(89 400)	

a/ "Rapport final sur la production, le commerce et la consommation des principaux produits chimiques". SEMA-METRA CONSEIL, novembre 1987.

b/ "Quatrième Conférence nationale sur le développement". ENIP, septembre 1986. Egalement informations privées des contreparties d'ENIP.

#### 4.4. Consommation

Il n'existe pas de statistiques disponibles concernant la demande et la production pour l'ensemble de l'industrie pétrochimique. Seuls des chiffres par produit peuvent être obtenus, mais ces informations sont moins fiables que celles qui concernent le commerce ou la production.

Le tableau 4.4. indique la consommation de plusieurs produits thermoplastiques, en 1983 et en 1985. Une analyse de la demande de produits thermoplastiques, pour 1983, montre que la part des pays en développement atteignait 19,7 % de la valeur mondiale. La participation de la région Moyen-Orient/Afrique du Nord s'élevait à 17,6 % de la place occupée par les pays en développement et à 3,5 % de la consommation mondiale.

L'étude de la demande des cinq matières plastiques les plus importantes, pour 1985, donne des résultats similaires. La participation du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord correspond à 3,2 % de la consommation globale, tandis que la demande de l'Algérie atteint 6 % de la valeur régionale et moins de 0,2 % de la consommation mondiale.

Pour tous les produits chimiques, la consommation par habitant semble être bien en corrélation avec le P.I.B par habitant, pour chaque pays, comme en témoigne la figure 4.1. L'Algérie se trouve dans une position intermédiaire, avec une consommation de l'ordre de 21 livres sterling par habitant. Mais le schéma montre également que la consommation de l'Algérie, pour 1982, était plus faible que ce qui ressort de cette corrélation. Avec un P.I.B par habitant semblable à celui du Mexique, du Brésil et du Portugal, la consommation de produits chimiques par habitant, en Algérie, est de 30 à 200 % inférieure à la consommation par habitant, dans ces pays.

Le tableau 4.5. indique la consommation par habitant, pour les principaux produits thermoplastiques. Les résultats tendent à confirmer la règle selon laquelle la consommation de matières plastiques par habitant, dans les pays en développement, est d'environ 1/10e de la consommation par habitant, dans les pays industrialisés. Si l'on

**Tableau 4.4. Consommation de quelques produits pétrochimiques en 1983-1985**  
(1 000 tonnes métriques)

Produits	Total mondial		Pays industrialisés		Pays en développement		Moyen-Orient et Afrique du Nord		Algérie**	
	1983	1985	1983	1985	1983	1985	1983	1985	1983	1985
Ethylène*		39 806						350		56,9
Méthanol*		12 423						50,4		16,9
Thermoplastiques a/	43 380	45 000	34 885	36 000	6 545	9 000	1 505			186,3
LDPE*		14 080						550		70
HDPE*		6 903						111		33
PVC*		13 261						505		35,8
PS*		6 890						150		12,1
PP*		6 232						175		3,5

Les informations proviennent de différentes sources et ne sont pas nécessairement vérifiées.

a/ Thermoplastiques : 1983 - base statistique ONUDI; 1985 - The Petrochemical Industry in Developing Countries, ONUDI 1985.

\* Produits individuels 1985 : "World Demand for Petrochemical Products", 1983.

\*\* Algérie : "Etude de marché et projection de la consommation future de produits chimiques en Algérie", SEMA-METRA, 1987.

prend les valeurs enregistrées en Allemagne occidentale, aux Etats-Unis et au Japon (pays industrialisés) et si l'on compare la consommation de ces pays avec les chiffres correspondants pour le Mexique, l'Algérie et la Turquie (pays en développement), on constate que cette règle reste valable, même si ces pays sont parmi les pays en développement avancés. L'Algérie semble occuper une position intermédiaire au sein de cette catégorie de pays, pour ce qui est de la consommation de matières plastiques par habitant.

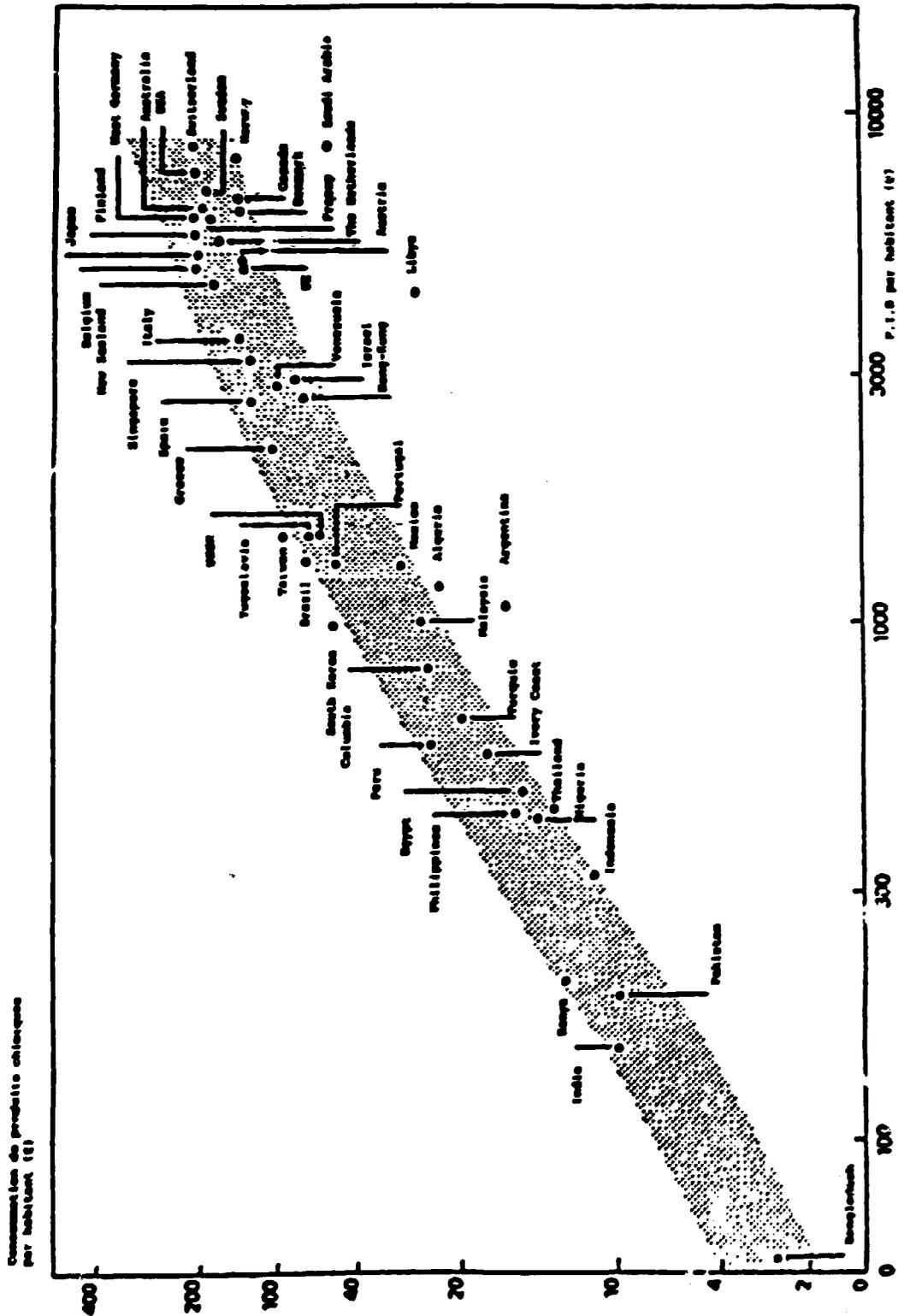
**Tableau 4.5. Consommation de matières thermoplastiques par habitant, 1986 a/**

Pays	(kg/habitant/an)
R.F.A	111
USA	89
Japon	68
Espagne	29
Afrique du Sud	15
Mexique	12
Algérie b/	8,5
Turquie	6

a/ Discours d'ouverture, Séminaire de Petkim; M. Vehbi Dincerler; juillet 1987.

b/ "Etude de marché et projections de la consommation future de produits chimiques en Algérie". SEMA-METRA, novembre 1987.

Figure 4.1. Consommation de produits chimiques par habitant et P.I.B pour 1982  
(échelle logarithmique)\*



\*Data distribution for the Chemical Industry. J.H. Newby-Jones. Chemistry and Industry, December 1983.

#### 4.5. Production

L'industrie pétrochimique algérienne dispose de deux usines principales de production : le complexe de matières plastiques de Skikda et le complexe méthanol-résines synthétiques d'Arzew\*. Les principaux composés chimiques produits sont l'éthylène, le LDPE et le PVC, dans le premier complexe, le méthanol et les résines de formaldéhyde, dans le second. Le tableau 4.6. donne une description de la capacité de production nominale des différentes usines, ainsi que de leur production effective et de l'utilisation de leur capacité, au cours des dernières années. \*\*/

En 1985-1986, l'usine d'éthylène a fonctionné à près de 70 % de sa capacité nominale. Un niveau similaire a été atteint par l'unité LDPE, mais l'usine de PVC n'a pu fonctionner récemment qu'à 26 % de sa capacité nominale. Cet échec provient de problèmes liés à l'unité chlore-soude caustique. La production du complexe d'Arzew a baissé, en 1986, à la suite de difficultés techniques, dans les deux usines et d'incertitudes concernant la demande de résines.

Le tableau 4.7. entreprend de donner une idée de l'importance relative de ces installations, au sein de l'industrie pétrochimique mondiale. Il représente la production de quatre composés, en 1984, à différents niveaux : mondial, pays en développement, régional, Algérie. Les résultats montrent le peu d'importance des installations nationales, en 1984, et le faible impact de tous les pays en développement au niveau de l'industrie pétrochimique mondiale. Dans trois cas (éthylène, LDPE et méthanol), la part des pays en développement était égale à environ 11 % de la production mondiale de 1984. Seule la production de PVC était plus importante (19,7 %). La production algérienne de ces

---

\* Le complexe de production d'engrais ammoniacés et azotés d'Arzew n'a pas été repris dans cette étude, car il est considéré comme faisant partie de l'industrie des engrais qui sera étudiée dans la deuxième phase du projet.

\*\* Le tableau indique également les capacités de production de produits aromatiques de la raffinerie de Skikda; ces produits servent de matières premières pour la pétrochimie.

composés représentait un très faible pourcentage, même par rapport aux pays en développement. Dans trois cas (éthylène, LDPE et PVC), la part de l'Algérie est inférieure à 1 % de la production des P.V.D. Seul le méthanol parvient à atteindre 3,1 % de la production des pays en développement. Cette valeur s'est améliorée en 1985 et en 1986, en raison d'une plus forte production des usines algériennes, durant ces deux années, mais nous ne disposons pas d'informations relatives à la production, pour 1985-1985.

**Tableau 4.6. Usines pétrochimiques algériennes**  
(1 000 tonnes)

Usines	Capacité de production nominales	Production		% d'utilisation	
		1985	1986	1985	1986
Méthanol	100	89,5	62	88,5	62
Formaldéhyde	20				
Résines (F) de formal- déhyde	14,4	7,7	2,5	55	17,8
Urée-F	8,0				
Phénol-F	5,9				
Mélamine-F	0,5				
Ethylène	120	79,3	73	66,8	68
LDPE	48	34,1	33	71	68,8
Chlorure de vinyle	40				
PVC	35	9,4	9,1	26,1	26
Benzène	90				
Toluène	15				
Para-xylène	38				
Xylène mixte	247				

- Plusieurs sources : - Informations de l'EDIC.  
 - "Rapport final sur la production, le commerce et la consommation des principaux produits chimiques". SEMA. METRA, novembre 1987.  
 - Informations privées des contreparties de l'ENIP.

**Tableau 4.7. Production pétrochimique en 1984**  
(1 000 tonnes métriques)

Composés	Monde	Pays industrialisés	Pays en développement	Moyen-Orient et Afrique du Nord	Algérie		
					1984	1985	1986
Ethylène	42 200	37 860	4 340	100	39,6	79,3	73
Méthanol	16 550	16 600	1 800	75	57	89,4	
LDPE	13 770	11 997	1 773	200	16	34,1	33
PVC	16 430	13 210	3 220	160	8,4	9,4	9,1

Informations mondiales et régionales : "The Petrochemical Industry in Developing Countries", volume 1, ONUDI, 1985. UNIDO/IS.572 Add.1.

Algérie : - "Quatrième Conférence nationale sur le développement". ENIP, 1986.

- Informations privées des contreparties de l'ENIP.

#### 4.6. Capacité des installations \*

La dimension des usines est une variable qui influence l'efficacité relative de l'industrie pétrochimique algérienne. L'économie d'échelle de ce type d'installations est donnée par la formule :

$$(I_A/I_B) = (C_A/C_B)^n$$

où  $I_A, I_B$  = coût d'investissement des usines A et B.

$C_A, C_B$  = capacité des usines A et B.

L'exposant  $n$  dépend du type d'installation et de son gabarit, mais il se situe généralement entre 0,6 et 0,8. Selon le type d'usine considéré, il existe 3 catégories de courbes d'économie d'échelle, comme on peut le voir à la figure 4.2.

Le tableau 4.8. représente une comparaison entre le gabarit des usines actuelles de la pétrochimie algérienne et le gabarit des mêmes usines standardisées, construites au cours des dix dernières années. Les résultats montrent que les usines sont de 5 à 10 fois plus petites que la plus grosse unité construite récemment. Mais si l'on prend une usine moyenne comme base de comparaison, ce rapport diminue pour n'atteindre que 2 à 4 fois le gabarit d'une installation construite récemment. Enfin, si une comparaison est établie avec la plus petite des usines standardisées, au niveau international, nous constatons que le gabarit des usines algériennes est proche des dimensions de ces installations, c'est-à-dire de 0,63 à 0,96 fois la dimension de ces usines.

Prenons un exemple précis, afin de mieux comprendre les effets de l'économie d'échelle sur les usines pétrochimiques. Selon le tableau 4.8., le gabarit des nouvelles unités de craquage d'éthylène est de l'ordre de 180 000 à 680 000 tonnes par an. L'économie d'échelle de ce type d'installation a été étudiée par l'ONUDI \*\*. Les résultats

---

\* Ces commentaires sont principalement valables pour les produits pétrochimiques de base. Dans le cas des produits spéciaux, il convient de tenir également compte d'autres facteurs.

\*\* "International Trade and the Marketing of Petrochemicals".  
ONUDI, 1985.

montrent qu'au-delà de 300 000 t/an, les coûts unitaires ne sont réduits que marginalement. La comparaison d'une unité de craquage de 120 000 t/an (gabarit algérien actuel) avec d'autres unités de 215 000 t/an (gabarit international moyen) et de 300 000 t/an (alternative efficace) montre que les coûts de production diminuent de 15 % et de 21 %, lorsque le gabarit augmente.

Toutefois, le handicap résultant du coût des petites usines -facteurs caractéristiques de nombreux pays en développement - pourrait être compensé par le coût des matières premières. Ce dernier est deux fois supérieur aux coûts d'investissement mentionnés précédemment. Placés dans de bonnes conditions, les pays en développement qui disposent de ressources locales, pourraient être compétitifs, sur certains marchés, avec les pays industrialisés.

Figure 4.2. Economies d'échelle pour des produits pétrochimiques choisis

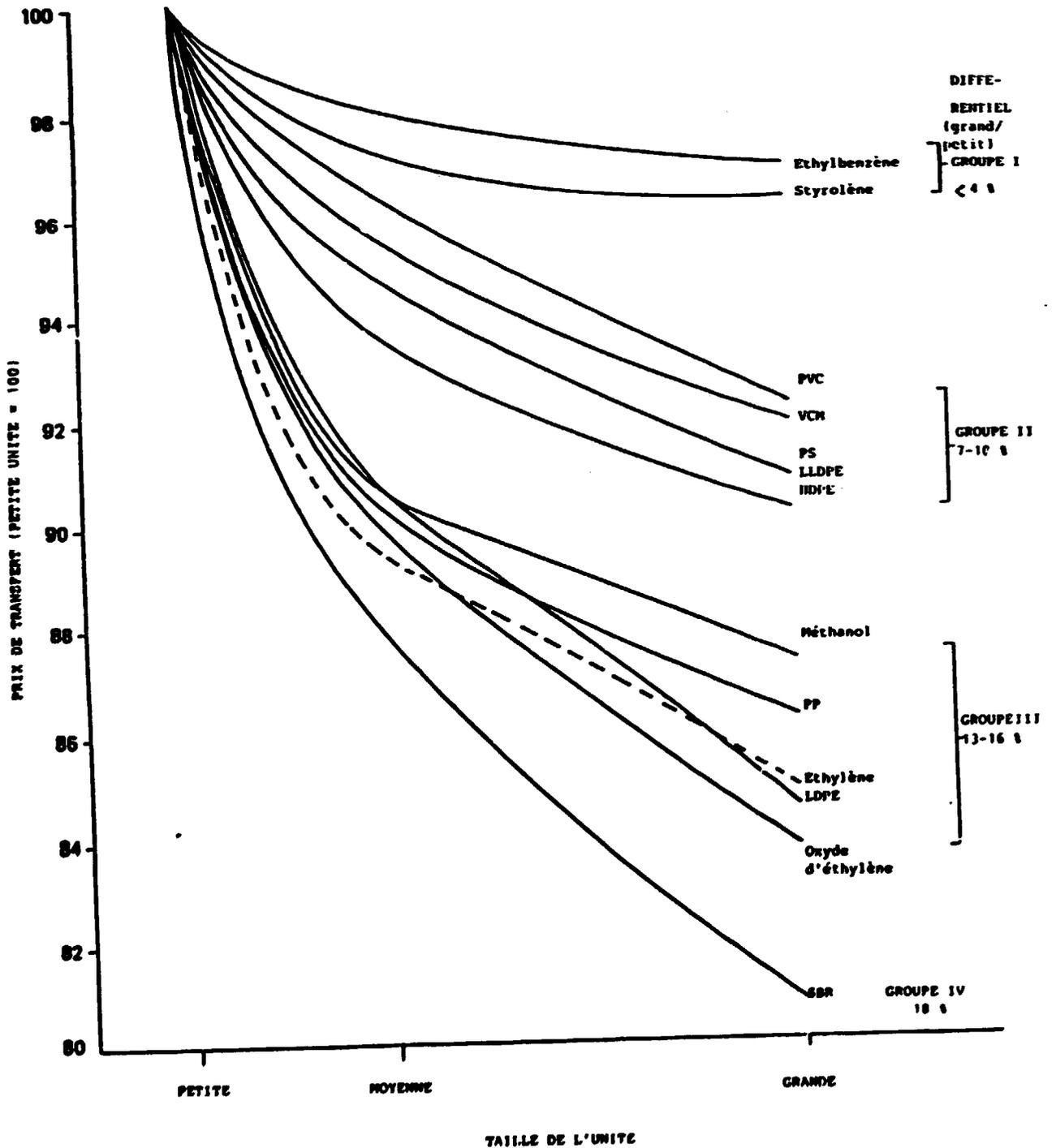


Tableau 4.8. Comparaison entre les capacités des usines (mille tonnes/an)

PRODUITS	Capacités internationales standardisées			Usines algériennes			
	Fourchette ONUDI <u>a/</u>	Chemical Engineering <u>b/</u>	Moyenne <u>c/</u>	Capacité nominale	% de la plus petite usine	% usine moyenne	Plus petites usines <u>a/</u>
Ethylène (à partir du gaz)	225-680	180-680	215	120	67	56	5 usines : 20-60
Méthanol	160-640	264-760	390	100	63	26	1 usine : 40
Polyéthylène à faible densité	50-200	-	75	48	96	64	5 usines : 9-36
Chlorure de polyvinyle	150-500	40-160	65	35	87	54	4 usines : 15-25

a/ "Second World-Wide Study on the Petrochemical Industry". ONUDI, 1981.

b/ "Sources and Production Economics of Chemical Products. 3ème édition". Chemical Engineering, 1983.

c/ Valeur moyenne, de a/ et b/

## 5. EVALUATION DE LA DEMANDE POTENTIELLE

### 5.1. Introduction

L'évaluation de la demande de produits pétrochimiques, pour les 10 ou 15 années à venir, constitue une phase critique dans la préparation d'un programme de développement à long terme destiné à ce secteur de l'industrie algérienne.

Un groupe d'experts a effectué une prévision de la demande nationale pour les produits chimiques les plus importants, jusqu'à l'an 2000. Les résultats ont été publiés récemment\* et seront discutés plus loin dans le rapport.

Le présent chapitre a pour but d'évaluer les différentes projections pétrochimiques internationales qui ont été publiées récemment. Elles devraient servir de cadre de référence pour l'analyse des projections SEMA-METRA qui figure au chapitre suivant.

La plupart des prévisions de la demande qui ont été publiées concernent le niveau global ou sectoriel. Il est pratiquement impossible de trouver des projections de la demande par pays, dans ces publications. Les résultats présentés ici correspondent à des études à court et à long terme, concernant la demande globale, effectuées pour l'Afrique du Nord et l'Asie occidentale, région qui englobe l'Algérie.

### 5.2. Taux de croissance et perspectives à court terme

L'industrie chimique mondiale a été un des secteurs les plus dynamiques du 20e siècle, comme en témoigne le tableau 5.1. Son taux de croissance moyen a atteint 9 %, entre 1960 et 1975, dans les pays industrialisés, comparé à 5,5 % pour la production industrielle. Il est ensuite tombé à 3 %, durant la période 1974-1985, mais il reste toutefois plus élevé que les 2 % correspondant au secteur industriel.

---

\* "Rapport sur les projections de la consommation des produits chimiques". SEMA-METRA Conseil, 1987.

**Tableau 5.1. Taux de croissance de l'industrie chimique et pétrochimique**

	Taux de croissance annuel moyen % 1960-1973	Taux de croissance moyen EC %	
		1960/73	1974/85
Production industrielle	5,5	5	2
Production chimique	9,0	10	3
Industrie pétrochimique*		25	3
Production de principaux pétrochimiques primaires			
Ethylène	17,0		
Propylène	16,5		
Benzène	13,0		
Butadiène	10,0		

\* mesurée en fonction de la production d'éthylène

Figure 5.1.

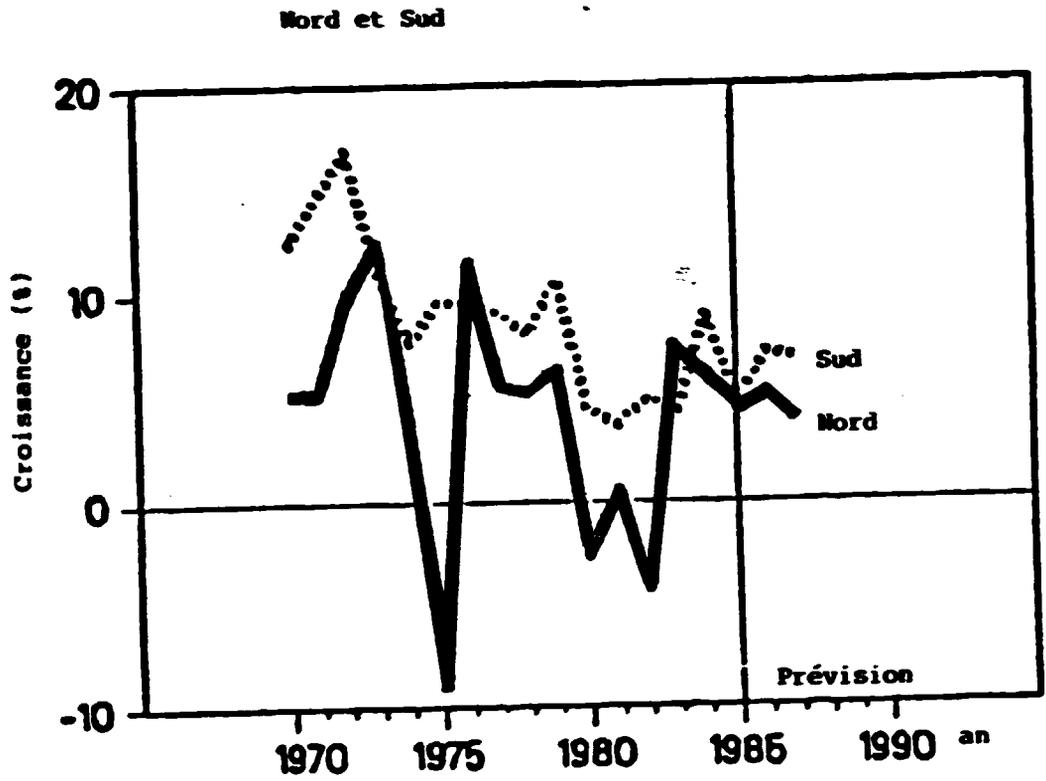
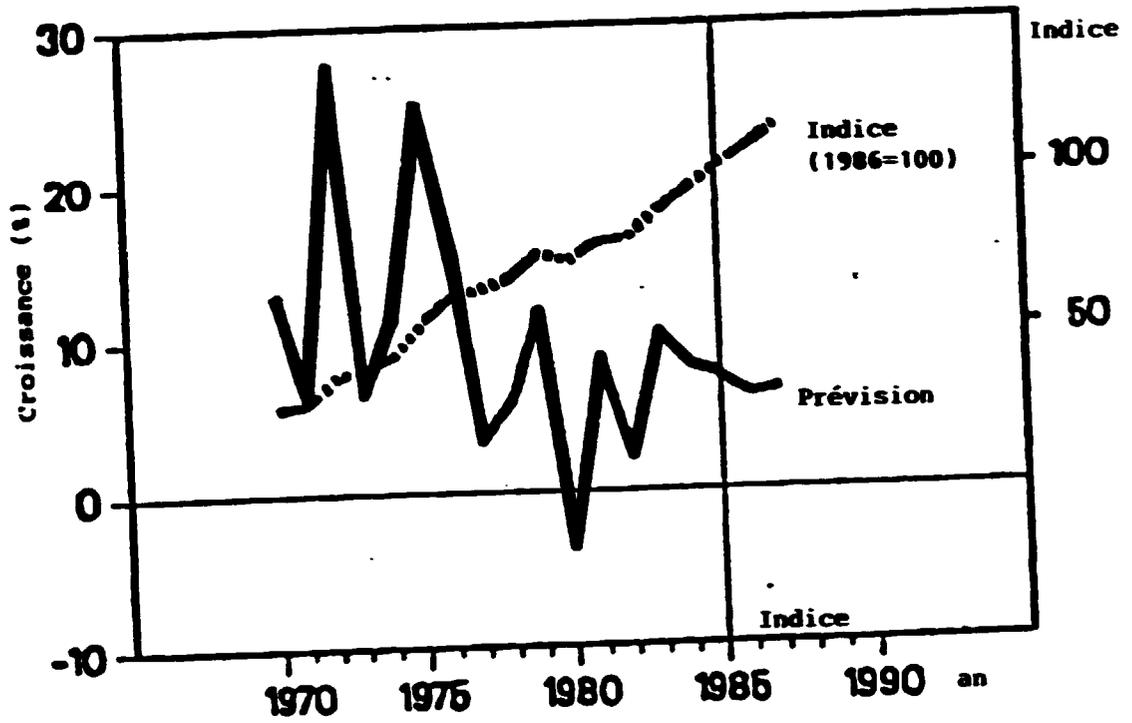


Figure 5.2.

Afrique du Nord et Asie occidentale



La figure 5.1. représente la croissance des pays développés (Nord) et des pays en développement (Sud) à partir de 1970. Le taux de croissance a nettement tendance à diminuer, mais en règle générale, le Sud se développe plus rapidement que le Nord. Une tendance similaire est observée pour la région Afrique du Nord et Asie occidentale - Figure 5.2. - qui enregistre généralement des taux de croissance plus élevés que le Sud. Selon les projections, la production de produits chimiques industriels doit augmenter de près de 7 %, dans les pays en développement, en 1986 et 1987. Durant cette période, la région Afrique du nord/Asie occidentale atteindra une valeur un peu plus faible, soit 5,6 %.

En général, la demande de produits pétrochimiques a augmenté beaucoup plus rapidement que la demande enregistrée dans l'industrie chimique (voir tableau 5.1.). De 1960 à 1973, le taux de croissance annuel moyen était de 17 % pour l'éthylène, 16,5 % pour le propylène et 13 % pour le benzène. Ces taux ont chuté après 1974 pour rejoindre pratiquement le taux de croissance de la production chimique.

La demande de principaux produits finaux - plastiques, fibres et caoutchoucs - a augmenté relativement moins vite qu'au cours des années précédentes, comme en témoigne le tableau 5.2.

On s'attend à ce que la croissance globale de la demande de produits plastiques atteigne 4,5 % durant la période 1982-1987. Le taux de croissance des pays en développement devrait être supérieur (6 % à 9 %) à celui des pays développés (environ 2,5 % en Europe et 4,4 % aux Etats-Unis).

Parmi les trois secteurs de base situés en aval, ce sont les matières plastiques qui ont enregistré les meilleurs résultats, suivies par les fibres et les caoutchoucs.

Dans le cas de l'industrie chimique, les perspectives à long terme dépendent généralement du niveau d'industrialisation local. Les perspectives sont assez bonnes en ce qui concerne une croissance rapide de la production pétrochimique, dans les pays en développement. La demande de produits chimiques organiques de base dépend principalement de la demande de produits pétrochimiques finaux (plastiques, fibres, caoutchoucs). La demande de ces produits est censée augmenter de 3 à 4 %,

**Tableau 5.2. Demande de principaux plastiques,  
caoutchoucs et fibres  
(1 000 tonnes)**

	(1 000 tonnes)				Taux de croissance annuel moyen (%)		
	1970	1975	1980	1984	1970-75	1975-80	1980-84
PVC	6 200	7 800	11 600	13 300	5,2	9,7	3,7
LDPE <u>2/</u>	5 700	7 400	11 200	13 600	6,0	10,3	5,4
HDPE	2 000	2 900	5 700	7 500	9,0	19,3	7,9
PP	1 700	2 700	4 750	7 100	11,8	15,2	12,4
PS	2 200	3 900	4 800	5 900	15,5	4,6	5,7
<b>Total matières plastiques</b>	<b>17 800</b>	<b>24 700</b>	<b>38 050</b>	<b>47 400</b>	<b>7,8</b>	<b>10,8</b>	<b>6,1</b>
<b>Caoutchoucs</b>	<b>6 400</b>	<b>7 600</b>	<b>8 800</b>	<b>8 300</b>	<b>3,75</b>	<b>3,2</b>	<b>-1,4</b>
<b>Fibres <u>3/</u></b>	<b>2 600</b>	<b>5 000</b>	<b>6 000</b>	<b>6 700</b>	<b>18,5</b>	<b>4,0</b>	<b>2,9</b>
<b>Total aval</b>	<b>26 800</b>	<b>37 300</b>	<b>52 850</b>	<b>62 400</b>	<b>7,8</b>	<b>8,3</b>	<b>4,5</b>

Source : Base statistique ONUDI

dans les pays développés, et de deux fois ce chiffre, dans les pays en développement\*.

### 5.3. Caractéristiques et difficultés des projections à long terme

Prévoir l'avenir est tout au mieux une tâche risquée et ardue, encore plus lorsqu'il s'agit de projections à long terme. De nombreux événements inattendus peuvent se produire, dans une perspective de dix ou de quinze ans. Leur impact pourrait modifier considérablement les tendances actuelles et fausser les prévisions les plus prudentes.

Au cours des quinze dernières années, deux augmentations brusques des prix pétroliers et une récession ont considérablement perturbé l'évolution de l'industrie pétrochimique. Par conséquent, les prévisions et les scénarios élaborés dans les années 1960 et 1970 se sont avérés trop optimistes, entraînant une surcapacité au début des années 1980.

Ces résultats pourraient remettre en cause l'utilité de procéder à des prévisions à long terme. Toutefois, les stratégies et les politiques doivent être basées sur certaines hypothèses concernant le développement futur. Il importe de faire les meilleures prévisions possibles, avec les instruments disponibles, en tirant la leçon des erreurs passées.

Plusieurs méthodologies peuvent être utilisées pour faire une prévision à long terme de la demande. La méthode la plus simple consiste à extrapoler une courbe artificiellement ajustée aux données statistiques passées, en supposant une continuité historique, afin de pouvoir projeter dans l'avenir une tendance déjà confirmée. Cette procédure pourrait convenir pour des projections à court terme, mais elle n'est généralement pas utilisée pour le long terme.

Une approche moins grossière consiste à extrapoler une variable exogène spécifique, qui semble expliquer la demande. Dans l'industrie chimique, le P.I.B. est la variable la plus souvent utilisée, comme indicateur de la croissance économique globale. Cette procédure n'est utile que lorsque le processus de développement est stable et qu'il ne faut pas expliquer le problème.

---

\* "Industry and Development, Global Report 1986". ONUDI, 1986.

Une méthode plus sophistiquée, permettant d'expliquer la demande future, consiste dans l'extrapolation simultanée de plusieurs variables endogènes. Un système dynamique complexe est choisi pour représenter l'interdépendance des variables. Selon ce système, l'évolution d'une variable spécifique influence l'évolution des autres variables. Une caractéristique de ce système - appelé "on-looker forecast" à la Ragnar Frisch - est que l'on n'observe pas, mais plutôt que l'on devine les nombreux éléments qui entrent en interaction.

Un dernier type de prévision a pour but d'influer sur le développement des événements économiques. Dans ce cas, les modèles sont conçus pour faciliter le choix d'instruments destinés à avoir un impact sur les cibles. Les variables ou constantes les plus intéressantes sont celles qui peuvent être choisies d'une manière assez directe, pour influencer le comportement du système.

Selon une étude\* concernant l'analyse des écarts existant entre les prévisions et les résultats réels, deux-tiers de ces erreurs sont dus à des projections trop optimistes de la croissance économique globale (P.I.B.). Le tiers restant est causé par une évaluation, également trop optimiste des rapports entre les chiffres obtenus pour la pétrochimie et les taux de croissance globale. Ces facteurs devraient être sérieusement considérés lors de la projection des demandes futures de produits pétrochimiques.

#### **5.4. Projections quantitatives**

Deux importantes projections relatives à la pétrochimie ont été publiées au cours des quatre dernières années, à la fin de 1983 et de 1985. Les caractéristiques principales de ces deux études - méthodologie, restrictions et résultats - sont discutées séparément sous ce point.

##### **5.4.1. Demande mondiale de produits pétrochimiques : 1975 - 2000**

La première de ces études est décrite dans le rapport "World Demand

---

\* "The Perils of Hanging on". D.R. Clair. European Petrochemical Association Meeting. 1983.

for Petrochemical Products and the Emergence of New Producers from the Hydrocarbon Rich Developing Countries", préparé pour l'ONUDI par Economic Research Ltd, en décembre 1983.

Les caractéristiques principales de cette prévision sont les suivantes :

- i) Projection des demandes régionales de 24 produits pétrochimiques pour 1985, 1990, 1995 et 2000;
- ii) Utilisation du modèle UNITAD (modèle économique mondial ONUDI-CNUCED) : les variables endogènes du modèle UNITAD sont également les variables exogènes du modèle pétrochimique contenu dans cette étude;
- iii) Estimation des demandes de produits finaux, à l'aide de fonctions relatives à la consommation et postulat d'une structure dérivée de la demande de produits intermédiaires et de base;
- iv) Etablissement d'un modèle général de demandes régionales pour 24 produits pétrochimiques, estimées à partir des données pour la période 1974-1981. Les estimations ont ensuite été utilisées pour prévoir la demande de ces produits, à cinq ans d'intervalle, de 1985 à l'an 2000.

Le tableau 8 du rapport original contient les estimations de la régression de la fonction de la demande de produits pétrochimiques en Afrique du Nord et au Moyen-Orient, pour la période 1974-1981. La plupart des équations ont une assez bonne valeur statistique. Les constantes des équations relatives à la demande de produits finaux sont généralement négatives et montrent une augmentation, entre 1974 et 1981, de la propension moyenne à consommer des produits chimiques, dans cette région.

La méthode prévisionnelle utilisée est celle dite du "on-looker variety". Cependant, étant donné que l'équation structurelle est liée au modèle UNITAD, il est possible d'envisager plusieurs voies alternatives pour ces demandes.

Le tableau 5.3. indique les résultats des projections de la demande, au niveau mondial et pour l'Afrique du Nord (AN)/Moyen-Orient (MO), pour 1985 et l'an 2000. Les taux de croissances projetés pour toutes les régions, de 1980 à 2000, sont indiqués au tableau 5.4.

Les résultats des prévisions à long terme peuvent être mieux évalués en les comparant à la situation de départ, c'est-à-dire en 1980. A cet effet, il convient de diviser les produits en trois groupes : produits pétrochimiques de base, intermédiaires et finaux. Seuls les produits les plus importants seront analysés dans chaque groupe.

Selon les prévisions, la demande mondiale de produits de base augmentera de 2,5 fois entre 1980 (257 900 millions de tonnes par an) et l'an 2000 (332 000 millions t/an). L'ammoniaque continuera de dominer la demande de produits pétrochimiques, en l'an 2000 (183 400 millions t/an), après une croissance de 4,9 % durant cette période, suivant exactement la demande globale de produits pétrochimiques. La part des pays en développement (P.V.D) devrait représenter environ 25 % de la consommation mondiale d'ammoniaque, contre 17 % en 1980. Le taux de croissance de la région Afrique du Nord (AN) et Moyen-Orient (MO) devrait augmenter de 6,6 % par an, pour atteindre 4,34 millions t/an en l'an 2000, ce dernier chiffre correspondant à 2,37 % de la demande mondiale, contre 1,70 % en 1980.

Toujours selon ces projections, la demande mondiale d'éthylène atteindra environ 72,4 millions t/an en l'an 2000, contre 35 millions de tonnes/an en 1980. Ce chiffre correspond à un taux de croissance annuel de 3,7 % nettement inférieur aux 4,9 % prévus pour la demande mondiale globale. Les P.V.D. représenteront 15,4 % de la demande totale, ce qui constitue une augmentation considérable par rapport aux 7,2 % de 1980. La demande de la région AN/MO atteindra 1,19 million t/an (1,65 % du total), après un accroissement de 9,1 % par an, à partir de 1980 (210 t/an; contribution = 0,6 %).

La structure de la demande mondiale de produits intermédiaires subira plusieurs changements. Le groupe éthylène (dichlorure d'éthylène, éthylèneglycol, éthylbenzène, oxyde d'éthylène) est le plus important groupe intermédiaire. Selon les prévisions, il atteindra 84,4 millions de t/an en l'an 2000 (45,5 % de la demande totale de produits intermédiaires). La demande mondiale de VCM (monomère de chlorure de vinyle) devrait atteindre 11,6 millions t/an, soit un accroissement de 4,5 %, à partir de 1980. La part des P.V.D sera de l'ordre de 25 % en l'an 2000, contre 13 % en 1980. La région AN/MO représentera 0,16 millions de tonnes/an, grâce à un taux de croissance de 9,7 % correspondant seulement à 0,57 % de la contribution totale des pays en développement. La tendance générale de la demande de produits intermédiaires est claire, dans la majorité des cas. La part des P.V.D augmente, tout comme celle de l'Amérique du Nord, tandis que la contribution des pays d'Europe occidentale diminue.

La demande de produits finaux - environ un peu plus de 1/5e de la demande mondiale totale - atteindra vraisemblablement 153,3 millions de tonnes/an en l'an 2000, c'est-à-dire 2,85 fois la demande enregistrée durant la période initiale (47,7 t/an en 1980). La structure de la demande de produits finaux et la distribution régionale de la demande changeront considérablement durant cette période.

Selon les prévisions, la demande mondiale combinée de HDPE et de LDPE (polyéthylène à haute densité et à basse densité) atteindra 45,9 millions t/an en l'an 2000, contre 16,2 millions t/an en 1980. Le HDPE augmentera à raison de 6,1 % par an, contre 4,7 % pour le LDPE. La demande de ces produits augmentera rapidement dans les P.V.D, entraînant un accroissement du pourcentage de la demande totale de ces produits, en l'an 2000. La demande de matières plastiques de la région AN/MO atteindra 2,23 millions t/an, correspondant à 4,86 % de la demande globale. Entre 1980 et 2000, le taux de croissance annuel moyen de la région est de 9,8 % pour le polyéthylène à haute densité (HDPE) et de 11,2 % pour le polyéthylène à faible densité (LDPE).

Tout en représentant une partie importante de la demande de produits finaux, la demande de polystyrène et de polypropylène devrait atteindre 32,8 millions de tonnes par an. Selon les prévisions, la

Tableau 5.3. Consommation pétrochimique mondiale par région et par produit (1 000 tonnes)

	1985			2000		
	Monde	Afrique du Nord et Moyen-Orient	Consommation mondiale (%)	Monde	Afrique du Nord et Moyen-Orient	Consommation mondiale (%)
ABS, sulfonate d'alkyl- benzène	1 030	6,2	0,34	4 918	12,9	0,26
Acide acétique	3 434	20,3	0,59	5 946	62,5	1,05
Acrylonitrile	3 545	0	0	8 109	0	0
Ammoniaque	90 393	1 655	1,03	103 394	4 372	2,37
Butadiène	5 672	0	0	12 162	0	0
Benzène éthylé	13 009	0	0	29 009	0	0
Ethylène	39 006	350,0	0,00	72 370	1 193	1,65
Dichlorure d'éthylène	19 364	57,2	0,30	36 668	275,1	0,75
Ethylène-glycol	4 380	24,0	0,55	8 666	50	0,50
Oxyde d'éthylène	5 560	0	0	10 066	0	0
Formaldéhyde	13 144	79,0	0,61	33 781	316,3	0,94
HDPE	6 903	110,6	1,60	17 316	487,9	2,02
LDPE	14 080	550,0	3,91	28 639	1 741	6,00
Méthanol	12 423	50,4	0,41	21 609	186,7	0,96
PET	5 026	28,6	0,49	14 344	70,4	0,49
PVC	13 261	505	3,01	26 917	151,6	5,63
Polypropylène	6 232	175	2,01	17 222	521	3,03
Polystyrène	6 091	150	2,10	15 615	716	4,59
Propylène	23 639	12,5	0,05	55 963	750	1,34
BR, caoutchouc butadiène-styrène	6 357	13,3	0,21	12 399	66,3	0,53
Styrène	11 099	0	0	25 396	0	0
VCM	13 704	33,1	0,24	27 017	159,2	0,57
Acétate de vinyle	1 973	10,0	0,91	3 550	55,4	1,56
<b>Total</b>	<b>322 530</b>	<b>3 039</b>	<b>1,19</b>	<b>671 002</b>	<b>12 522</b>	<b>1,06</b>

Tableau 5.4. Taux de croissance de la consommation mondiale de produits pétrochimiques par région et par produit

2000-1988

PRODUITS	Amérique du nord		Europe occidentale		CPE Europe		Japon		Autres pays industrialisés		Amérique latine		Afrique (Sud Sahara)		Afrique du Nord et Moyen-orient		Asie du sud-est		Total mondial*	
ABS, sulfonate d'alkylbenzène	0,091	0,049	0,000	0,075	0,046	0,080	0,000	0,109	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,078	
Acide acétique	0,017	0,037	0,000	0,024	0,030	0,076	0,000	0,155	0,047	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,037	
Acrylonitrile	0,060	0,043	0,038	0,064	0,054	0,082	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	
Ammoniac	0,054	0,038	0,035	0,028	0,037	0,091	0,000	0,059	0,066	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,049	
Butadiène	0,065	0,037	0,089	0,068	0,045	0,056	0,000	0,077	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	
Benzène éthylé	0,064	0,034	0,056	0,073	0,043	0,076	0,000	0,052	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,059	
Ethylène	0,041	0,024	0,043	0,007	0,040	0,071	0,000	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,037	
Dichlorure d'éthylène	0,043	0,024	0,057	0,020	0,071	0,064	0,000	0,065	0,096	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,039	
Ethylène-glycol	0,030	0,032	0,066	0,053	0,025	0,064	0,000	0,069	0,047	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,043	
Oxyde d'éthylène	0,030	0,032	0,059	0,058	0,034	0,053	0,000	0,065	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,038	
Formaldéhyde	0,036	0,089	0,050	0,036	0,051	0,064	0,000	0,045	0,075	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,067	
Formaldéhyde	0,039	0,037	0,091	0,037	0,062	0,081	0,000	0,067	0,082	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,061	
LDPE	0,042	0,028	0,062	0,039	0,054	0,078	0,000	0,064	0,081	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,047	
Méthanol	0,018	0,032	0,032	0,021	0,049	0,068	0,000	0,105	0,080	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,033	
PET	0,031	0,029	0,064	0,090	0,047	0,066	0,000	0,073	0,047	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	
PVC	0,045	0,023	0,040	0,017	0,054	0,067	0,000	0,057	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,044	
Polypropylène	0,055	0,061	0,110	0,020	0,070	0,085	0,003	0,076	0,114	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,066	
Polystyrène	0,068	0,027	0,058	0,037	0,057	0,078	0,000	0,055	0,106	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,057	
Propylène	0,055	0,044	0,078	0,051	0,060	0,084	0,000	0,059	0,318	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,058	
SBR, caoutchouc butadiène-styrène	0,061	0,012	0,042	0,064	0,034	0,047	0,000	0,053	0,089	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050	
Styrène	0,067	0,032	0,056	0,068	0,055	0,070	0,000	0,057	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,059	
VCH	0,045	0,026	0,060	0,020	0,047	0,063	0,000	0,075	0,097	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,045	
Acétate de vinyle	0,021	0,037	0,000	0,011	0,033	0,075	0,000	0,094	0,055	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,036	
A.V. agriculture	0,032	0,013	0,000	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	
A.V. fabrication	0,042	0,036	0,000	0,046	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040	
A.V. construction	0,059	0,020	0,000	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,034	
Consommation	0,030	0,024	0,000	0,053	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030	
P.I.B	0,030	0,025	0,036	0,051	0,029	0,051	0,000	0,037	0,058	0,023	0,051	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,064	
Total régional	0,049	0,07	0,045	0,038	0,047	0,070	0,064	0,062	0,080	0,062	0,070	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,049

Source : Statistiques de recherche économétrique

\* Ne reprend pas les économies d'Asie à planification centrale

part des P.V.D augmentera considérablement, pour ces deux produits, atteignant pratiquement 24 % de la demande totale de polystyrène, en l'an 2000. La demande de la région AN/MO atteindra 0,72 millions t/an pour le polystyrène, et 0,52 millions t/an pour le polypropylène, soit respectivement 4,6 % et 3,03 % de la demande de ces produits. Le taux de croissance annuel de la région est de 10,6 % et de 11,4 % respectivement, pour le polystyrène et le polypropylène, de 1980 à l'an 2000.

La demande globale de P.V.C devrait passer de 11,3 millions t/an, pour 1980, à plus de 26,9 millions t/an, en l'an 2000 (4,4 % par an). La part des P.V.D augmentera, plus particulièrement en ce qui concerne l'Asie du Sud-Est. La demande de la région AN/MO augmentera à raison de 7,5 % par an - de 0,35 à 1,52 million t/an - pour atteindre 5,63 % de la demande mondiale de PVC.

En résumé, plusieurs tendances globales semblent ressortir de l'étude de la demande à long terme de produits finaux. La demande de certains produits augmentera rapidement - dont ABS, HDPE, PET, polystyrène et polypropylène - alors que d'autres produits enregistreront un taux de croissance plus faible. Au niveau régional, l'Amérique du Nord refait surface en tant que consommateur de produits finaux; l'Europe occidentale perd sa prédominance et les P.V.D deviennent de grands demandeurs pour ces produits.

#### 5.4.2. Analyse du scénario de la demande de produits pétrochimiques

La deuxième projection préalablement mentionnée est décrite dans le rapport intitulé "The Petrochemical Industry in Developing Countries : Prospects and Strategies". Cette étude a été préparée par l'ONUDI et publiée en octobre 1985.

Les caractéristiques principales de cette prévision sont les suivantes :

- i) Projection de la demande globale et régionale de cinq groupes de produits, pour 1990 et l'an 2000 : plastiques, fibres synthétiques, (produits finaux); oléfines et hydrocarbures aromatiques (produits primaires);
- ii) Utilisation du P.I.B comme variable principale reflétant la consommation et la production, pour l'industrie chimique. Le scénario de référence UNITAD a été adopté pour obtenir cette variable;

- iii) Essai d'utilisation d'une analyse de scénario, afin de définir le rapport existant entre le développement de la pétrochimie et le scénario général. L'analyse a permis d'étudier les différents facteurs qui influencent l'industrie pétrochimique, grâce à la construction d'un modèle reflétant les rapports internes et permettant de déduire une fourchette plausible de variables causales;
- iv) Le scénario que nous présentons comporte essentiellement une évaluation de la situation actuelle et un relevé de l'évolution probable d'une série de facteurs susceptibles d'influencer le développement de l'industrie pétrochimique. A cet égard, le scénario est différent de la plupart des projections basées sur un modèle mathématique, qui utilisent des données statistiques historiques et extrapolent les tendances;
- v) Il convient de mentionner quelques-unes des hypothèses principales qui sous-tendent ce scénario :
- La croissance du P.I.B suit les prévisions de tendance contenues dans le scénario UNITAD.
  - On ne suppose pas de différence importante en ce qui concerne la situation politique et économique globale.
  - L'industrie pétrochimique se remettra progressivement de ses difficultés passées et reprendra sa place parmi les leaders industriels novateurs. Un facteur de 1,15 a été choisi pour 1985-1990, et de 1,2 pour 1990-2000, donnant une croissance annuelle de 3,77 % jusqu'en 1990, et de 3,94 % de 1990 à l'an 2000.
- vi) Choix d'une fourchette, plutôt que d'une série de valeurs moyennes, afin de définir la limite supérieure et inférieure du développement futur, calculé selon ces estimations;
- vii) Une évaluation à deux segments a été essayée, basée sur la même méthode analytique. L'étude a porté d'abord sur les possibilités globales et ensuite sur les possibilités régionales, pour l'ensemble de l'industrie pétrochimique et pour les principaux groupes de produits.

#### 5.4.2.1. Scénario global

Le tableau 5.5. représente les projections correspondant au scénario pétrochimique mondial. Ces résultats seront analysés, par groupes individuels, en commençant par les produits finaux.

Les produits plastiques sont divisés en deux groupes : plastiques de base ou simplement plastiques (PE+PP+PVC+PS) et autres produits. Au cours des deux dernières années, le marché des matières plastiques a connu un développement supérieur à la moyenne industrielle et ce phénomène ne semble pas passer, en particulier si l'on tient compte des activités de recherche et de développement fort dynamiques actuellement en cours dans ce secteur. C'est pour cette raison que l'on a supposé un facteur égal à 1,25 fois la croissance du P.I.B, jusqu'en 1990 (4,1 % par an) et un facteur de 1,36 pour la décennie suivante (4,45 % par an). Ces hypothèses donnent une demande projetée égale à 85 millions de t/an de plastiques courants, en l'an 2000. Parmi ces produits, le polypropylène (PP) a le taux de croissance le plus élevé, et le PVC - le plus faible. Le polystyrène (PS) et le polyester (PE) occupent une position intermédiaire.

Les perspectives qui s'offrent aux produits en fibres synthétiques ne sont guère prometteuses. Au niveau mondial, la croissance rapide des pays en développement - en particulier dans le secteur polyester - sera contrebalancée par le taux plus lent des pays industrialisés, entraînant une croissance égale à celle du P.I.B durant les cinq prochaines années. Pour la décennie suivante, un facteur de 1,1 a été supposé pour le P.I.B, basé sur les résultats escomptés des activités intenses de recherche qui sont entreprises. Cet exercice donne une croissance de 3,6 % pour 1990-2000 et une demande de 18 millions t/an, en l'an 2000.

Parmi les produits finaux, ce sont les caoutchoucs synthétiques qui enregistrent les perspectives les plus sombres. Plusieurs facteurs influencent cette prévision, comme notamment la possibilité de remplacer, le caoutchouc par certains nouveaux matériaux, actuellement à l'étude. les tendances en faveur de véhicules plus légers, équipés de meilleurs pneus, permettent d'assurer une durée de service plus longue aux équipements et réduisent la demande de

Tableau 5.5. Production et demande pétrochimique mondiale

	Esti- mation 1985 million tonnes	Facteur	Taux de crois- sance comparé (%)	Crois- sance 1985-90 (%)	1990 Valeur cal- culée million tonnes	Limite infé- rieure million de tonnes	Limite supé- rieure million de tonnes	Facteur	Taux de crois- sance comparé (%)	Crois- sance 1990-2000 (%)	2000 Valeur cal- culée million de tonnes	Limite infé- rieure million de tonnes	Limite supé- rieure million de tonnes
<b>Produits finaux</b>													
Plastiques	45	1,25	4,1	22,2	55	50	60	1,36	4,45	54,5	85	70	90
a/ Fibres synthé- tiques	11	1,0	3,28	17	13	12	15	1,1	3,6	42,5	18	15	19
Caoutchoucs synthé- tiques	8	0,75	2,5	13	9	9	10	1,0	3,28	38	12	11	13
Autres	36	1,15	3,77	20,2	43	40	45	1,2	3,94	47	63	55	70
Total produits finaux	100	1,15	3,77	20,2	120	115 <u>b/</u>	125 <u>b/</u>	1,2	3,94	47,3	178	160 <u>b/</u>	185 <u>b/</u>
<b>Produits primaires</b>													
Oléfines	74	1,22	40	21,6	90	85	95	1,24	4,07	49,0	134	125	140
Hydro- carbures aroma- tiques	31	1,1	3,6	18,5	36,7	35	40	1,15	3,77	44,8	53	45	55
Total produits primaires	105	1,15	3,77	20,2	126	120 <u>b/</u>	135 <u>b/</u>	1,2	3,94	47,3	187	170 <u>b/</u>	190 <u>b/</u>

a/ PE + PP + PVC + PS

b/ Peut ne pas être ajouté.

caoutchouc synthétique. En général, la consommation de caoutchouc synthétiques est supposée suivre d'assez près le P.I.B (2,5 % jusqu'en 1990 et 3,25 % de 1990 à l'an 2000), atteignant une demande de 12 millions de tonnes par an, à la fin du siècle.

L'évolution du groupe des produits primaires suivra, dans son ensemble, l'évolution des produits finaux. Les oléfines, qui constituent environ les trois-quarts des produits primaires, ont toujours connu un taux de croissance supérieur à celui des hydrocarbures aromatiques. Les utilisations classiques se poursuivent, mais de nouvelles applications sont constamment trouvées, comme la production de MTBE en tant qu'additif destiné à augmenter l'indice d'octane. Pour ces raisons, un facteur de 1,22 (1985-1990) et de 1,24 (1990-2000), semblait justifié, donnant une demande de 134 millions de t/an d'oléfines, en l'an 2000. Il est possible de prévoir un déplacement dans la composition de ce groupe : la proportion actuelle 60 % éthylène, 32 % propylène et 8 % butadiène, passera en l'an 2000 à 55 % éthylène, 38 % propylène et 7 % butadiène.

Le marché des hydrocarbures aromatiques est très complexe et une étude en profondeur serait nécessaire pour évaluer complètement ses possibilités de développement. Une approche plus générale a permis de supposer un facteur de 1,15 pour la dernière décennie. Ces projections ont donné une consommation de 53 millions de tonnes de produits aromatiques, pour l'an 2000.

#### 5.4.2.2. Scénario régional

Une analyse détaillée a été entreprise séparément pour chaque région : histoire, situation actuelle, matières premières, état des finances, etc. Les chiffres déduits de cette façon ont été comparés à ceux des autres régions et aux chiffres globaux, jusqu'à ce qu'un scénario cohérent soit obtenu, grâce à un processus itératif. Ce scénario s'efforce de tenir compte du processus réel de développement de chaque pays et indique, par conséquent, différents taux de croissance.

Les résultats obtenus lors de cet exercice sont présentés au tableau 10\*. Les calculs - correspondant à 10 régions et à deux

---

\* Du rapport original; voir 5.4.2.

périodes (1990 et 2000) - sont des prévisions moyennes et tendent à dégager des tendances relatives pour les régions. Nous ne parlerons ici que de la région qui englobe l'Algérie, c'est-à-dire le Moyen-Orient, Afrique du Nord et Asie occidentale (MO/AN/AO).

Dans la région MO/AN/AO, les Etats du Golfe et les pays d'Afrique du Nord constituent le gros de l'industrie pétrochimique, actuelle et prévisible. L'Afrique du Nord est bien placée du point de vue du développement de la pétrochimie. L'Algérie, l'Egypte et la Lybie ont déjà des usines de traitement et de fabrication d'oléfines.

Dans l'ensemble, la région offre des possibilités énormes pour le développement de l'industrie pétrochimique, grâce aux matières premières qu'elle contient, même si les marchés locaux sont assez limités, dans de nombreux pays. Il n'en reste pas moins que toute cette région est appelée à devenir un des principaux exportateurs de produits pétrochimiques.

Le taux de croissance régional du P.I.B a été projeté à 3,6 %. Sur base d'un facteur évalué à 3,85 pour 1985-1990 et à 2,5 pour la décennie suivante, la demande d'oléfines passera de 0,8 million de t/an, en 1985, à 4 millions, en l'an 2000. Le taux de croissance des produits finaux avait été projeté à 6,7 % par an. En quinze ans, la demande de produits plastiques passera de 0,3 million t/an à 2,15 millions.

Le résumé du scénario régional indique un taux de croissance annuel global de 3,77 %, pour les cinq prochaines années (primaires et produits finaux), avec une valeur un peu plus élevée pour les oléfines et les plastiques (environ 4,1 %).

La part des pays en développement augmentera, au cours de ces deux périodes, tant en ce qui concerne la production que la demande. La demande de produits pétrochimiques pourrait augmenter rapidement, mais toutefois plus lentement que la production, ce qui se traduirait par un accroissement des exportations. La part de la demande régionale des pays en développement passera de 11 %, en 1985, à 13,9 % en l'an 2000, en ce qui concerne les produits pétrochimiques de base, tandis que la part de la demande de produits finaux passera de 19 % à 23 %, durant cette même période.

## 6. EVALUATION DE LA PREVISION SEMA-METRA POUR LES PRODUITS PETROCHIMIQUES

### 6.1. Caractéristiques générales

Une prévision de la consommation de produits chimiques, en Algérie, jusqu'à l'an 2000, a été préparée par SEMA-METRA Conseil, France, en tant que consultant de l'ONUDI. Les résultats de cette étude ont été publiés récemment.\*

Les caractéristiques de cette étude sont les suivantes :

a) La consommation de 267 produits chimiques - dont de nombreux produits pétrochimiques - a été projetée pour 1990, 1995 et 2000, sur base de la consommation de 1986.

b) Les produits ont été divisés en deux groupes : i) produits finaux; ii) produits intermédiaires et produits de base.

c) La consommation de produits finaux a été projetée en extrapolant la croissance des différents marchés de consommation, pour la période de référence.

d) Les produits intermédiaires et les produits de base ont été estimés sous forme de demande dérivée de celle des produits finaux, c'est-à-dire que leur demande est fonction de celle des produits auxquels ils servent de charge de départ.

### 6.2. Méthodologie prévisionnelle utilisée pour les produits finaux

Nous indiquons ci-après les étapes principales de la méthodologie utilisée pour projeter la demande de produits chimiques finaux.

a) La consommation de chaque produit final a été répartie entre 37 marchés spécifiques ou groupes d'usage caractérisés par une utilisation homogène des produits chimiques ("groupes usages/marchés" ou U/M). Exemples : produits de l'industrie textile, produits pour engrais, etc. Le coefficient de distribution d'un produit  $i$ , dans les différents marchés, est représenté par le symbole  $R_i$ .

---

\* "Rapport sur les projections de la consommation des produits chimiques". SEMA-METRA, 1987.

b) La croissance du marché est projetée pour l'année j au moyen de fonctions appropriées de variables pouvant expliquer la consommation du produit sur chaque marché U/M ("déterminant").  $D_{i-j}$  est la valeur du déterminant d'un produit i pour l'année j.

c) La consommation d'un produit final spécifique i pour une année spécifique j ( $W_{i-j}$ ) est obtenu en multipliant la consommation de base (1986) par la somme ( $\sum$ ) des différentes distributions de marché ( $R_i$ ) corrigées par leurs coefficients déterminants respectifs ( $D_{i-j}$ ).

$$W_{i-j} = W_{i-1986} \sum (R_i \cdot D_{i-j})$$

Un exemple clair de l'application de cette équation est la consommation d'oxyde de zinc, en 1995, figurant à la page 31 du rapport SEMA-METRA.  $R_i$ , dans les différents marchés, est dans ce cas : C = 25 % (caoutchouc), D = 60 % (peintures) et  $R_4$  = 25 % (traitement de surface). Les coefficients déterminants des marchés respectifs, pour l'année 1995 ( $D_{i-1995}$ ) sont : 1,09 pour C, 1,81 pour D et 2,15 pour  $R_4$ . Par conséquent, la consommation d'oxyde de zinc projetée pour 1995 et basée sur une consommation totale de ZnO de 426,2 tonnes en 1986, serait :

$$\begin{aligned} W_{i-1995} &= W_{i-1986} (R_i \times D_{i-1995}) \\ &= 426,2 \times [(0,251 \times 1,09) + (0,60 \times 1,81) + (0,15 \times 2,15)] \\ &= 716,0 \text{ tonne.} \end{aligned}$$

Deux concepts de base ont été mentionnés assez superficiellement dans cette description générale : la distribution de la consommation et la projection des marchés. Une explication plus détaillée de ces concepts est donnée dans les paragraphes suivants.

La méthodologie relative à la distribution de la consommation comporte deux étapes fondamentales :

d) Tout d'abord les 267 produits sont répartis entre 37 groupes de marchés "usages/marchés" ou (U/M). Une grille de 267 produits et de 37 U/M a été proposée ("grille de répartition") basée sur une analyse entrées-sorties et sur l'expérience d'autres pays.

e) La distribution de la consommation dans les différents secteurs économiques (pêche, agriculture, mines, industries chimiques, transformation des matières plastiques, etc.) est obtenue en multipliant les coefficients de la grille de répartition par la consommation de chaque produit, en 1986, et en ajoutant ensuite les résultats de chaque secteur.

La méthodologie relative à la projection des marchés comporte cinq étapes fondamentales :

f) Sélection préalable et liste des séries de variables qui semblent pouvoir expliquer la consommation de produits, sur chaque marché. Ces variables sont appelées "déterminants".

g) Préparation d'une série de consommations pour 1980-1986, représentative de l'évolution de la consommation de chaque groupe U/M.

h) Une corrélation entre cette série et les déterminants respectifs permet de choisir ceux qui conviennent le mieux pour représenter le comportement de chaque marché.

i) Préparation d'un scénario pour le développement économique de l'Algérie - de 1987 à l'an 2000 - basé sur une série d'hypothèses. Les hypothèses principales sont le prix du baril de pétrole (30 \$EU en l'an 2000), les taux de croissance démographique, le P.I.B (5 %) et la consommation des ménages (6 %). Une série d'autres suppositions, basée sur des objectifs spécifiques, est également adoptée. Le scénario permet d'estimer la valeur des différentes variables qui forment les déterminants pour 1990, 1995 et 2000.

j) Sur base des valeurs projetées et de la fonction des déterminants, on peut obtenir les coefficients déterminants ( $D_{i-j}$  au point 6.2.c.) qui représentent l'augmentation de la consommation sur chaque marché  $\frac{U}{M}$ , pour 1990, 1995 et 2000.

### **6.3. Méthodologie prévisionnelle pour les produits intermédiaires et les produits de base**

Un modèle de filière technologique relatif à chaque produit a été établi, afin de projeter la demande de produits de base et de

produits intermédiaires. Ces modèles concernent la partie de la consommation finale, calculée au 6.2, qui correspond aux produits intermédiaires.

Par exemple, la consommation d'éthylène ( $C_{et}$ ) est calculée de la manière suivante :

$$C_{et.} = (1,03 \times C_{PELD}) + (1,02 \times C_{PEHD}) + (0,89 \times C_{oxyde\ d'éth.}) + \\ (0,49 \times C_{VC}) + (0,25 \times C_{trichloroéthylène}) + (0,18 \times C_{tétrachloroéthylène}) \\ (0,24 \times C_{éthylbenzène}) + (0,68 \times C_{acétaldéhyde}) + (0,41 \times C_{caucho\ et\ prop}) + (0,39 \times C_{VA}) + (0,35 \times C_{plomb\ tétraéthyl})$$

#### 6.4. Commentaires à propos de la méthodologie prévisionnelle

La méthode employée pour projeter la demande de produits de base et de produits intermédiaires est bien connue et valable pour autant que les filières technologiques soient bien conçues et la demande projetée, correcte. Dans cas présent, il n'est pas possible de juger de l'adéquation des filières technologiques, car l'annexe n°8 - qui devrait contenir ces informations - ne figure pas dans le rapport.

La méthode de prévision de la demande de produits finaux est essentiellement une extrapolation de tendances de plusieurs variables intéressantes, portant, pour la plupart sur la croissance de l'économie algérienne. Certains raffinements ont trait principalement aux marchés des produits, comme par exemple le recours aux groupes "usages/marchés". La méthode générale est valable si les hypothèses utilisées pour estimer la croissance du P.I.B sont adéquates et si le processus de croissance est très stable.

Deux hypothèses fondamentales ont été utilisées : l'évolution du prix du baril de pétrole et la croissance future du P.I.B en Algérie. La première hypothèse est semblable à d'autres hypothèses, utilisées dans une prévision précédente (voir 5.4.2.). La croissance supposée du P.I.B, en Algérie - 6 % par an - est supérieure au taux enregistré au cours des six dernières années - 1,64 % -, selon les informations de SEMA-METRA. Cette croissance est également plus optimiste que les taux utilisés dans les projections faites précédemment pour l'Afrique du nord (4,9 % et 3,6 %), comme indiqué au 5-4.

Il en résulte que cette valeur devrait être considérée avec prudence avant d'accepter les résultats de la prévision.

En plus de ces remarques concernant la méthodologie, plusieurs observations doivent être faites sur des détails précis du rapport SEMA-METRA. Ces observations concernent des points qui ne sont pas clairs, qui ne semblent pas appropriés ou qui pourraient être améliorés.

- i) La différence entre les 17 familles (A à Q) et les 37 groupes "usages/marchés" (A à Q et  $R_1$  et  $R_{20}$ ) devrait être indiquée clairement.
- ii) La liste des 267 produits devrait comprendre une colonne avec un signe indiquant à quelle catégorie ils appartiennent : produits de base, intermédiaires ou finaux. Selon le rapport, il y a 205 produits finaux, 33 produits intermédiaires ou finaux et 29 produits intermédiaires. A quelle catégorie les 33 produits intermédiaires ou finaux appartiennent-ils ? Cette classification mérite une explication, étant donné que la classe des produits intermédiaires devrait être plus large et que la classification influence la méthodologie employée pour projeter la consommation du produit.
- iii) L'explication de la méthode permettant d'obtenir les coefficients de répartition (produits-groupes U/M) est trop vague pour pouvoir être utilisée. On dit que les coefficients de répartition sont déduits de l'analyse entrées-sorties figurant au paragraphe 1.2 (et qui ne s'y trouve pas) et des coefficients obtenus pour d'autres pays. Il serait utile d'avoir une définition plus précise et une description, étant donné qu'il est difficile de tomber d'accord sur les coefficients présentés dans le rapport sans disposer, au moins, d'informations complémentaires.
- iv) La méthode permettant d'obtenir les valeurs projetées des déterminants, présentée dans le rapport de SEMA-METRA, devrait être expliquée avec plus de détails.

- v) Une partie importante du travail prévisionnel est consacrée au choix des déterminants qui représenteront la croissance des 37 groupes (U/M). Cependant, après cet important effort méthodologique, 15 déterminants seulement sont choisis d'après la procédure proposée, sur un total de 37. Un facteur de projection empirique a été mentionné, sans même donner une explication superficielle des raisons qui déterminaient son choix et sans justifier de son utilité.
- vi) Les prévisions de la consommation de produits sont effectuées sur la base d'un seul point de référence : la consommation de 1986. En règle générale, cet indice n'est pas valable, car on risque d'utiliser un chiffre trop élevé, ou trop faible. L'explication la plus plausible de ce choix est qu'il n'existait pas d'informations pour les autres années, mais il n'en reste pas moins que cette situation peut créer des difficultés.
- vii) Comme nous l'avons indiqué précédemment, le rapport ne contient pas l'annexe n° 8 qui est censée décrire les filières technologiques.
- viii) Une série d'erreurs apparaît dans le rapport SEMA-METRA qui présente les résultats projetés\*. Plusieurs graphiques indiquent des croissances qui diffèrent de celles qui correspondent aux déterminants choisis, des croissances négatives et autres erreurs. Ceci semble notamment être le cas des figures correspondant aux groupes (U) J, M, N, P, R<sub>1</sub>,  
M  
R<sub>2</sub> et R<sub>3</sub>.

---

\* "Rapport sur la production, le commerce et la consommation".  
SEMA-METRA, 1987.

## 7. EVALUATION DES ALTERNATIVES DE DEVELOPPEMENT DE LA PETROCHIMIE

### 7.1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est de procéder à l'évaluation de quelques alternatives de développement de l'industrie pétrochimique algérienne, pour la période 1987 - 2000.

La situation que nous étudions ci-dessous correspond à quatre cas, préparés par les membres d'une équipe de sous-traitance. Les alternatives peuvent être classées en deux groupes. Le premier, qui correspond au développement à moyen terme, comporte trois cas, qui tirent profit de la capacité d'éthylène non utilisée, en Algérie. Le deuxième groupe correspond à une alternative de développement à long terme, basée sur un nouveau vapocraqueur utilisant le naphta.

Il convient de dire que d'autres alternatives ont été développées par les sous-traitants du projet DP/ALG 86/008 (21-02), qui ne sont pas reprises dans ce rapport. Il est également considéré que les quatre cas, mentionnés ici, seront analysés par d'autres personnes. Etant donné que l'auteur n'a eu que partiellement accès à l'un de ces rapports, il se peut que de nombreuses analyses et commentaires présentés ici soient des répétitions. Nous n'avons pas pu éviter cet inconvénient, non seulement pour les raisons indiquées ci-dessus, mais également pour assurer la cohérence de ce rapport.

### 7.2. Quelques instruments de base

Les résultats qui forment la base de l'analyse correspondent aux sorties d'imprimante d'un système informatisé (ADIM-ALG), dont les propriétés sont décrites dans un rapport récent préparé par le LIES pour l'ONUDI\*. Nous ne parlerons pas ici du système, étant donné que le rapport original a été distribué au personnel algérien

---

\* "Guide de la programmation du développement de l'industrie chimique". Projet ONUDI DP/ALG 86/008 (21-02). LIES, septembre 1987.

travaillant sur ce projet. Les chapitres 7 et 8 du présent rapport contiennent les concepts et les propriétés les plus importantes qui doivent être connues des non-informaticiens intéressés par l'évaluation des alternatives. Cependant, il existe deux instruments - les sorties d'imprimante et la filière technologique - qui méritent des commentaires supplémentaires.

Les états imprimés décrivent les types suivants d'information concernant l'alternative, d'après son ordre d'apparition :

- optimisation fractionnelle
- évaluation économique
- projets et leurs capacités, en unités physiques
- importation, en tonnes et en \$EU
- exportations, en tonnes et en \$EU
- achats nationaux, en unités physiques et en \$EU
- ventes nationales, en unités physiques et en \$EU
- production brute, en unités physiques et en \$EU

Il est également utile de montrer les filières technologiques détaillées reprises dans le système, représentées par les figures de l'annexe 1.

Figure A.1 : Dérivés de l'éthylène

Figure A.2 : Dérivés du propylène

Figure A.3 : Dérivés du butadiène

Figure A.4 : Dérivés du benzène

Figure A.5 : Dérivés du toluène

Figure A.6 : Dérivés des xylènes-mixtes

Figure A.7 : Dérivés du méthane

Figure A.8 : Filière des savons

Figure A.9 : Filière des produits naturels

### **7.3. Utilisation de la capacité d'éthylène en attente**

La capacité installée d'éthylène de l'unité de Skidka est de 120 000 tonnes par an, dont seulement 70 000 t sont actuellement utilisées. Un scénario a été préparé, envisageant l'utilisation des 50 000 t d'éthylène restantes. Ce scénario a permis de dégager trois alternatives différentes. Toutes ces alternatives satisfont à la demande intérieure, mais comportent des profils de production différents et des fluctuations au niveau de la balance du commerce extérieur.

Les principaux résultats chiffrés de ces alternatives sont comparés dans les trois tableaux suivants. Le tableau 7.1. représente les produits finaux fabriqués dans les alternatives P<sub>1</sub>A, P<sub>1</sub>B et P<sub>1</sub>C, réparties en trois groupes : produits fabriqués dans une seule alternative a); dans les trois alternatives, mais en différentes quantités b); productions quantitativement égales (ou très proches), dans tous les cas.

L'analyse des tableaux 7.1., 7.2. et 7.3. permet de tirer les conclusions suivantes :

- Les trois alternatives comparées comportent plus de similitudes que de différences, du point de vue de la production et de la balance commerciale. Les productions, dans les cas étudiés, ont douze produits finaux communs, trois qui diffèrent quantitativement et trois qui ne sont fabriqués que dans une seule des alternatives a). Au niveau des exportations, deux cas sont qualitativement différents, deux exportent des quantités différentes des mêmes produits et six sont identiques. Les importations de produits finaux diffèrent seulement pour ce qui est des quantités importantes de pentaérythritol, mais la véritable différence, dans ce cas, se situe au niveau de l'importation de produits intermédiaires.
- Toutefois, ces dissemblances entraînent des différences appréciables dans les valeurs des principaux indicateurs économiques utilisés pour l'évaluation, comme en témoigne le rapport "revenu net/investissement en capital fixe" et la balance du commerce extérieur de chaque alternative (tableau 7.3).
- L'alternative P<sub>1</sub>A est caractéristique, du point de vue de la production. En effet, elle est le seul producteur d'éthoxysulfate d'alcool primaire, le plus fort producteur de résines de polyester non saturé et d'éthylèneglycol, tout en étant le plus faible producteur de résines alkydes. Du point de vue de la balance commerciale, l'alternative P<sub>1</sub>A est le seul exportateur d'éthoxysulfate d'alcool primaire, le plus fort exportateur de polyesters non saturés et le plus faible importateur de pentaérythritol.

Tableau 7.1. Comparaison de la production\* pour trois alternatives (tonnes/an)

Produits	P <sub>1</sub> A	P <sub>1</sub> B	P <sub>1</sub> C
<u>a/</u> Alcool primaire sulfate d'éthyle	20 000	0	0
Sulfonate d'alkylbenzène de soude	0	0	40 000
Acétate de polyvinyle	0	40 000	0
<u>b/</u> Polyesters non saturés	20 000	16 872	8 403
Résines alkydes	10 877	13 337	20 000
Ethylèneglycol	18 337	14 865	14 619
<u>c/</u> Résines de polyuréthane			
Téraphtalate de polyéthylène			
Polystyrène			
Phtalate de diméthyle			
Solvants aromatiques			
Noir de carbone			
Résine de mélamine-formaldéhyde			
ABS			
Résine d'urée-formaldéhyde			
Résines à échange d'ions			
Phtalate de dibutyle			

\* Principalement produits finaux.

a/ Produits qui apparaissent seulement dans une alternative.

b/ Différentes productions quantitatives.

c/ Produits avec une même production, ou très semblable.

- L'alternative P<sub>1</sub>B est le seul producteur d'acétate de polyvinyle et un fabricant intermédiaire de polyesters non saturés, de résines alkydes et d'éthylèneglycol. Du point de vue du commerce extérieur, elle exporte des quantités intermédiaires de polyesters non saturés et est le seul exportateur d'acide acétique.
- L'alternative P<sub>1</sub>C est le seul producteur de sulfonate alkylbenzène de soude, le plus gros fabricant de résines alkydes et le plus faible producteur de polyesters non saturés et d'éthylèneglycol.
- Les conclusions les plus importantes sont obtenues à partir de la comparaison des indicateurs économiques présentés au tableau 7.3. On constate facilement que l'alternative P<sub>1</sub>A est la plus efficace, pour tous les paramètres utilisés dans l'évaluation. Les indicateurs (RN/ICF), (VAM/ICF) et (VAM/UNP) sont les plus élevés, pour les trois alternatives. Il convient de noter plus particulièrement le premier rapport, soit 25,3 %, qui représente un temps de déboursement de 4 ans. La balance du commerce extérieur, représentée par la valeur (exportations - importations de l'Algérie), indique également les résultats nettement supérieurs de cette alternative (environ 96 millions de dollars \$EU).

#### 7.4. Evaluation d'une alternative pétrochimique à long terme

Un scénario a été préparé, permettant de satisfaire à la demande algérienne projetée de produits pétrochimiques, en l'an 2000. Les résultats sont décrits dans l'état imprimé ALL 1.

La caractéristique majeure de ce scénario réside dans la consommation de 400 000 tonnes d'éthylène, en tant que matière première de base. Cette quantité d'éthylène provient d'un nouveau vapocraqueur de 350 000 t/an - craquant le naphta dans de faibles conditions de sévérité - et de l'utilisation de la capacité en attente de l'unité d'éthylène (50 000 t/an) décrite au point 7.3.

Les principaux résultats de ce scénario sont décrits aux tableaux 7.4. à 7.6. et sont résumés comme suit :

i) Production

- Il y a 27 produits finaux, représentant un volume total

**Tableau 7.2. Balance du commerce extérieur**  
**Comparaison de trois alternatives**  
**(tonnes/an)**

	Exportations			Importations		
	P <sub>1</sub> A	P <sub>1</sub> B	P <sub>1</sub> C	P <sub>1</sub> A	P <sub>1</sub> B	P <sub>1</sub> C
Résines de polyuréthane	26 708	26 844	27 212	-	-	-
Ethoxysulfate alcool primaire	10 000	0	0	-	-	-
<u>A</u> / <sup>*</sup> Polyester non saturé	15 000	11 872	3 403	-	-	-
Polystyrène Haut Impact	20 000	20 000	20 000	-	-	-
Phtalate de dioctyle	20 000	20 000	20 000	-	-	-
Noir de carbone	12 000	12 000	12 000	-	-	-
Mélatrine formaldéhyde	5 000	5 000	5 000	-	-	-
Résines alkyles	0	0	5 000	-	-	-
Polybutadiène	-	-	-	3 240	3 240	3 240
Pentaérythritol	-	-	-	2 175	2 667	4 000
<hr/>						
Styrène	15 000	15 000	15 000	-	-	-
<u>B</u> / <sup>**</sup> Acide benzoïque	2 000	2 000	2 000	-	-	-
Acide acétique	0	0	1 000	-	-	-

\* Produits finaux

\*\* Produits intermédiaires pour l'exportation; les entrées intermédiaires ne sont pas mentionnées.

**Tableau 7.3. Comparaison de l'évaluation économique des trois alternatives (million dollars)**

	P <sub>1</sub> A	P <sub>1</sub> B	P <sub>1</sub> C
<b>Investissement Capital</b>			
Fixe (ICF)	565,12	649,63	604,15
Investissement intérieur	217,35	249,86	232,37
<b>Valeur production brute (VPB)</b>	<b>790,87</b>	<b>823,18</b>	<b>769,01</b>
<b>Valeur manufacturière ajoutée (VMA)</b>	<b>281,60</b>	<b>264,92</b>	<b>248,52</b>
Ventes intérieures PDA	327,49	353,19	346,89
Achats intérieurs	120,66	126,94	126,10
Importations PDA	101,40	99,63	111,37
Exportations	197,36	162,67	161,75
Revenu net PDA (RN)	142,82	111,59	102,44
(RN/ICF) (%)	0,253	0,172	0,170
	(4 ans)	(5,8 ans)	(5,9 ans)
(VMA/ICF) (%)	0,498	0,408	0,411
(VMA/VPB) (%)	0,356	0,322	0,323
(Exportations - Importations PDA)	95,96	63,04	50,38

de 1 049 258 t/an. Les principaux groupes inclus dans le scénario sont les plastiques (619 783 t/an), les fibres (186 000 t/an), les agents tensio-actifs et les savons (143 475 t/an) et les matériaux utilisés dans l'industrie des pneumatiques (80 000 t/an).

- Un autre groupe est constitué par un grand nombre de produits intermédiaires (environ 69), qui sont fabriqués dans la filière technologique de cette alternative. Beaucoup de ces produits sont vendus à d'autres secteurs de l'économie algérienne. Les 23 produits les plus importants ajoutent un total de 266 183 tonnes par an. Il existe un autre groupe de 14 produits dont la valeur de production est inférieure à 3 millions de dollars par an. Ces produits vont de l'i-propanol (3 182 t/an; 2,34 millions de \$EU) à l'éthanol (168 t/an; 0,09 million de \$EU), en passant par le n-butanol (1 031 t/an; 0,61 million \$EU), le méthylcétone (1 000 t/an; 0,39 million de \$EU) et autres produits.

ii) Commerce extérieur (tableau 7.5)

- La valeur des importations de l'Algérie atteint 215,43 millions de dollars. Les principaux produits importés - ayant une valeur supérieure à 1 million de \$EU chacun - sont répertoriés au tableau 7.5. Presque tous ces produits sont des matières premières - ou des catalyseurs - pour les procédés pétrochimiques.
- Quatre produits seulement sont exportés, tous intermédiaires. La valeur totale à l'exportation n'atteint que 73,67 millions de \$EU par an.

iii) Evaluation économique (tableau 7.6.)

L'alternative est caractérisée par l'existence d'un grand nombre de projets nécessitant un investissement de 2 07,4 millions dollars sur une période de quinze ans. Le GIV atteint 2 238,0 millions de dollars. L'efficacité de l'alternative est positive - 16,4 % - avec un temps de déboursement de 6,1. La balance du commerce extérieur est négative (-141,6 millions de \$EU).

Tableau 7.4. Comparaison de la production et de la demande, \*\*\* au 2000

Produits	Scénario de base*	Scénario ALL 1	Scénario de base ALL 1
<b>Résines plastiques</b>			
<b>Résines de polymérisation</b>			
ABS	5 000	10 000	+5 000
Résine à échange d'ions	1 000	1 000	
PEBD	60 000	60 000	
PELD	190 000	190 000	
Métacrilate de polyméthyle	50 000	5 000	-45 000
PP	80 000	80 000	
PS	50 000	40 000	-10 000
PVA	50 000	40 000	-10 000
PVC		(50 000)	
<b>Sous-total</b>	<b>486 000</b>	<b>426 000</b>	<b>**</b>
<b>Résine de condensation</b>			
Résines alkydes	20 000	20 000	
Résines époxydes	20 000	20 000	
Formaldéhyde-Omélamine	10 000	10 000	
Formaldéhyde-phénol	10 000	10 000	
Formaldéhyde-urée	13 000	13 000	
Polyuréthane	60 000	50 783	-9 217
Polyester non saturé	20 000	20 000	
<b>Sous-total</b>	<b>153 000</b>	<b>143 783</b>	<b>-9 217</b>
<b>Total plastiques</b>		<b>619 783</b>	<b>**</b>
<b>Fibres</b>			
Polyacrylonitrile	50 000	50 000	
Polyamides	30 000	50 000	+20 000
Fibres de polyester	50 000	40 000	-10 000
Fibres cellulosiques	46 000	46 000	
<b>Total fibres</b>	<b>176 000</b>	<b>186 000</b>	<b>+10 000</b>
<b>Caoutchouc synthétique et matières connexes</b>			
Caoutchouc Styrene-butadiène	50 000	50 000	
Noir de carbone	30 000	30 000	
<b>Total</b>	<b>80 000</b>	<b>80 000</b>	<b>0</b>
<b>Agents tensio-actifs</b>			
Sulfonate d'alkylbenzène	60 000	40 000	
Ethoxylate de n-nylphénol	20 000	20 000	
Ethoxylate d'alcool primaire	20 000	20 000	
Ethoxysulfate d'alcool primaire	20 000	20 000	
Sulfonate d'alcool primaire	20 000	20 000	
<b>Total</b>	<b>120 000</b>	<b>120 000</b>	<b>0</b>

\* Scénario qui satisfait à la demande pour l'an 2000.

\*\* Les données ne comprennent pas le PVC.

\*\*\* Produits finaux.

Tableau 7.5. Balance du commerce extérieur

IMPORTATIONS*					
Produits	Tonnes	Million \$EU	Million \$EU	Tonnes	Produits
Cellulose	55 200	66,79	41,20	20 000	Caprolactam
2-éthyl hexanol	31 500	22,21	29,22	30 000	Styrène Butadiène Caoutchouc
Catalyseur et produits chimiques	-	18,87			
Graisses	52 170	15,65	2,42	2 000	Acide benzoïque
Triéthyl d'aluminium	8 269	15,63	0,83	792	Anhydride haléique
Huiles de lin	12 000	12,00			
Phénol	23 235	11,76			
Soufre	52 096	8 86			
Mélamine	7 000	7,07			
Polybutadiène	3 240	6,12			
Produits chimiques	-	4,64			
Acide adipique	2 200	3,23			
Acétone	8 635	2,56			
Mélasses	20 150	2,32			
Stabilisateur	560	2,15			
Nonène	4 228	2,03			
Emulgateur	1 600	1,74			
N-butanol	2 586	1,71			
Acétaldéhyde	1 528	1,04			

\* Seulement produits avec des valeurs à l'importation supérieures à 1 million de \$EU.

Tableau 7.6. Evaluation économique de l'alternative ALL 1  
(million de dollars)

---

Investissement Capital Fixe (ICF)		2 078,36
Investissement intérieur		779,37
Valeur brute de production (VBP)		2 228,37
Valeur manufacturière ajoutée (VMA)		842,76
Ventes intérieures PDA		1 504,55
Achats intérieurs		442,07
Importations PDA		215,43
Exportations		73,67
Revenu net PDA (RN)		341,34
(RN/ICF)	§	16,4
Déboursement	années	6,1
(VMA/ICF)	§	40,5
(VMA/VBP)	§	37,8
(Exportations-Importations PDA)		-141,76

---

Les caractéristiques de l'alternative ALL 1, décrites dans les paragraphes précédents, permettent de tirer les conclusions suivantes :

- iv) Le résultat de l'alternative est positif, mais son efficacité est inférieure à celle de l'alternative P<sub>1</sub>A (16,8 % contre 25,3 % pour le rapport RN/ICF; 6,1 ans contre 4,0 ans pour la période de déboursement).
- v) En général, l'alternative permet de satisfaire à la demande algérienne projetée de produits pétrochimiques, pour l'an 2000, au niveau des groupes principaux. Les exceptions se trouvent dans le groupe plastique (négatif) et dans le groupe des fibres (positif), mais elles ne sont pas très importantes.
- vi) Le commerce extérieur est négatif (- 141,6 millions de \$EU), dû principalement aux grandes quantités de produits intermédiaires qui doivent être importées.
- vii) L'investissement total requis est élevé (2 229 millions \$EU) en raison du grand nombre de projets à construire. En cas de restrictions budgétaires, il serait intéressant d'analyser les effets des investissements sur la balance du commerce extérieur, en particulier sur les importations.
- viii) Certaines unités sont utilisées à des niveaux très bas, et certains produits sont fabriqués en petites ou moyennes quantités.

## 8. ANALYSE DES OPTIONS POUR LES MATIERES PREMIERES

### 8.1. Introduction

Le type de matières premières choisi pour le développement de l'industrie pétrochimique algérienne devrait avoir une influence considérable sur les résultats obtenus. Tous les scénarios (alternatives) élaborés et évalués durant la première partie de cette étude utilisent le naphtha comme charge de départ, pour la production de précurseurs pétrochimiques (éthylène, propylène, butène, etc.).

Le présent chapitre contient une analyse qualitative des avantages et des désavantages présentés par d'autres matières premières et définit les informations nécessaires pour pouvoir procéder ultérieurement à une étude quantitative plus spécifique des autres charges de départ. De cette façon, le gouvernement algérien disposera des éléments qui lui permettront de choisir un nouveau scénario, qui devrait être mis en application dans la deuxième partie de cette étude (mars 1988).

### 8.2. Besoins en matières premières

L'industrie pétrochimique algérienne compte actuellement trois centres de production principaux : i) le complexe de matériaux plastiques de Skikda; ii) la raffinerie d'hydrocarbures aromatiques\* située au même endroit; iii) le complexe de méthanol et de résines synthétiques d'Arzew. Le présent rapport ne concerne pas l'usine d'engrais d'Arzew, dont certains segments peuvent être considérés comme appartenant à la pétrochimie, car ils sont réservés pour la deuxième phase de cette étude.

En fonctionnant à pleine capacité, ces unités pourraient produire :

- i) 120 000 tonnes par an d'éthylène, 48 000 t/an de LDPE et 35 000 t/an de PVC, à Skikda.
- ii) 90 000 t/an de benzène, 15 000 t/an de toluène, 38 000 t/an de p-xylène et 247 000 t/an de xylènes-mixtes, à Skikda.

---

\* Ces produits sont généralement considérés comme faisant partie du raffinage et non de l'industrie pétrochimique; ils sont mentionnés ici pour des raisons de clarté et de cohérence.

iii) 100 000 t/an de méthanol et 14 400 t/an de résines de formaldéhyde, à Arzew.

Les principales matières premières de départ requises par ces complexes sont constituées par 150 000 t/an d'éthane, au complexe de matières plastiques de Skikda, et 123 millions de mètres cube normaux de gaz naturel, à Arzew. Il n'est pas facile de définir les quantités requises par l'unité d'hydrocarbures aromatiques de Skikda, car elle fait partie d'une raffinerie complexe comprenant de nombreux procédés qui entrent en interaction.

Les alternatives (scénarios) préconisés dans la première phase de cette étude requièrent des quantités différentes de produits pétrochimiques précurseurs, principalement des oléfines de bas de gamme. Le cas maximum envisagé\* nécessiterait :

400 104 t/an d'éthylène	
182 911 t/an de propylène	oléfines
90 929 t/an de fraction C4	
114 675 t/an de benzène	
25 802 t/an de o-xylène	aromatiques
23 257 t/an de p-xylène	
135 000 t/an de xylènes-mixtes	

Un nouveau vapocraqueur sera nécessaire pour produire les oléfines mentionnées ci-dessus. Trois types de produits chimiques, parmi d'autres, seront utilisés comme charges de départ, pour ce craqueur : éthane, naphta et GPL.

### **8.3. Options pour les matières premières**

Afin de décider quelle matière première est la plus appropriée pour le développement de l'industrie pétrochimique algérienne, il importe de considérer certains critères techniques, ainsi que les contraintes résultant des politiques économiques et industrielles élaborées au plan national. Dans ce paragraphe, nous nous limiterons à examiner les facteurs techniques.

Le facteur technique le plus important est sans doute le type de composé obtenu à partir du craquage de chacune de ces matières premières.

---

\* Un nouveau vapocraqueur d'une capacité de 350 000 t/an, utilisant le naphta comme charge de départ.

Les rendements dépendront de plusieurs variables - en particulier la composition de la charge de départ et la sévérité du craquage - susceptibles d'altérer en partie les résultats obtenus. Les conclusions devraient toutefois être valables, si l'on prend soin d'utiliser les valeurs moyennes de craquage pour les différentes matières premières.

Les trois tableaux suivants contiennent des informations qui permettent de répondre à cette question. Le tableau 8.1. présente des résultats typiques pour le craquage de l'éthane, du GPG (propane et butane) et du naphta. Le tableau 8.2. indique les rendements moyens obtenus pour l'éthylène, en utilisant les mêmes charges de départ. Le tableau 8.3. donne des informations supplémentaires sur le craquage du GPL.

Les résultats obtenus en comparant les tableaux 8.1. et 8.2.\* coïncident fort bien et indiquent des tendances très nettes :

- a) L'éthane produit beaucoup plus d'éthylène que les autres matières premières, avec de très petites quantités associées d'autres oléfines.
- b) Les caractéristiques du GPL et du naphta sont similaires, du point de vue de la qualité, mais avec différents pourcentages de produits : GPL produit plus d'éthylène (43 % contre 28 %), pratiquement la même quantité de propylène, mais moins de C4 + butadiène (5 % contre 10 %) et encore moins d'essence + BTX (9 % contre 28 %).

Il est plus difficile de comparer les résultats des tableaux 8.1. et 8.3., étant donné que certains chiffres (par exemple teneur en gaz) sont assez différents. Cependant, nous voyons que pour une charge moyenne de départ en GPL, les teneurs en oléfines ne sont pas très différentes : 39,8 % contre 42,5 % pour l'éthylène; 12,7 % contre 16 % pour le propylène; 2,9 % contre 2,3 % pour C4.

---

\* Les comparaisons seront faites entre les résultats moyens du craquage du propane et des butanes pour le GPL, et les valeurs correspondantes pour le craquage LS du naphta.

L'évolution de vapocraqueurs, au cours des 6 ou 7 dernières années, mérite également qu'on s'y arrête. Selon le tableau 8.4., à la fin de 1985, 55 % des vapocraqueurs utilisaient le naphta ou le gasoil comme matière première; 31 % fonctionnaient à l'éthane ou avec des gaz raffinés et 13 % utilisaient du GPL comme charge de départ. Il est évident que la situation varie considérablement selon la région concernée : l'Europe occidentale, l'Asie et le Japon dépendent largement du naphta; les craqueurs d'éthane prédominent en Amérique et dans la région Moyen-Orient/Afrique; les craqueurs GPL ne sont majoritaires dans aucune région, mais sont importants aux Etats-Unis d'Amérique et dans la région Asie/Pacifique.

Cette distribution résulte des différents types de matières premières disponibles dans chaque région, ainsi que des modifications des prix intervenues ces dernières années. L'Europe a enregistré une des plus fortes restructuration de la production : de 1982 à 1986, 15 craqueurs ont été fermés, au total, entraînant une perte de 3,53 millions de tonnes de capacité d'éthylène (22 % de la capacité totale installée).\* Cette modification de la capacité d'éthylène en Europe peut être expliquée par le prix élevé du naphta, dans cette région, au cours des dernières années et par l'apparition de 13 à 14 usines de grande capacité, dans les pays en développement, associée à la disponibilité de matières premières peu coûteuses - dont 6 provenant de l'éthane - ces usines étant capables d'exporter en Europe et sur d'autres marchés.\*

#### 8.4. Conditions existant en Algérie

Les résultats discutés au paragraphe précédent indiquent que la meilleure alternative, pour un pays donné, dépend de toute une série de conditions locales, même si une tendance très nette se dégage quant aux charges de craquage à utiliser.

Dans le cas de l'Algérie, trois matières premières sont disponibles : éthane, naphta et GPL. Une analyse quantitative grossière sera effectuée ultérieurement, portant sur les perspectives générales de chaque matière première, car nous ne disposons pas actuellement d'informations suffisantes pour procéder à une analyse en profondeur.

---

\* Situation and outlook for the Petrochemical Industry in Europe". APPE. Séminaire de Petkim. Juillet 1987.

**Tableau 8.1. Vapocraquage des différentes charges de départ a/  
(% poids; matière première = 100)**

Produits	Matières premières			Naphta b/		
	Ethane	Propane	Butanes (n- et i-)	G.S	M.S	F.S
Ethylène	80,0	45,0	41,0	31,4	29,7	28,2
Propylène	1,4	14,5	15,2	18,9	14,1	15,4
Butadiène	0,0	2,7	3,1	4,3	4,5	4,7
C <sub>4</sub> (C <sub>4</sub> + Butadiène)	4,8 (4,8)	2,0 (4,7)	2,3 (5,4)	3,8 (8,1)	5,3 (9,8)	5,6 (10,3)
BTX c/	0,0	3,4	4,5	14,3	12,3	10,5
Essence (Essence + BTX)	0,2 (0,2)	4,2 (7,9)	4,8 (9,3)	18,1 (32,4)	14,4 (26,7)	17,4 (29,7)
Gaz combustible	13,6	28,2	27,1	15,6	16,0	14,5
Combustible liquide	0,0	0,0	0,0	5,5	3,7	2,5

a/ Résultats moyens obtenus pour différentes sources (Technip et autres) concernant des charges de départ ayant des compositions différentes. Informations compilées par S. Gibinsky.

b/ GS = grande sévérité; MS = moyenne sévérité; FS = faible sévérité.

c/ Mélanges : ~ 50 % benzène; 27-30 % toluène; 20-23 % xylène.

**Tableau 8.2. Ethylène provenant du vapocraquage a/**

Charge	Tonnes de charge de départ	Rendement d'éthylène (poids %)
	Tonne d'éthylène	
Ethane	1,22	81,9
LPG	2,30	43,5
Naphta	3,57	28,0

a/ Données SRI pour les charges moyennes d'Europe Occidentale.

**Tableau 8.3. Craquage du GPL a/  
(% poids)**

	Propane	n-Butane	70 % n-Butane 30 % i-Butane
Gaz	26,2	22,5	22,9
Ethylène	44,0	41,0	33,0
Propylène	15,0	17,0	18,5
C <sub>4</sub>	3,5	1,1	1,2
Autres	11,3	18,4	24,4

a/ Moyenne arithmétique des chiffres de Stone et Webster et Chem. Syst.

Tableau 8.4. Utilisation de la charge de départ pour les oléfines (1985)

	Naphta/ Gasoil	Propane/ Butane	Ethane Gaz de raffinerie	Autre	Total (%)
Europe occidentale	86	9	5	0	100
Etats-Unis	23	22	55	0	100
Amérique Latine/ Canada	38	2	57	2	100
Moyen-Orient/Afrique	11	0	72	17	100
Asie/Pacifique	86	14	0	0	100
Japon	93	7	0	0	100
<b>Total %</b>	<b>55</b>	<b>13</b>	<b>31</b>	<b>1</b>	<b>100</b>

"Feedstock Flexibility. The Key to Petrochemical Profitability". V.J. Partington.  
Séminaire de Petkim. Juillet 1987.

Selon des informations préliminaires officieuses, le gaz naturel (principalement méthane) remplace progressivement le GPL en tant que gaz de cuisson et de chauffage, dans les grandes villes algériennes. Actuellement, la grande majorité des habitants de ces villes dépend du gaz naturel. Le GPL est toujours utilisé dans les petites villes et à la campagne. La tendance générale est en faveur de l'utilisation du gaz naturel en tant que source principale de chauffage, au niveau national.

Cette tendance - associée aux niveaux actuels de disponibilité et d'utilisation de l'éthane de Skikda (production d'éthylène) et d'Arzew (exporté en mélange avec du GNL) - pourrait constituer une restriction pour l'utilisation future de ce produit en tant que charge de départ employée pour produire des oléfines. L'impression que nous tirons de discussions techniques avec les responsables d'ENIP est qu'il faut procéder à des vérifications pour s'assurer qu'il y a actuellement assez d'éthane pour alimenter un craqueur de 350 000 tonnes de capacité.

La situation, en ce qui concerne le naphta, comme matière première pour la production d'oléfines, comporte également certaines restrictions. A l'heure actuelle, tout le naphta produit dans les raffineries est envoyé à l'installation de traitement de l'essence - avec une partie des xylènes mixtes - pour augmenter la production d'essence à haut indice d'octane, celle-ci étant fortement demandée. ENIP étudie la possibilité de construire une deuxième unité de reformage, destinée à produire plus de naphta et à augmenter la production d'essence. Dans ces circonstances, il n'est pas envisageable de retirer le naphta du circuit de dégazolinage et de l'utiliser comme charge de départ dans la pétrochimie, à moins que ce produit présente de grands avantages techniques comme matière première.

Il semble bien que la situation soit favorable, en ce qui concerne l'utilisation du GPL comme matière première destinée à la production d'oléfines. L'importance du GPL diminue en tant que gaz de cuisson et de chauffage, étant donné qu'il est progressivement remplacé par le gaz naturel. La production actuelle de GPL est satisfaisante : 2 millions de tonnes par an de propane et 1,5 million de tonnes de butanes. Cette quantité pourrait être augmentée à moyen terme par un million de tonnes de GPL par an, tandis qu'à long terme, le volume total pourrait atteindre 8 millions de tonnes de GPL par an.

### **8.5. Conclusions provisoires**

Au cours des cinq dernières années, l'industrie pétrochimique globale a consommé près de 8 % du naphta total et 10 % du gaz naturel utilisé au niveau mondial. La pétrochimie fabrique des produits de valeur élevée qui augmentent les paramètres économiques du raffinage. Mais, étant donné que le gros de la production est constitué par le raffinage (énergie), c'est ce dernier aspect qui décide finalement de la viabilité du processus global.

Pour cette raison, et considérant les perspectives pour l'Algérie discutées au point 8.4, on pourrait considérer que le GPL est une matière première adéquate pour la production pétrochimique. Cette conclusion préliminaire est étayée par les aspects techniques analysés au point 8.3. Le développement le plus plausible de la pétrochimie, en Algérie, nécessitera des quantités considérables de propylène et de butène, faisant du GPL et du naphta les seules matières premières utilisables. Cependant, comme nous venons de l'indiquer, le naphta semble plus utile pour la production d'essence, compte tenu des conditions locales. Pour ces raisons, le GPL semble être la meilleure charge de départ pour les oléfines, parmi tous les produits mentionnés.

Bien entendu, il s'agit d'une conclusion préliminaire qui doit être évaluée quantitativement avec l'aide du modèle informatisé qui a été développé pour l'industrie pétrochimique algérienne.

L'évaluation finale doit tenir compte non seulement des intérêts de la pétrochimie - analysés dans les paragraphes précédents - mais également des besoins des raffineries et des impératifs liés aux politiques générales élaborées par le gouvernement algérien.

Le modèle développé par le groupe LIES pourrait prendre en considération l'optimisation des procédés de raffinage qui pourraient constituer d'éventuelles charges de départ pour l'industrie pétrochimique. Toutefois, cet objectif est trop ambitieux pour la deuxième phase de l'étude, qui ne durera qu'un mois. Un objectif plus limité permettrait de mieux tenir compte des intérêts des raffineries, comme par exemple la recherche d'un équilibre raisonnable entre le BTX extrait du circuit de dégazolinage et le MTBE qui pourrait y être injecté.

Enfin, les considérations générales figurant au point 8.4 semblent correspondre à la politique industrielle poursuivie par l'Algérie. Le sujet des matières premières alternatives a été discuté lors de notre dernier entretien avec le fonctionnaire du MEICIP responsable du développement de la pétrochimie, lequel a indiqué que toutes les ressources de méthane, de GPL, de naphta ou de produits de distillation nécessaires seraient disponibles pour atteindre cet objectif. Cette déclaration souligne la nécessité et l'opportunité de procéder à une analyse de l'utilisation du GPL, en tant que charge de départ, dans la deuxième phase de l'étude, puisque le méthane est techniquement inadéquat et que les effets du naphta, comme matière première, sont déjà connus.

#### **8.6. Produits et procédés basés sur le GPL**

L'industrie pétrochimique tire sa complexité de l'existence d'un très grand nombre de produits, dont la plupart ont des utilisations multiples, ainsi que du fait que plusieurs voies alternatives (matières premières et procédés) permettent d'obtenir ces produits.

La possibilité d'utiliser un vapocraqueur chargé au GPL permet d'obtenir des composés différents (ou les mêmes composés, avec une autre efficacité) de ceux énumérés dans les scénarios précédents, basés sur le naphta en tant que charge de départ pour le vapocraqueur. Quelques commentaires sont présentés ci-après concernant certains procédés importants ou caractéristiques de cette nouvelle alternative.

Comme nous l'avons déjà indiqué, le GPL a deux composants principaux : le propane et un mélange de n-butane et d'i-butane. Le propane et le n-butane sont de bonnes charges de craquage, donnant des rendements élevés en éthylène, propylène et quelques butylènes (voir tableaux 8.1 à 8.3). L'iso-butane est inapproprié en tant que charge de craquage, car il donne de faibles rendements d'oléfines, mais il constitue une bonne matière première pétrochimique en raison de sa forte réactivité chimique. Il convient de faire un commentaire sur ses réactions les plus importantes, dans le domaine du raffinage et de la pétrochimie.

Il existe deux procédés très utiles du point de vue du raffinage.

Le premier est la formation d'essence alkylée, une opération importante et bien connue, dans la plupart des raffineries. L'isobutane réagit avec les oléfines (généralement les butylènes) pour donner un alkylate, c'est-à-dire un produit ayant un indice d'octane élevé, qui constitue un bon agent de mélange dans l'essence. Un nouveau procédé, de même nature que le précédent, est la production de méthyl - tertiobutylique (MTBE). Ce produit a suscité un intérêt considérable, ces dernières années, car il est un bon élévateur de l'indice d'octane de l'essence. Il se mélange à celle-ci comme s'il avait un indice de 115 à 135. L'isobutane est déshydrogéné en isobutylène et mis ensuite en réaction avec du méthanol pour obtenir un MTBE de grande pureté. Un flux de C<sub>4</sub> contenant de l'isobutylène peut être utilisé comme matière première, avec le même procédé : par exemple un catalytique C<sub>4</sub> en circulation (10-15 % d'isobutylène) ou de pyrolyse (40-50 % d'isobutylène). Les produits réagis sont séparés dans une colonne, produisant des n-butylènes non réagis, du MTBE et du méthanol excédentaire.

Un deuxième groupe de procédés s'avère utile, du point de vue chimique. Par exemple, la production de MTBE permet également de récupérer du 1-butène de grande pureté, utilisé en tant que matière première pour la fabrication de polyéthylène de faible densité linéaire (LLDPE). D'autres produits peuvent également être obtenus à partir de l'isobutane : isobutylène (par déshydrogénation), butyl-phénol tertiaire (par alkylation), butyléther éthytertiaire (par synthèse catalytique), etc. Nous ne ferons pas de commentaires particuliers sur les dérivés pétrochimiques du propane ou du butane, car ils sont traités d'une manière satisfaisante dans les scénarios préalablement développés et ils sont basés sur le vaprocrantage du naphta.

### **8.7. Recommandation**

Nous avons procédé à une analyse qualitative préliminaire des matières premières alternatives, dans le cadre du développement de l'industrie pétrochimique. Les résultats obtenus semblent indiquer qu'en Algérie, le GPL est une alternative raisonnable et intéressante, par rapport au naphta, comme charge de départ pour les vaprocraqueurs.

Pour cette raison, il est recommandé d'appliquer un scénario pétrochimique, durant la deuxième partie de cette étude (mars 1988), basé sur l'obtention d'oléfines à partir du craquage du GPL.

BIBLIOGRAPHIE

- APPE "Situation and Outlook for the Petrochemical Industry in Europe". Petkim Seminar, Aliaga-Izmir, Turquie. Juillet 1987.
- Austin, G.T. "Shreve's Chemical Process Industries. 5<sup>th</sup> Edition". Mc Graw Hill, New York. 1985.
- Clair, R.D. "The Perils of Hanging Out". European Petrochemical Association Meeting. 1983.
- Chemical Engineering "Sources and Production Economics of Chemical Products. 3<sup>rd</sup> Edition". Mc Graw Hill, New York. 1983.
- ENIP "Quatrième Conférence Nationale sur le Développement". Alger. Septembre 1986.
- Hawey-Jones J.H. "New Directions for the Chemical Industry". Chemistry and Industry. Décembre, 1983.
- LIES "Guide de la Programmation de Développement de l'Industrie chimique". Cracovie, Pologne. Septembre 1987.
- ONUUDI "Second World-Wide Study on the Petrochemical Industry : Process of Restructuring". Istanbul, Turquie. Juin 1981.
- \_\_\_\_\_ "World Demand for Petrochemical Products and The Emergence of New Producers from the Hydrocarbon Rich Developing Countries". Vienne. Décembre 1983.
- \_\_\_\_\_ "The Development of Downstream Petrochemical Industry". Vienne, 1985.
- \_\_\_\_\_ "The Petrochemical Industry in Developing Countries : Prospects and Strategies". Vienne, octobre 1985.
- \_\_\_\_\_ "The Petrochemical Industry : The sector in Figures". Vienne, octobre 1985.
- \_\_\_\_\_ "International Trade and the Marketing of Petrochemicals". Vienne, décembre 1985.
- \_\_\_\_\_ "Industrie et développement dans le monde, Rapport 1986". Vienne, 1986.

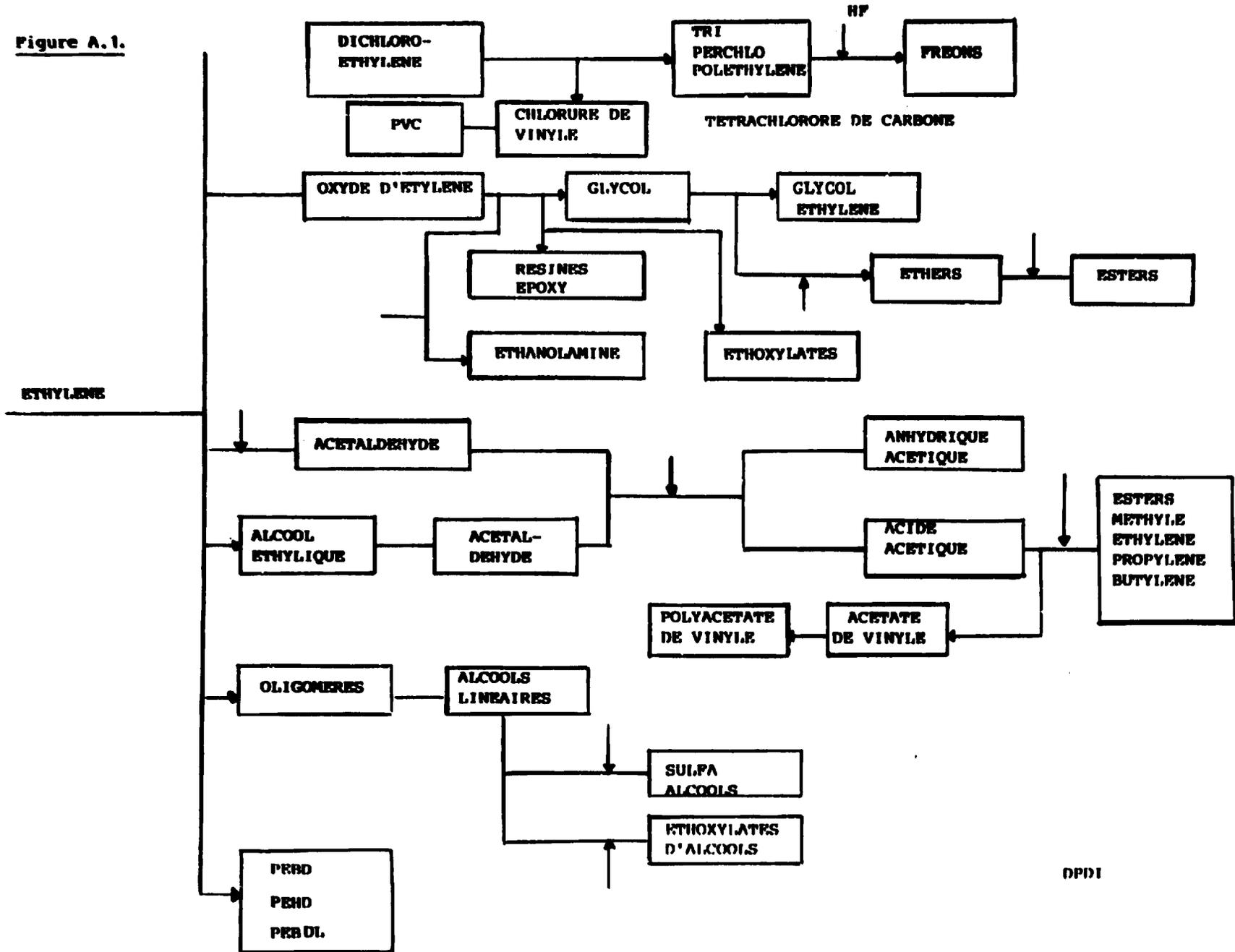
Partington, "Feedstock Flexibility - The Key to Petrochemical Profitability". Petkim Seminar. Aliaga-Izmir, Turquie, Juillet 1987.

SEMA-  
METRA  
Conseil "Etude de marché et projection de consommation future des produits chimiques en Algérie". Alger, 1987.

\_\_\_\_\_ "Rapport final sur la production, le commerce et la consommation des principaux produits chimiques". Alger, 1987.

Vehbi "Opening Speach". Petkim Seminar. Aliaga-Izmir, Turquie, Dincerler, M. Juillet 1987.

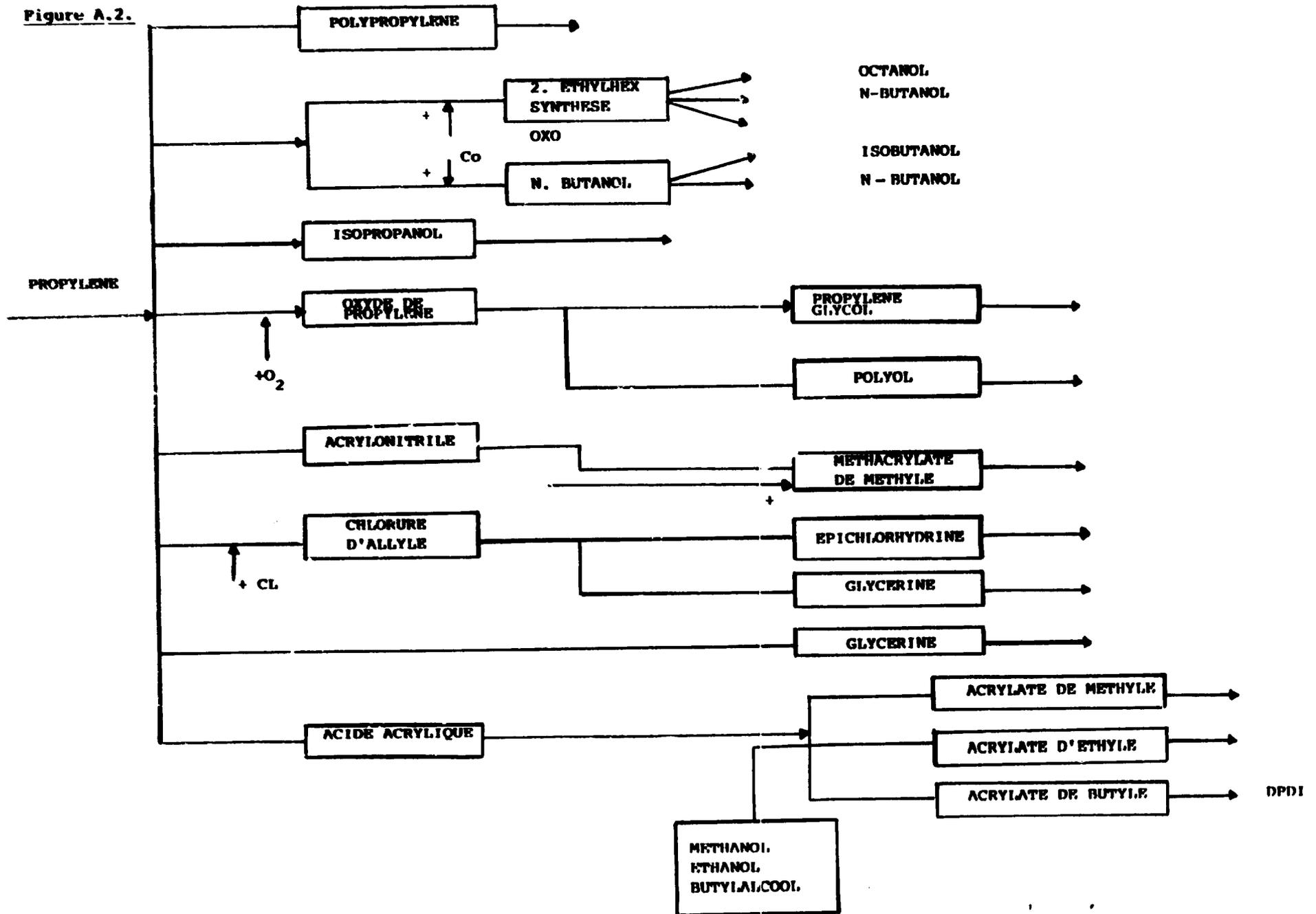
Figure A.1.



ANNEXE 1

DPDI

Figure A.2.



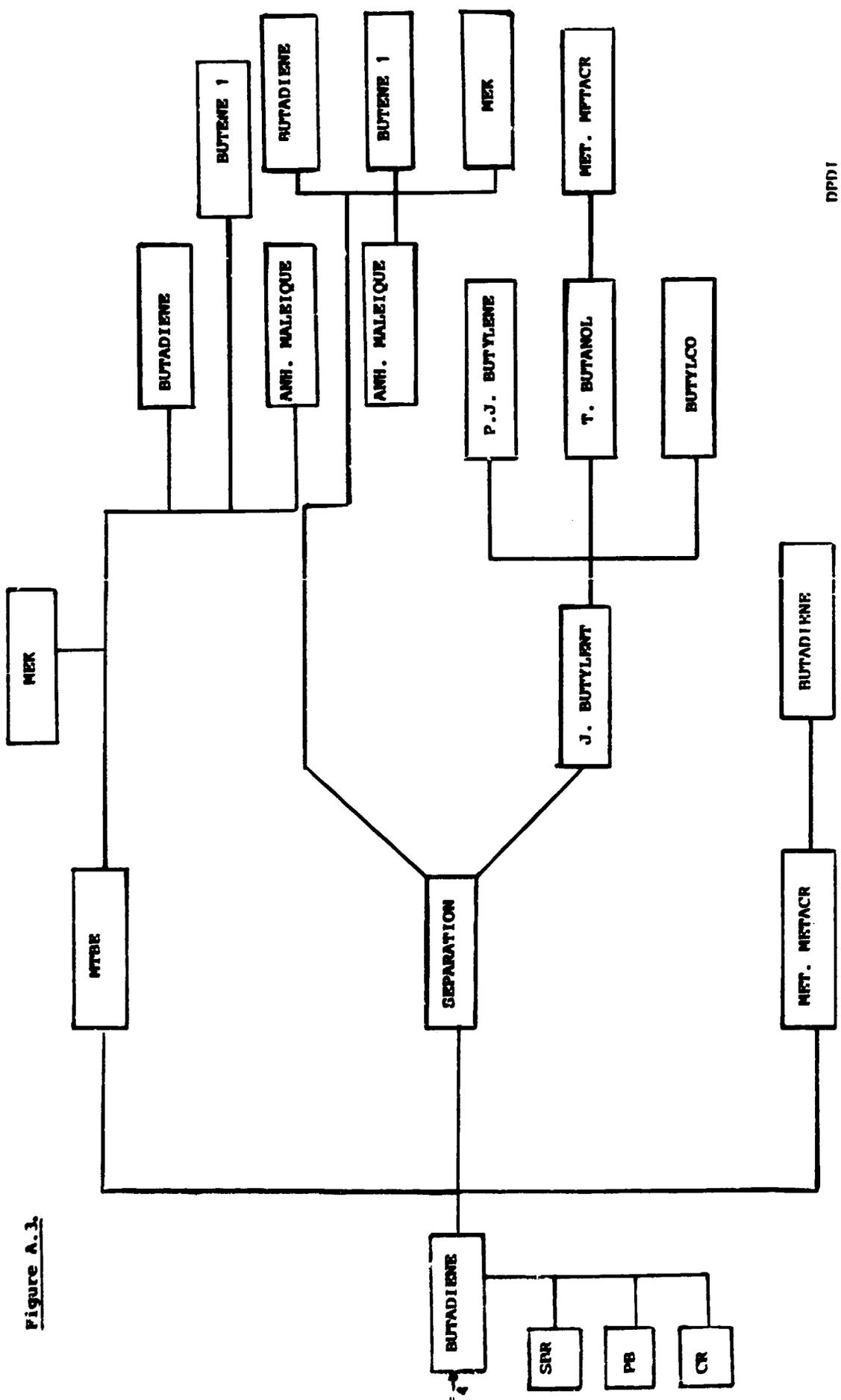
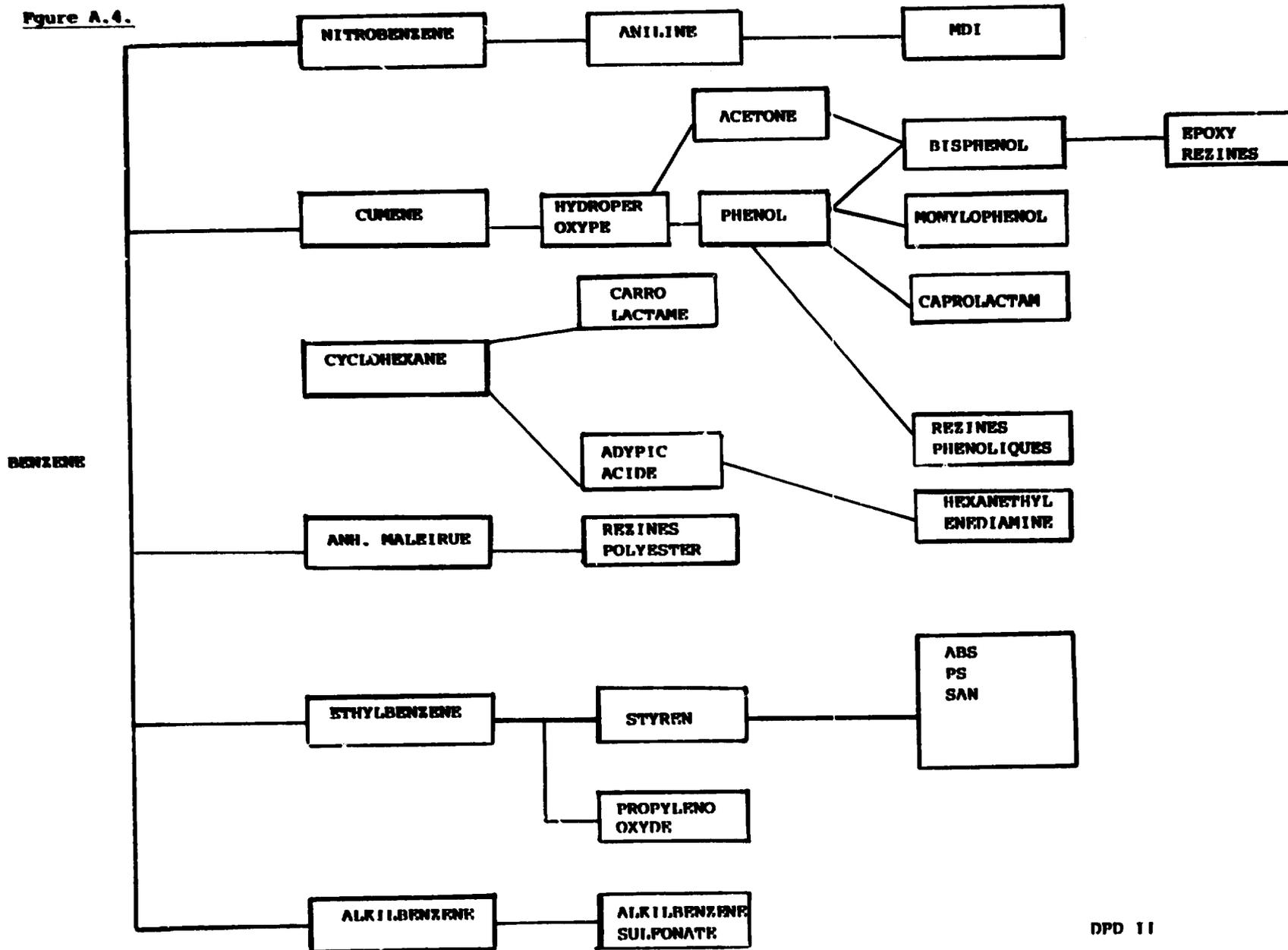


Figure A.3.

Figure A.4.



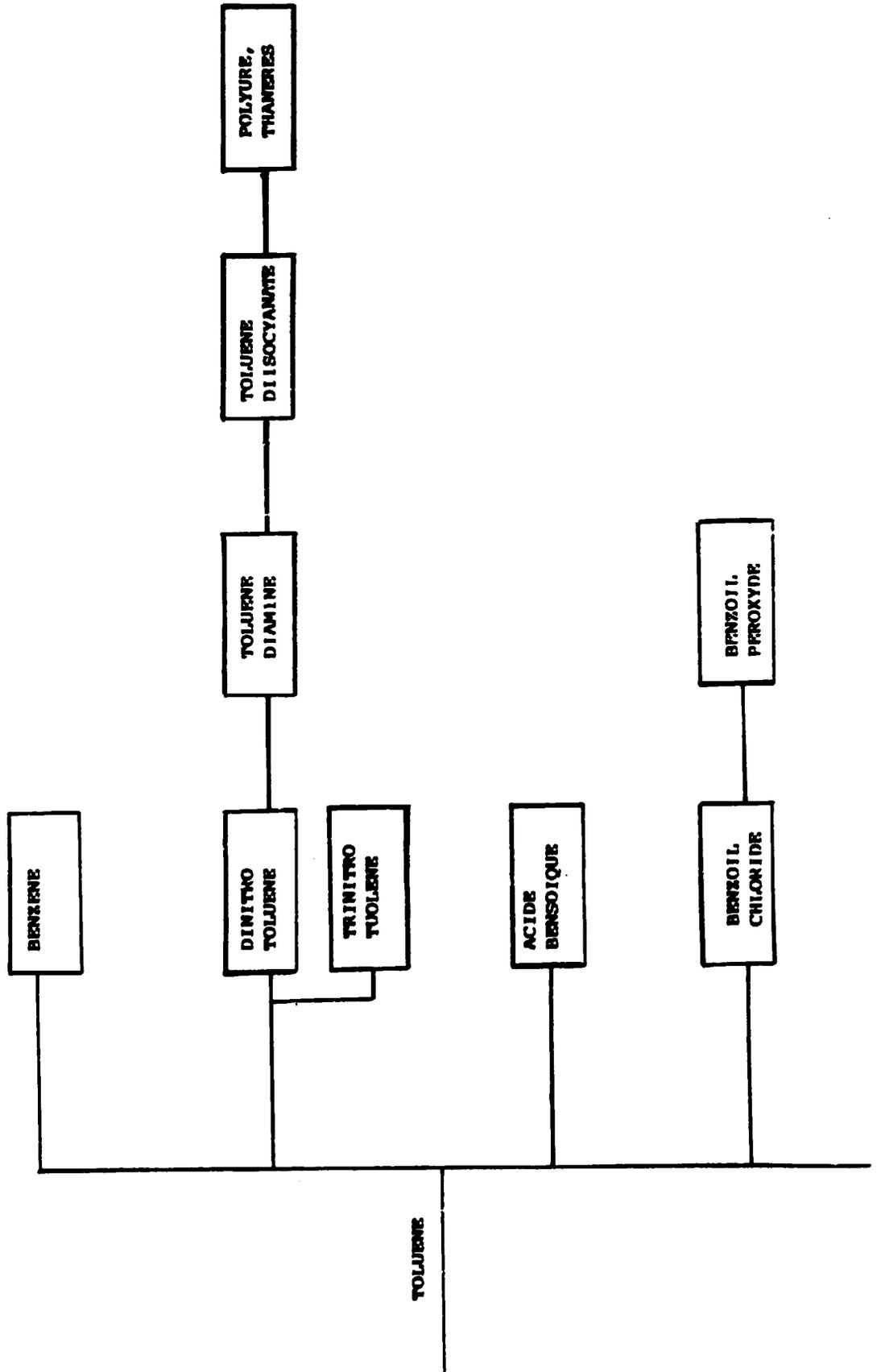
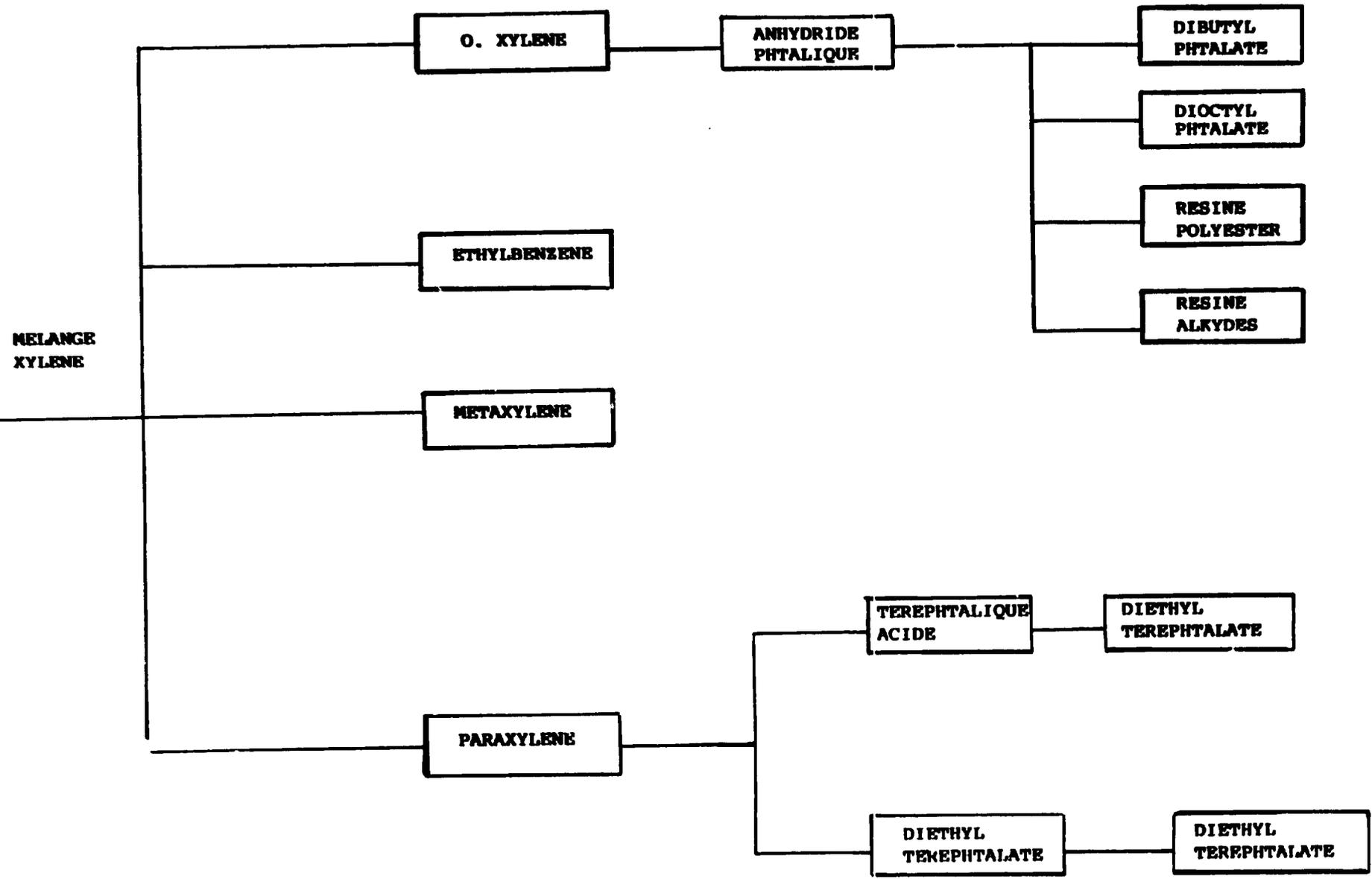


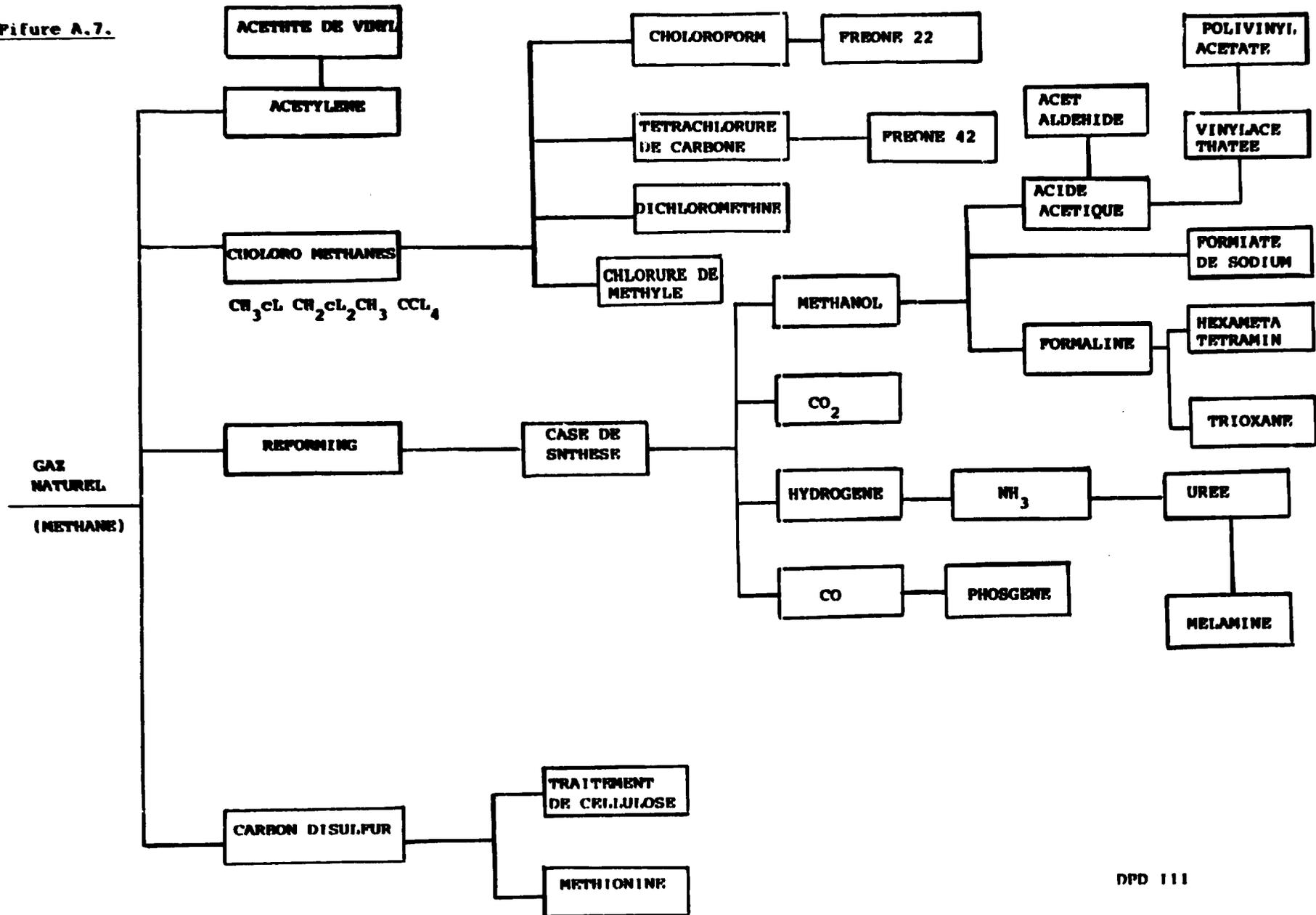
Figure A.5.

**Figure A.6.**



DPD II

Figure A.7.



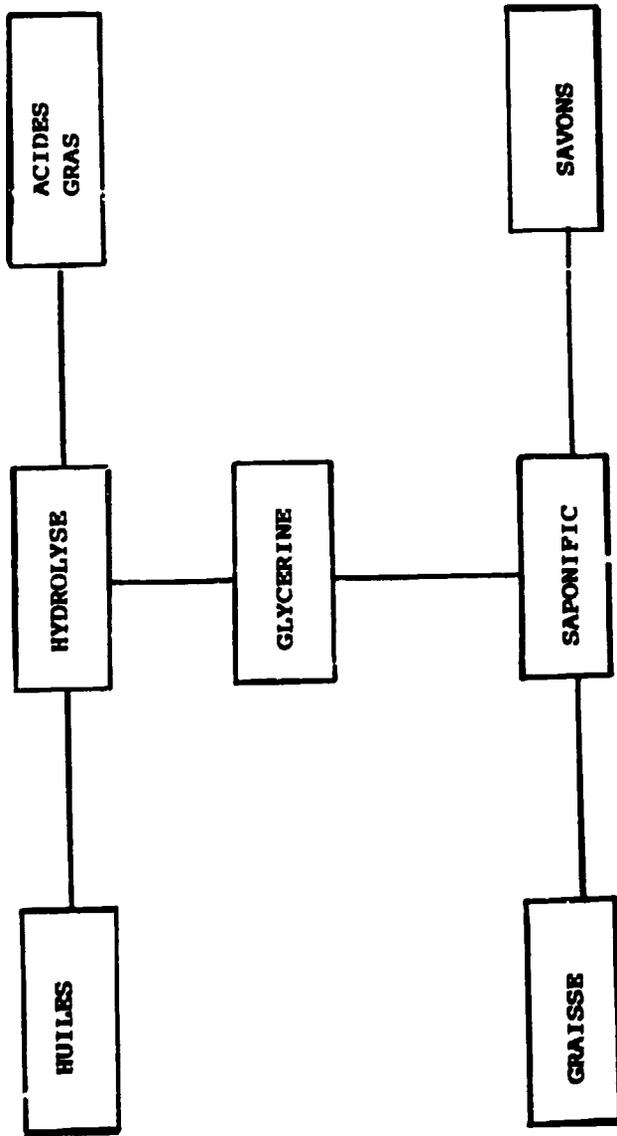


Figure A.8.

Figure A.9.

