

BUREAU D'INFORMATIONS
ET DE
PRÉVISIONS ÉCONOMIQUES

B. I. P. E.

122, Avenue Charles de Gaulle

92 - NEUILLY-SUR-SEINE

Tél. : 722-06-00

ÉTUDE DES CONSÉQUENCES DE L'ÉVOLUTION
DE L'INDUSTRIE CHIMIQUE SUR LES TRANSPORTS LOURDS
EN 1975 ET 1985

Soude

Étude effectuée pour le
Service des Affaires Économiques et Internationales
du Ministère de l'Équipement et du Logement

Juin 1971

S O M M A I R E

Avant-propos	3
Chapitre 1	
SITUATION ACTUELLE DE L'INDUSTRIE FRANCAISE DE LA SOUDE	
I - Définition de l'industrie	7
A - Produits	7
B - Procédés de fabrication	8
1°) La soude	8
2°) Le carbonate de sodium	8
C - Caractéristiques de l'industrie	9
1°) Localisation des unités	9
2°) Concentration	9
II - La production et le marché des produits sodiques	10
A - La soude	10
1°) Evolution de la production de soude de caustifi- cation et de soude électrolytique	10
2°) Evolution de la production des types de soude électrolytique	13
3°) Les secteurs consommateurs	14
4°) Le commerce extérieur	16
B - Le carbonate de soude	19
1°) La production	19
2°) Les secteurs consommateurs	21
3°) Le commerce extérieur	22

Chapitre 2
 PERSPECTIVES D'EVOLUTION DE L'INDUSTRIE FRANCAISE
 DES PRODUITS SODIQUES

I - Consommation par débouchés	28
A - Les débouchés de la soude	28
1°) Alumine	28
2°) Textiles artificiels	29
a) Techniques de fabrication et utilisation de la soude	29
b) Activité industrielle et perspectives d'évo- lution	29
3°) Pâtes à papier	32
a) Techniques de fabrication et emploi de la soude	32
b) Activité industrielle et perspectives d'évo- lution	33
4°) Chimie	35
a) Chimie minérale	35
b) Chimie organique	36
c) Parachimie	36
5°) Divers	36
B - Les débouchés du carbonate de sodium	37
1°) Industrie du verre	38
2°) Chimie	38
a) Chimie minérale	38
b) Chimie organique et parachimie	39
3°) Métallurgie	39
4°) Divers	39
II - Les tendances du commerce extérieur	41
A - La soude	41
B - Le carbonate de sodium	41
III - Perspectives de production	42
A - Perspectives globales	42
1°) La soude	42
2°) Le carbonate de sodium	43
B - Perspectives par centres producteurs	44

Chapitre 3

LES TRANSPORTS DE PRODUITS SODIQUES EN FRANCE

I - Situation actuelle	49
A - Evolution des transports de produits sodiques de 1966 à 1969	49
1°) Les transports de soude solide et de carbonate de sodium	50
2°) Les transports de lessives de soude	52
B - Analyse par liaisons	53
1°) Le trafic ferroviaire	54
a) Evolution du trafic par classes de liaisons	54
b) Répartition géographique des liaisons	57
2°) Le trafic fluvial	59
II - Les flux de transport en 1975	63
A - Perspectives d'évolution des transports de soude	63
B - Perspectives d'évolution des transports de carbonate de sodium	65

ANNEXES :

Annexe 1 : Evolution comparée des productions de soude et de chlore	71
Annexe 2 : Approvisionnement de l'industrie de la soude	75
Annexe 3 : Localisation des industries clientes de l'industrie de la soude et du carbonate de sodium	79
Annexe 4 : Prévision de consommation de soude par branche	83
Annexe 5 : Prévision de consommation de carbonate de sodium par branche	87
Annexe 6 : Prévision de la production de soude en 1975	91
Annexe 7 : Prévision de la production de carbonate de sodium en 1975	93

AVANT-PROPOS

Le présent document constitue une "actualisation" à l'horizon 1975 d'une étude réalisée en 1967 par le B.I.P.E., à la demande du S.A.E.I. du ministère de l'Équipement et du Logement, et dont l'horizon prévisionnel se situait en 1985 : "Étude des conséquences de l'évolution de l'industrie chimique sur les transports lourds en 1985".

Elle s'insère donc dans une série d'études concernant les transports respectifs de la bauxite et de l'alumine, du soufre et des engrais.

Afin de faciliter les comparaisons, cette mise à jour n'a pas modifié l'économie générale du premier document. Cependant, à l'intérieur de ce cadre, plusieurs éléments ont été reconsidérés lorsque cela s'est avéré nécessaire. La plus importante de ces novations reste bien entendu l'établissement de nouvelles prévisions de consommation, de commerce extérieur et de production en 1975.

On notera que généralement les perspectives à moyen terme établies dans ce document sont compatibles avec les perspectives à long termes présentées précédemment. Cela ne signifie pas pourtant que les prévisions pour 1975 s'inscrivent parfaitement sur le trend 1967-1985 car les évolutions à moyen terme sont parfois légèrement différentes des évolutions à long terme ; c'est le cas notamment des débouchés du carbonate de sodium dans la métallurgie, débouchés en croissance d'ici à 1975 et en diminution par la suite.

En ce qui concerne les transports, les modifications essentielles consistent en :

- une analyse des déformations de la structure des liaisons depuis 1966
- une explicitation des facteurs qui commandent à moyen terme la politique de transport des sociétés productrices de produits sodiques
- la présentation des perspectives des flux de transport en 1975

L'étude comprend deux parties. La première fait le point sur la situation actuelle de l'industrie française des produits sodiques et présente les perspectives d'évolution à moyen terme.

La seconde est centrée sur les transports de produits sodiques : dans un premier chapitre, nous analysons la situation actuelle, et, dans un second chapitre, nous présentons nos prévisions de flux de transport.

Chapitre 1
SITUATION ACTUELLE
DE L'INDUSTRIE FRANCAISE DE LA SOUDE

I - DEFINITION DE L'INDUSTRIE

L'industrie de la soude et de ses dérivés recouvre, dans le cadre de la présente étude, toute activité ayant pour but l'obtention soit de la soude proprement dite, soit du carbonate de sodium. Par contre, elle n'inclut pas celle relative au chlorure de calcium, au silicate et au borate de sodium.

A - PRODUITS

- La soude caustique :

La soude solide, moins employée en raison notamment de son prix de revient plus élevé, est livrée coulée, en écailles, granulée ou sous d'autres formes avec une teneur en soude de l'ordre de 98 %, alors que la soude en lessive, beaucoup plus courante, se présente comme une solution de concentration en soude, de 30,5 %, de 47 % ou bien de 67 %.

- Le carbonate de sodium anhydre :

Ce produit a un aspect de poudre blanche, il est livré le plus souvent sous forme dense, de diverses granulations, ou sous forme légère suivant les utilisations.

B - PROCÉDES DE FABRICATION

1°) Soude

Il existe deux voies principales pour obtenir la soude : la caustification du carbonate de sodium par la chaux et l'électrolyse du chlorure de sodium. En France, les deux procédés ont été longtemps utilisés simultanément, mais, en 1967, le premier dut être abandonné en raison du développement de la production de soude électrolytique fatale.

On sait en effet que dans le procédé fondé sur l'électrolyse du chlorure de sodium, le chlore et la soude sont obtenus simultanément. Comme la demande de chlore augmente plus vite que celle de la soude, c'est le taux de progression de cette demande qui commande le développement de la production du chlore et de la soude (cf. Annexe 1).

2°) Carbonate de sodium

Le carbonate de sodium est obtenu essentiellement par le procédé à l'ammoniaque (ou procédé Solvay) qui consiste à faire réagir l'anhydride carbonique sur du chlorure de sodium en solution ammoniacale.

Très récemment, du fait de la quantité disponible accrue de soude électrolytique fatale, et malgré un prix de revient plus élevé, on a jugé utile d'employer le procédé qui consiste à obtenir le carbonate de soude par carbonatation de la soude électrolytique. Dès maintenant, l'unité de Dombasle (Solvay) utilise exclusivement ce procédé.

C - CARACTERISTIQUES DE L'INDUSTRIE

1°) Localisation des unités

Comme dans d'autres industries, il est utile de connaître les matières premières utilisées pour comprendre les motivations des implantations des unités de production. Si les premières soudières se sont groupées dans l'est de la France, c'est à la présence des gisements de sel gemme et des sols calcaires qu'elles le doivent. De plus, la proximité des houillères de Lorraine et du Nord facilitait l'approvisionnement en combustible pour les fours à chaux. Ainsi, les unités de Dombasle et de La Madeleine, en Meurthe-et-Moselle, ont fourni près de 75 % de la production totale des soudières. En outre, la région de l'Est sillonnée par de nombreuses voies fluviales a favorisé le transport des matières premières très pondéreuses ; d'ailleurs, cette situation présentait aussi un grand intérêt pour les transports des produits des industries aval.

Actuellement, en raison des procédés électrolytiques employés et de l'arrêt des procédés à la chaux pour la fabrication de la soude, les nouvelles unités de soude ont été installées dans les zones consommatrices, les usines de l'est de la France assurant essentiellement la production du carbonate de soude.

2°) Concentration

Avec un capital investi qui s'élève en moyenne à plus du triple du chiffre d'affaires, l'industrie de la soude se classe parmi les industries lourdes et, en conséquence, la concentration de la branche est très accentuée tant au niveau des sociétés qu'au niveau des établissements.

En 1970 sept sociétés assuraient, dans quinze centres de production, la totalité de la production française de soude. Pour le carbonate de sodium, on dénombrait, la même année, deux sociétés et quatre centres producteurs.

Part des n premières entreprises et établissements dans la production totale						
	en %					
	1	2	4	5	10	15
<u>Entreprises :</u>						
Soude	32	64	98	99		
Carbonate de sodium	68	100				
<u>Etablissements :</u>						
Soude	29	45	74		96	100
Carbonate de sodium	39	72	100			

II - PRODUCTION ET MARCHÉ DES PRODUITS SODIQUES

A - LA SOUDE

1°) Evolution de la production de soude de caustification et de soude électrolytique

Avant l'arrêt de la production de soude de caustification, les statistiques de production distinguaient nommément la soude caustique et la soude électrolytique. A cette classification s'en superposait une seconde qui se référait à l'état physique des produits commercialisés (lessive de soude et soude solide). Actuellement les statistiques ne portent plus que sur les deux derniers postes : soude électrolytique solide et lessive électrolytique.

Toutefois, pour analyser l'évolution de la production de soude, il est nécessaire de rappeler quelles ont été les incidences du passage au seul procédé d'électrolyse.

En 1952, la caustification du carbonate de sodium contribuait pour plus de 70 % à la production nationale, mais son importance ne cessa de décroître pendant les quinze années suivantes au profit de la soude d'origine électrolytique qui est seule produite à l'heure actuelle.

Cette évolution devait conduire en 1964 à l'arrêt des dernières unités de lessive de chaux. Cet arrêt n'a pas eu de répercussions notables sur le niveau d'activité de la branche, car la contribution de ce type de soude à la production nationale ne fut jamais très élevée (en 1954 et 1959, elle a représenté respectivement 8,5 et 9,5 % du total).

Au contraire, en raison de l'importance initiale de la soude à la chaux solide dans la production totale (maximum de 66,5 % en 1953), le rythme de régression de cette forme de soude n'a pas été sans avoir certaines répercussions au plan national. Aussi la régression de la production nationale en 1965 est-elle imputable à une diminution de près de 100 000 tonnes, affectant la production de la soude à la chaux solide ; de même l'abandon définitif, en décembre 1967, de la caustification du carbonate de sodium a entraîné une stagnation de la production totale.

L'évolution des productions de soude caustique et électrolytique est retracée dans le tableau ci-dessous :

Production de soude

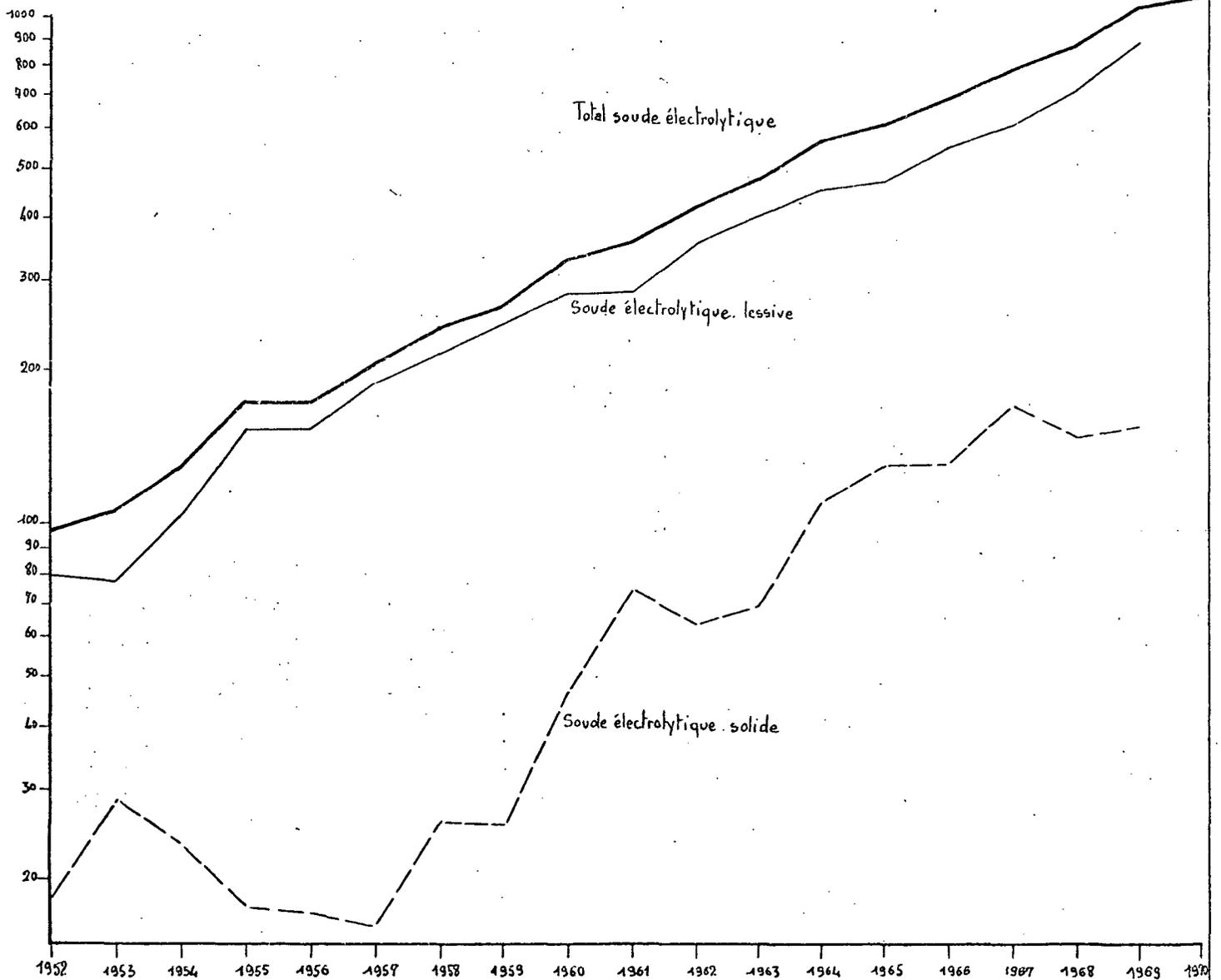
en tonnes de NaOH

	Soude caustique	Soude électrolytique	Total		Soude caustique	Soude électrolytique	Total
1952 ...	232 400	96 200	328 600	1962 ...	167 850	420 260	588 110
1953 ...	277 030	105 540	382 570	1963 ...	166 950	474 150	641 100
1954 ...	295 370	127 390	422 760	1964 ...	167 500	568 450	735 950
1955 ...	264 750	170 540	435 290	1965 ...	66 680	604 070	670 750
1956 ...	294 700	170 270	464 970	1966 ...	79 870	682 490	762 360
1957 ...	262 550	205 200	467 750	1967 ...	87 705	782 480	870 185
1958 ...	253 480	241 310	494 790	1968 ...	-	868 930	868 930
1959 ...	229 100	269 350	498 450	1969 ...	-	1 041 700	1 041 700
1960 ...	266 015	330 985	597 010	1970 ...	-	1 094 000	1 094 000
1961 ...	238 060	357 350	595 400				

Source : B.C.S.I.

PRODUCTION DE SOUDE ELECTROLYTIQUE

En milliers de tonnes



2°) Evolution de la production des types de soude électrolytique

La lessive électrolytique dont la production est, nous l'avons vu, tributaire de celle de chlore, est le type de soude qui a enregistré, durant la période 1952-1969, la progression la plus spectaculaire : son tonnage a plus que décuplé, et sa contribution à la production totale est passée de moins de 25 % en 1952 à plus de 85 % en 1970.

La soude électrolytique solide ne constituait, jusqu'en 1957, qu'un produit secondaire. Depuis, le tonnage n'a cessé de progresser, et ce type de soude s'est substitué graduellement à la soude à la chaux solide. Toutefois, malgré le développement considérable enregistré depuis 1957, il ne représente pas encore 20 % de la production totale.

Production de soude électrolytique				
en tonnes de NaOH				
	Solide		Lessive	
	en tonnes	en % (1)	en tonnes	en % (1)
1952	18 160	5,5	78 040	23,7
1953	28 740	7,5	76 800	20,0
1954	23 390	5,5	104 000	24,6
1955	17 640	4,0	152 900	35,1
1956	17 220	3,8	153 050	32,9
1957	16 200	3,5	189 000	40,4
1958	25 860	5,2	215 450	43,2
1959	25 850	5,2	243 500	48,8
1960	47 360	7,9	283 635	47,6
1961	74 780	12,6	282 560	47,4
1962	63 700	10,8	356 560	60,7
1963	69 500	10,8	404 650	63,2
1964	110 250	15,0	458 200	62,2
1965	130 320	19,4	473 750	70,7
1966	131 110	17,2	551 380	72,3
1967	170 130	19,5	612 350	70,5
1968	148 400	17,1	720 530	82,9
1969	155 900	14,9	885 800	85,1
1970	148 900	13,6	945 200	86,4

(1) de la production totale

Source : B.C.S.I. - B.I.P.E.

Notons que les tonnages transportés dépendront fortement de l'importance relative des deux types de soude, puisque le rapport pondéreux de la soude solide transportée est égal à 1, alors que celui de la lessive dépendra d'un facteur multiplicateur variant approximativement de 2 à 3, suivant la concentration, ce qui n'est pas sans compliquer le passage de la production et de la consommation aux transports.

3°) Les secteurs consommateurs

Les applications de la soude sont nombreuses, mais il faut remarquer que six secteurs absorbent plus de 80 % de la consommation totale.

Ventilation de la consommation de la soude en 1965		
Secteurs consommateurs	Tonnes	% du total
Alumine	145 000	27,9
Viscose	95 000	18,3
Cellulose	53 000	10,2
Chimie minérale	51 000	9,8
Chimie organique	42 000	8,1
Parachimie	42 500	8,2
Divers	91 500	17,5
Total consommation (1)	520 000	100,0
Total consommation apparente (2)	579 000	

(1) Source : Ve Plan

(2) Consommation apparente : production + importations - exportations, la différence entre ces deux totaux devrait théoriquement équivaloir la variation des stocks et les ventes à la consommation finale.

La soude est utilisée dans les secteurs énumérés plus haut de la manière suivante :

- Métallurgie de l'aluminium : dans la préparation de l'aluminium où la bauxite broyée est soumise à l'action de la soude caustique en autoclave pour former une solution d'aluminate de sodium ; une partie de la soude est récupérée par recyclage.

- Textiles artificiels : dans la fabrication de la viscose nécessaire à l'élaboration de la fibranne et de la rayonne où la soude intervient au moment de la cuisson du bois, de la préparation de l'alcali-cellulose et du blanchiment.

- Pâtes à papier : pour les pâtes mi-chimiques et chimiques où la soude est utilisée en tant que matière de base dans le procédé à la soude et le procédé au sulfate, enfin pour le blanchiment dans d'autres procédés.

- Parachimie : essentiellement pour les savons qui l'utilisent dans certains cas comme agent de saponification ou de neutralisation et les détergents, soit dans la composition des matières premières pour la fabrication de l'akylaryl-sulfonate, par exemple, soit en tant qu'agent de neutralisation.

- Chimie organique et minérale : nous pouvons citer parmi les produits les plus importants dans lesquels la soude intervient très fréquemment : la fabrication industrielle de l'hypochlorite de sodium, des phénols par sulfonation, des phosphates (trisodiques), des matières colorantes par l'hydrosulfite de sodium.

- Utilisations diverses dont les plus notables se situent dans les "pétroles et dérivés", certains alcools et, dans les industries alimentaires, pour le raffinage des graisses animales ou végétales.

4°) Le commerce extérieur

Sur le plan global, la balance commerciale de la soude est largement excédentaire, et le solde a enregistré de 1966 à 1969 (1), une forte croissance puisqu'il a quasiment doublé (en quantité physique). Malgré cette forte progression, le solde de la balance commerciale ne représentait encore en 1969 que 21,5 % de la consommation et 17,7 % de la production. A moyen terme, cette situation devrait, nous le verrons, évoluer vers une consolidation de l'excédent de la balance commerciale.

Commerce extérieur de la soude					
	en tonnes de N_aOH				
	1966	1967	1968	1969	1970
<u>Importations :</u>					
Lessive	11 200	8 900	14 700	12 500	25 800
Solide	8 700	15 900	17 700	13 400	9 800
Total	19 900	24 800	32 400	25 900	35 600
<u>Exportations :</u>					
Lessive	27 500	42 400	41 500	74 500	88 500
Solide	92 000	138 700	112 900	136 200	110 600
Total	119 500	181 100	154 400	210 700	199 100
<u>Balance commerciale (positive) :</u>					
Lessive	16 300	33 500	26 800	62 000	62 700
Solide	83 300	122 800	95 200	122 800	100 800
Total	99 600	156 300	122 000	184 800	163 500
Solde total par rapport à :					
Production (en %)	13,0	17,9	14,0	17,7	14,9
Consommation (en %)	19,0	21,8	16,3	21,5	17,5

(1) Pour les années antérieures à 1966, les statistiques douanières ne comptabilisaient pas la lessive de soude en équivalent-soude à 100 %, mais en tonnes de produits effectivement transportés. Dans ces conditions, toute agrégation s'avère évidemment dénuée de signification.

Au niveau des formes de produits, les évolutions ont été très différentes. Le solde de la soude solide a progressé d'un peu moins de 50 %, tandis que celui de la lessive de soude a presque quadruplé. Il faut également noter que les importations se répartissent à peu près également entre soude solide et lessive de soude, alors que les exportations s'effectuent de façon privilégiée sous forme de soude solide.

Structure du commerce extérieur				
en %				
	Importations		Exportations	
	Lessive	Solide	Lessive	Solide
1966	56	44	23	77
1967	36	64	23	77
1968	45	55	27	73
1969	48	52	35	65
1970	73	27	45	55

Source : B.I.P.E.

Sur le plan géographique, il existe pour les deux formes de soude une plus grande stabilité des pays fournisseurs que des nations clientes.

Les importations proviennent pour la quasi-totalité des pays de la Communauté Economique Européenne, l'Italie (1) et l'Allemagne fédérale essentiellement. Par contre, les exportations sont destinées principalement aux pays de l'Est, notamment l'U.R.S.S. en ce qui concerne la soude solide et aux pays en voie de développement. Selon la forme de soude considérée, les pays destinataires diffèrent : le principal client pour la lessive de soude est la Guinée (2). En revanche, pour la soude solide, le Brésil est le pays qui importe les tonnages les plus importants.

-
- (1) L'Italie expédiait la soude de la Sicile à destination de la région de Marseille pour l'approvisionnement d'Alusuisse ; l'usine de cette société ayant fermé, il est probable que ce flux sera dorénavant supprimé.
- (2) La majeure partie de la soude destinée à la Guinée est utilisée pour le traitement de l'aluminium dans l'unité de production de Pechiney à Fria.

Structure géographique du commerce extérieur (1)

en tonnes de produits

	Lessive de soude				Soude solide			
	1967	1968	1969	1970	1967	1968	1969	1970
Importations								
Tous pays	8 930	29 663	24 879	51 225	15 936	17 716	13 308	9 779
C.E.E.	8 832	28 859	24 763	42 259	15 733	17 518	12 950	9 343
dont : Italie ..	6 145	12 055	-	-	13 795	14 795	11 363	-
All. féd.	-	15 734	24 370	-	-	-	-	-
U.E.B.L..	-	-	-	40 724	-	-	-	9 788
Exportations								
Tous pays	43 356	85 553	153 383	177 819	138 700	112 900	136 200	110 604
dont : Guinée ..	34 829	55 567	71 598	62 701				
Canada ..	-	8 453						
Italie ..	-	8 210	12 739					
Lybie ...	-	7 811	-					
All. féd.	-	-	30 532	10 597				
Australie	-	-	16 694	50 864				
Brésil ..	-	-	-	-	17 112	26 411	20 686	20 248
U.E.B.L..	-	-	-	-	6 198	6 155		4 237
U.R.S.S..					23 315	13 205	20 483	9 325
Algérie .					7 180			
Egypte ..					6 780			
Maroc ...						6 210		7 600
Norvège .								5 037
Danemark.								5 195
Sénégal .								5 128

(1) Pour la lessive, les tonnages indiqués sont sensiblement supérieurs à ceux du tableau précédent. Dans le tableau ci-dessus, les chiffres correspondent en effet à des tonnages effectivement transportés et non à de la soude à 100 % (cf. note 1 page 16)

B - LE CARBONATE DE SOUDE1°) La production

Durant la période 1952-1969, la production de carbonate de sodium a progressé plus lentement que celle de soude : le tonnage de carbonate de sodium produit doublait alors que, dans le même laps de temps, celui de la soude était multiplié par trois.

Production de carbonate de soude			
en tonnes de Na_2CO_3			
1952	634 900	1962	924 650
1953	653 100	1963	926 825
1954	662 450	1964	1 017 800
1955	724 400	1965	1 088 750
1956	780 950	1966	1 125 800
1957	825 800	1967	1 083 720
1958	736 200	1968	1 126 800
1959	776 950	1969	1 329 600
1960	848 000	1970	1 418 400
1961	849 300		

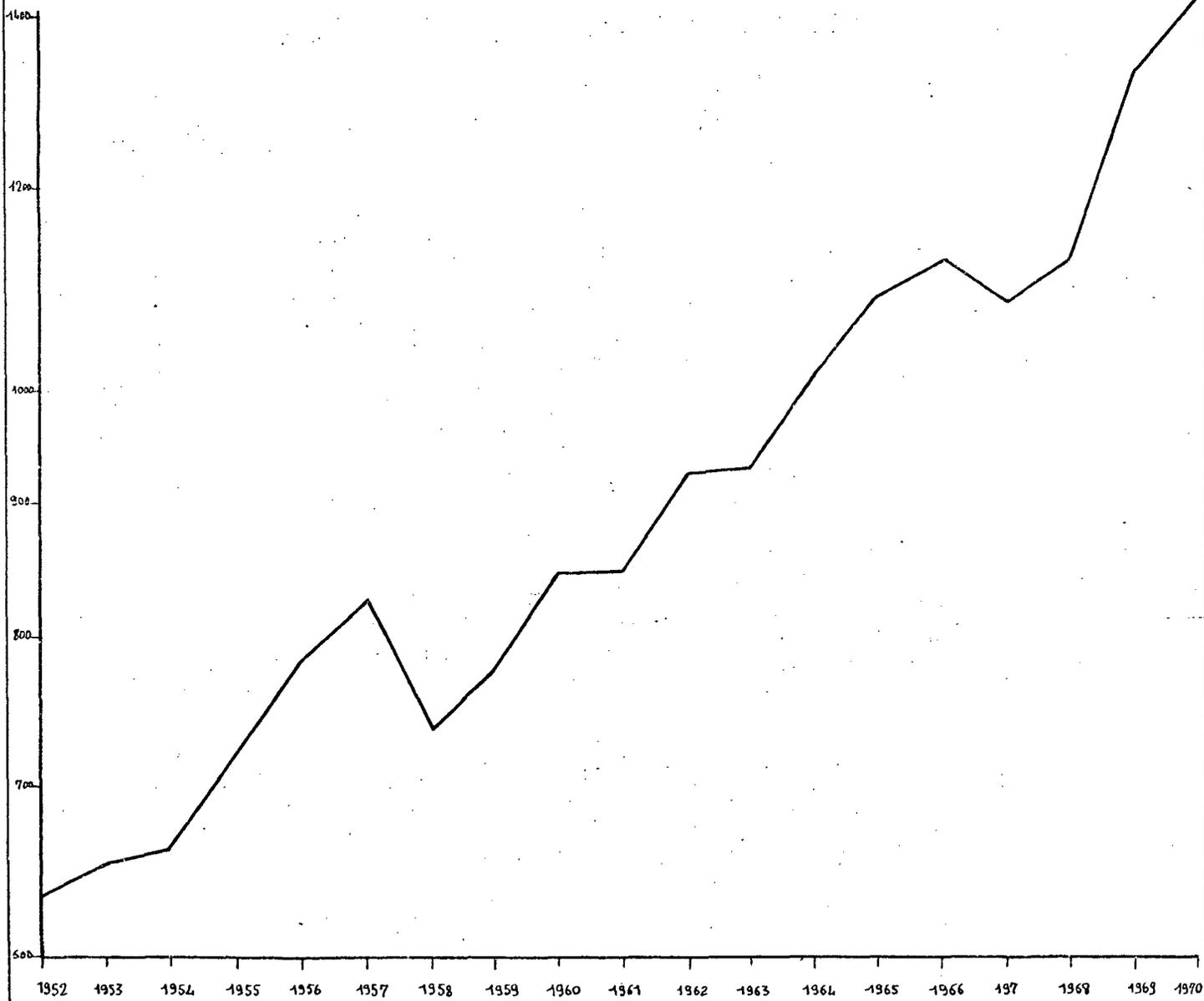
Source : B.C.S.I.

Au niveau de la structure de la consommation totale d'équivalent-soude (1), cette différence de rythme de progression se traduit par une diminution de la part de l'équivalent-soude provenant du carbonate de sodium.

(1) Dans la plupart de leurs applications, la soude et le carbonate de sodium interviennent par l'intermédiaire de l'ion Na_2O^+ . Comme il faut deux moles de NaOH, soit 80 g, et une mole de Na_2CO_3 , soit 104 g, pour donner un ion Na_2O^+ , nous avons l'équivalence : 1 tonne Na_2CO_3 équivaut à 80/104 tonnes de NaOH.

PRODUCTION DE CARBONATE DE SOUDE

En tonnes



Source: B.C.S.T.

En 1952, le carbonate de sodium représentait près de 60 % de la consommation totale d'équivalent-soude ; en 1970, il en constituait à peine la moitié.

Répartition de la consommation d'équivalent-soude		
		en %
	Soude	Carbonate de soude
1952	40,8	59,2
1953	43,9	56,1
1954	46,0	54,0
1955	44,5	55,5
1956	44,3	55,7
1957	43,0	57,0
1958	47,3	52,7
1959	46,1	53,9
1960	48,4	51,6
1961	48,3	51,7
1962	45,9	54,1
1963	48,0	52,0
1964	49,1	50,9
1965	45,1	54,9
1966	47,4	52,6
1967	51,9	48,1
1968	50,7	49,3
1969	51,1	48,9
1970	50,1	49,9

2°) Les secteurs consommateurs

La consommation intermédiaire du carbonate de soude est principalement le fait de l'industrie du verre, où il entre dans la composition des charges destinées à la fusion des matières premières ; ce débouché représente plus de 40 % du tonnage total consommé. Une autre application importante est la chimie minérale où l'on emploie le carbonate dans

l'élaboration des phosphates, silicates, colorants, explosifs, etc. La métallurgie pour la désulfuration de la fonte et la déphosphorisation de l'acier, de même que la parachimie, utilisent une part non négligeable de carbonate.

Le tableau ci-dessous précise dans quelles proportions les quantités de carbonate sont utilisées dans ces différents secteurs pour l'année 1965 :

	Tonnes	% du total
Verre	364 000	43,6
Chimie minérale	246 000	29,4
Métallurgie	75 000	9,0
Parachimie	55 400	6,6
Divers	94 600	11,4
Total consommation (1) ...	835 000	100

(1) Source : Ve Plan

3°) Le commerce extérieur

Les importations sont quasi nulles (inférieures à 1 000 tonnes de 1965 à 1969).

De 1959 à 1968, le niveau des exportations a enregistré une augmentation légèrement supérieure à 100 000 tonnes, mais leur part dans la production nationale n'a connu qu'une légère croissance (de 21 à 26 %). En revanche on enregistre, en 1969, un brusque développement des exportations (+ 150 000 tonnes), et leur part dans la production atteint, cette année-là, un niveau exceptionnellement élevé (35 %).

Exportations de Na ₂ CO ₃			
	en tonnes	en %	
		de la production	de la consommation
1959	177 700	23	30
1960	196 800	23	30
1961	197 000	23	30
1962	207 900	22	29
1963	191 800	21	26
1964	224 400	22	28
1965	253 100	23	30
1966	266 500	24	31
1967	235 000	22	28
1968	291 400	26	35
1969	459 600	35	53
1970	423 000	30	42

Source : Douanes - B.I.P.E.

Les exportations de carbonate de sodium sont relativement diversifiées : les neuf premiers clients ne représentaient en 1970 qu'à peine plus de 80 % des exportations. En outre l'U.R.S.S., notre plus important client, qui, en 1968 et 1969, recevait plus du tiers des exportations françaises voit sa part tomber à moins du sixième en 1970.

Structure géographique du commerce extérieur			
	en tonnes		
	1968	1969	1970
Total	291 338	459 619	423 000
dont : U.R.S.S.	100 700	160 954	71 055
Allemagne fédérale	33 823	60 710	44 233
Suède	20 012	40 257	48 981
Finlande	17 738	18 127	22 139
Argentine	14 700	27 026	49 885
Norvège	15 434	17 965	22 357
U.E.B.L.	-	30 581	26 413
Danemark	-	17 776	28 081
Grèce	-	13 999	28 819

Chapitre 2

**PERSPECTIVES D'EVOLUTION DE L'INDUSTRIE FRANCAISE
DES PRODUITS SODIQUES**

D'ici à 1975, ni les approvisionnements en matières premières (sel, calcaire), ni les disponibilités en énergie électrique à des prix suffisamment avantageux, ne devraient constituer des goulets d'étranglement propres à freiner les productions de soude et de carbonate de sodium (1) ; le développement de l'industrie de la soude ne devrait donc dépendre théoriquement que de l'évolution des secteurs consommateurs et du commerce extérieur. En réalité, la soude étant un sous-produit de la fabrication du chlore, une étude par secteur ne peut retracer la totalité des perspectives d'évolution, car elle ne rend pas suffisamment compte de l'apparition de nouveaux débouchés. Seule une analyse économétrique nous permettra de préciser l'ampleur de ce phénomène.

Pour chaque produit (soude et carbonate de sodium), nous dégagerons, dans un premier temps, l'évolution probable des principaux secteurs consommateurs ; puis nous présenterons les tendances du commerce extérieur de façon à dégager, à l'horizon 1975 et 1985, le solde de la balance commerciale ; enfin, nous confronterons nos prévisions de production fondées sur une analyse par segmentation du marché à celles fondées sur une étude économétrique de façon à s'assurer de la cohérence des résultats.

(1) Cf. Analyse de l'approvisionnement (Annexe 2).

I - CONSOMMATION PAR DEBOUCHES

A - LES DEBOUCHES DE LA SOUDE

La soude est employée principalement dans le traitement de l'alumine, pour la fabrication de textiles artificiels et l'élaboration de pâtes à papier. Elle trouve également bon nombre de ses débouchés dans l'industrie chimique, que ce soit en chimie minérale, en chimie organique ou en parachimie.

1° Alumine (1)

Selon sa provenance, la bauxite - hydrate d'aluminium naturel - contient de la silice en proportions variables. Aussi, avant de procéder à la calcination pour obtenir l'alumine calcinée - produit de départ de la métallurgie de l'aluminium - est-il nécessaire, dans un premier temps, de séparer la silice du minerai. La soude intervient uniquement à ce stade du procédé de fabrication.

La consommation spécifique en soude varie, bien entendu, selon la teneur en silice du minerai traité. Le traitement de la bauxite métropolitaine dont la teneur en silice est de 7-8 % nécessite environ 170 kg de soude par tonne d'alumine ; en revanche, celui de la bauxite importée, dont la teneur en silice n'excède pas 3 %, ne requiert que 80 kg de soude par tonne d'alumine.

A moyen terme, l'évolution des techniques de devrait pas modifier -ou faiblement- ces consommation spécifiques, Compte tenu de nos hypothèses

(1) On trouvera en Annexe 3 la localisation des unités de production.

de production intérieure d'alumine (1), la consommation de soude du secteur en 1975 et 1985 s'élèvera à 260 000 et 243 000 tonnes.

2°) Textiles artificiels (2)

a) Techniques de fabrication et utilisation de la soude

Les procédés d'élaboration de la rayonne et de la fibranne - les deux principaux textiles artificiels - peuvent grosso modo se décomposer en deux phases :

- obtention de la viscosse : cette phase est commune aux deux produits
- obtention de filaments à partir de la viscosse et finition : cette phase est spécifique de chaque produit

La soude est utilisée uniquement dans la première phase des procédés où elle intervient à deux reprises : au stade de la transformation de la cellulose en alcali-cellulose (opération de trempage) et pour l'obtention du xanthate de cellulose (opération de mixage). La consommation spécifique de soude est de l'ordre de 725 kg par tonne de rayonne et/ou de fibranne. A moyen terme, elle est peu susceptible de varier étant donné la stabilité des techniques de fabrication dans ce domaine.

b) Activité industrielle et perspectives d'évolution

L'évolution de la production, du commerce extérieur et de la consommation apparente de rayonne et de fibranne (3) a été, de 1954 à 1969, la suivante :

(1) Cf. Etude B.I.P.E. "Etude des conséquences de l'évolution de l'industrie chimique sur les transports lourds en 1985 - Bauxite-Alumine"- décembre 1967

Prévisions 1975 : 2 100 000 tonnes

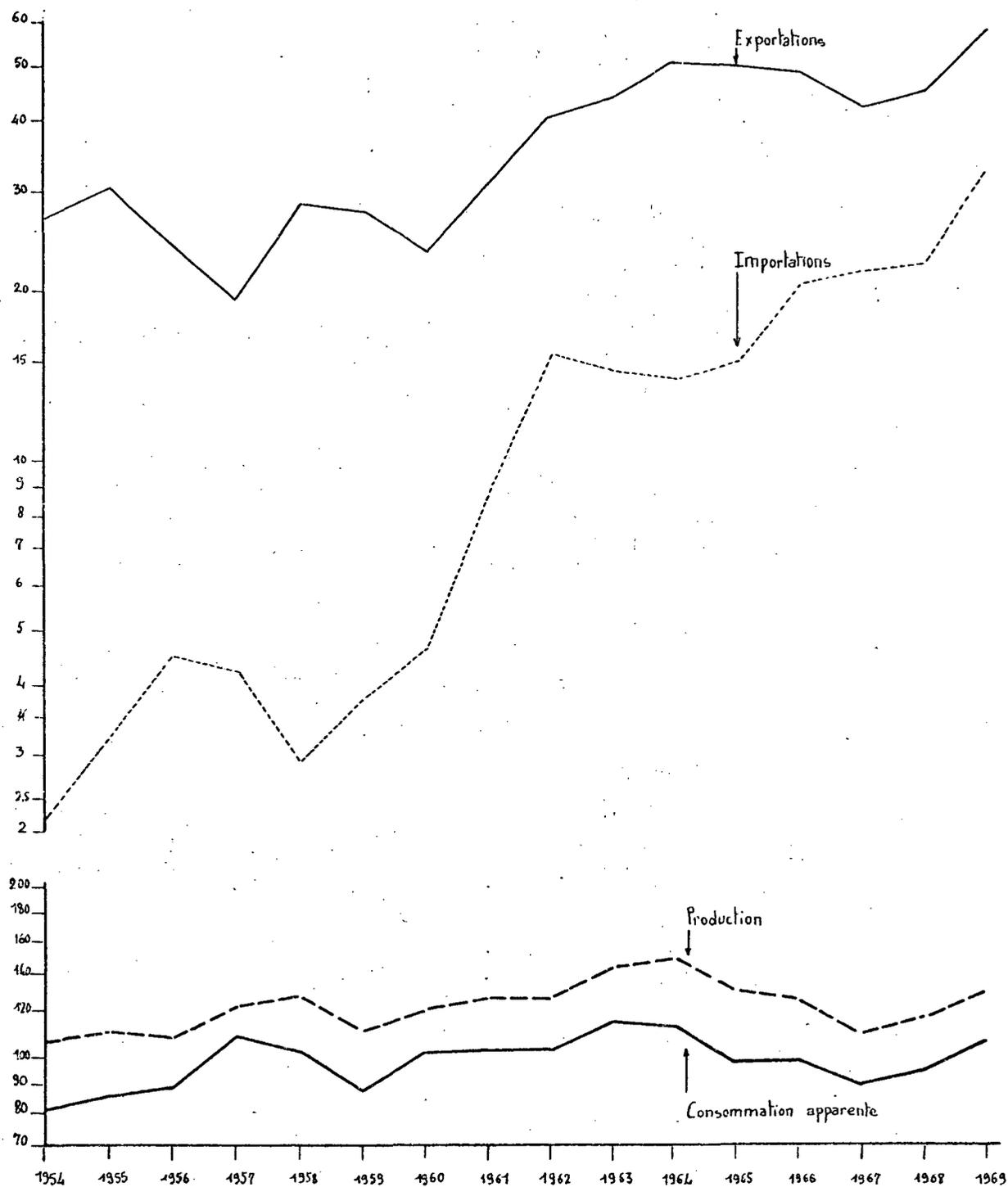
Prévisions 1985 : 2 600 000 tonnes

(2) On trouvera en Annexe 3 la localisation des unités de production

(3) Pour notre étude, il n'est pas utile de distinguer les produits puisque les consommations spécifiques de soude sont identiques.

PRODUCTION ET COMMERCE EXTERIEUR DE RAYONNE ET DE FIBRANNE

En milliers de tonnes



Source: Syndicat des T.A.S. - B.I.P.E.

Production, commerce extérieur et consommation apparente de rayonne et de fibranne				
en tonnes				
	Production	Exportations	Importations	Consommation apparente
1954	106 700	27 200	2 300	81 800
1955	112 700	30 400	3 200	85 500
1956	109 300	24 400	4 500	89 400
1957	123 400	19 700	4 200	107 900
1958	129 200	28 500	2 900	103 600
1959	112 600	27 200	3 800	89 200
1960	121 800	23 300	4 600	103 100
1961	127 200	31 600	9 000	104 600
1962	128 800	40 200	15 800	104 400
1963	145 700	44 600	14 400	115 900
1964	151 600	51 500	14 000	114 100
1965	132 700	50 000	15 000	97 700
1966	128 500	49 500	20 500	99 500
1967	111 400	42 400	21 600	90 600
1968	119 200	45 700	22 200	95 700
1969	134 100	59 400	32 500	107 200

Source : Syndicat des T.A.S. - B.I.P.E.

Durant la période 1954-1969, la production française de textiles artificiels a traversé trois phases :

- de 1954 à 1964 : bonne expansion (+ 42 %) malgré les récessions de 1956 et 1959
- de 1964 à 1967 : régression importante et rapide (le niveau de production de 1967 est sensiblement le même que celui de 1954)
- de 1967 à 1969 : nouvelle phase d'expansion

Cette évolution traduit bien les difficultés qu'a connues l'industrie française pour s'adapter à un marché en faible progression et pour faire face à la concurrence internationale. Cependant, remarquons que, même pendant les années 1964-1967, la balance commerciale a toujours été excédentaire (1). A l'heure actuelle, les perspectives d'évolution sont beaucoup plus favorables qu'elles n'étaient voilà trois ou quatre ans, et il est probable que, à moyen terme, la phase d'expansion persistera : la production en 1975 devrait atteindre environ 160 000 tonnes et la consommation en soude afférente à cette production sera de 116 000 tonnes. A plus long terme, il est prévisible que ces textiles seront remplacés par de nouveaux produits, et la consommation de soude ne devrait plus atteindre que 95 000 tonnes en 1985.

3°) Pâtes à papier (2)

a) Techniques de fabrication et emploi de la soude

Il existe plusieurs types de pâtes à papier. Les critères de classification se réfèrent, pour l'essentiel, au procédé de fabrication employé et, accessoirement, à l'origine de la matière première. Dans les statistiques de production, trois rubriques principales apparaissent :

- pâtes mécaniques et mi-chimiques : elles se subdivisent en deux parties :
pâtes mécaniques, pâtes mi-chimiques
- pâtes chimiques en bois : elles se subdivisent en deux parties qui elles-mêmes sont à nouveau désagrégées en deux sous-parties :
 - pâtes en bisulfite : écruës ou blanchies
 - pâtes à la soude : écruës ou blanchies

(1) Le solde exportations-importations a évolué comme suit (en tonnes):

1954 .. 24 900	1958 .. 25 600	1962 .. 24 400	1966 .. 30 200
1955 .. 27 200	1959 .. 23 400	1963 .. 30 200	1967 .. 20 800
1956 .. 19 900	1960 .. 18 700	1964 .. 37 500	1968 .. 23 500
1957 .. 15 500	1961 .. 22 600	1965 .. 35 000	1969 .. 26 900

(2) On trouvera en Annexe 3 la localisation des unités de production.

- pâtes chimiques de végétaux et autres matières fibreuses (1).

La soude est employée dans la production des pâtes mi-chimiques, des pâtes au bisulfite et des pâtes à la soude. Pour ces deux derniers types de pâtes, ainsi que pour les "autres pâtes chimiques", elle est également utilisée pour l'opération de blanchiment.

Les consommations spécifiques relatives à chaque type de pâte sont les suivantes :

- pâtes mi-chimiques : 70 kg de soude par tonne
- pâtes au bisulfite écrues : actuellement néant, à moyen terme possibilité d'emploi
- pâtes au bisulfite blanchies : 80 kg par tonne
- pâtes à la soude écrues : 10 kg (seulement pour la phase de démarrage du procédé de production) ; à moyen terme, il est peu probable que la soude soit plus utilisée (2)
- pâtes à la soude blanchies : 90 kg de soude par tonne ; possibilité d'extension (cf. pâtes à la soude écrues)
- autres pâtes chimiques blanchies : 80 kg de soude par tonne

b) Activité industrielle et perspectives d'évolution

L'évolution de la production de pâtes à papier depuis 1960 à été la suivante :

-
- (1) Dans la suite du texte, cette classe de pâtes sera reprise sous l'intitulé "autres pâtes".
 - (2) La soude utilisée dans ce procédé ne peut être considérée comme un marché : en effet, elle est régénérée à l'intérieur même de l'unité de production de pâtes.

Production de pâtes à papier

en tonnes

	Pâtes mécani.	Pâtes mi-chim.	Pâtes au bisulfite		Pâtes à la soude		Autres pâtes
			écrues	blanchies	écrues	blanchies	
1960	513 300°		129 400	139 800	187 900	168 200	46 100
1961	510 400°		135 600	154 300	196 800	195 500	46 900
1962	511 000	85 200	122 600	153 500	217 100	203 000	47 950
1963	522 800	88 200	117 900	181 900	227 300	210 900	39 800
1964	535 500	93 160	101 500	225 300	260 000	228 200	26 050
1965	549 600	99 700	101 500	248 300	287 800	258 100	25 500
1966	585 150	112 350	95 800	264 500	312 900	271 500	19 300
1967	588 750	116 700	99 600	277 800	330 700	284 100	18 650
1968	598 350	127 200	77 500	293 000	327 800	288 600	22 350
1969	643 900	151 400	91 800	309 500	354 700	316 200	20 000

° Pour les années 1960 et 1961, les statistiques ne font pas de distinction entre pâtes mécaniques et pâtes mi-chimiques.

Quel que soit le type de pâte envisagé, l'évolution de la production a été régulière (1), bien qu'elle se soit effectuée à des rythmes variables entraînant par là même une modification de la structure de la production.

A moyen terme, cette tendance devrait se maintenir, et nos prévisions conduisent à une consommation de soude de l'ordre de 114 000 tonnes en 1975 (2) contre 186 500 tonnes en 1985.

(1) Ce qui, compte tenu de l'objet de l'étude, nous autorise à effectuer directement nos prévisions sur le niveau de la production. Il ne semble pas, en effet, qu'à moyen terme, l'évolution attendue du commerce extérieur puisse entraîner de profondes modifications dans le rythme de croissance de la production.

(2) Cf. Annexe 4 : Méthodes de prévision.

4°) Chimie

La consommation de soude par la branche chimie se répartissait, en 1965, entre les trois sous-branches : chimie minérale, chimie organique et parachimie.

a) Chimie minérale

Le principal emploi de la soude dans la sous-branche chimie minérale consiste actuellement en la préparation de l'hypochlorite de sodium (extrait de javel ou eau de javel).

On notera aussi quelques utilisations secondaires (fabrication de l'anhydride sulfureux, de produits oxygénés, de silicates et de phosphates).

La consommation totale de la sous-branche est difficile à appréhender (1). Les organismes professionnels - à l'occasion de la préparation du Ve Plan - avaient dégagé une consommation de 51 000 tonnes pour 1965. En adoptant cette valeur, et compte tenu de la progression de la sous-branche depuis 1962 (2), la consommation de soude en 1975 devrait atteindre 105 000 tonnes.

La consommation totale de soude de la sous-branche se situera cependant à un niveau nettement supérieur car, en plus de ses applications actuelles, la soude se substitue - à des rythmes variables - au carbonate de sodium dans plusieurs procédés de fabrication (en particulier pour les polyphosphates de sodium (3)).

Au total, en 1975, la consommation de soude par la sous-branche chimie minérale devrait atteindre 495 000 tonnes et 1 195 000 tonnes en 1985.

-
- (1) En effet, pour la préparation de l'hypochlorite de sodium, il n'est pas possible de déterminer une valeur précise de la consommation spécifique car celle-ci dépend du degré colorimétrique de la solution à fabriquer.
 - (2) Cf. Annexe 4 : Méthodes de prévision.
 - (3) Cette consommation due à la substitution de la soude au carbonate de sodium devrait s'élever à 390 000 tonnes (cf. note 2 page 38).

b) Chimie organique

Dans le domaine de la chimie organique, la soude est surtout employée dans certains procédés de fabrication des phénols, des benzols. Les autres applications (matières premières pour textiles synthétiques et matières plastiques) ne nécessitent que de petites quantités de soude par suite de la mise en service de nouvelles techniques de fabrication. La consommation de la sous-branche -avancée à l'occasion des travaux du Ve Plan- s'élevait à 42 000 tonnes en 1965. En adoptant cette estimation, compte tenu d'une part, de la progression de la sous-branche (1), d'autre part de la disparition de certains débouchés, la consommation de soude par la chimie organique devrait s'élever à 170 000 tonnes en 1975 et 405 000 tonnes en 1985.

c) Parachimie

Dans cette sous-branche, la soude est utilisée essentiellement pour la préparation des détergents synthétiques (poudres à laver) et de savons. La consommation de la sous-branche était estimée, en 1965, à 42 500 tonnes. En partant de cette base et compte tenu du développement de la sous-branche (1), la consommation de soude en 1975 s'élèvera à 81 000 tonnes. Elle devrait se stabiliser à environ 89 000 tonnes en 1985.

5°) Divers

La soude possède diverses applications en pharmacie, dans les industries du pétrole, des corps gras, des produits alimentaires et dans le traitement des textiles. En 1965, la consommation de ce poste "divers" était estimée à 91 500 tonnes. Compte tenu de l'évolution des divers secteurs (1), la consommation en 1975 devrait s'élever à 164 000 tonnes pour atteindre 245 000 tonnes en 1985.

(1) Cf. Annexe 4 : Méthodes de prévision.

Au total, la consommation de soude devrait augmenter de 170 % de 1965 à 1975 et connaître ainsi un taux de croissance moyen proche de 11 % l'an.

Consommation de soude en 1965, 1975 et 1985

	en tonnes			en %		
	1965	1975	1985	1965	1975	1985
Alumine	145 000	260 000	243 000	28	19	10
Textiles artificiels ..	95 000	116 000	95 000	18	8	4
Pâtes à papier	53 000	114 000	186 500	10	8	8
Chimie minérale	51 000	495 000	1 165 500	10	35	48
Chimie organique	42 000	170 000	405 000	8	12	16
Parachimie	42 500	81 000	89 000	8	6	4
Divers	91 500	164 000	245 000	18	12	10
Total	520 000	1 400 000	2 429 000	100	100	100

Source : Ve Plan - B.I.P.E.

B - LES DEBOUCHES DU CARBONATE DE SODIUM

L'industrie du verre constitue, et continuera de constituer à moyen terme, le principal débouché du carbonate de sodium. En revanche, l'industrie chimique -essentiellement chimie minérale- qui, à l'heure actuelle, représente le second débouché, verra d'ici à 1975 son importance diminuer par suite de la concurrence de la soude. Quant aux autres applications (métallurgie, fabrication de pâtes à papier, etc.), leur part dans la consommation totale devrait légèrement décroître.

1°) Industrie du verre

Le carbonate de sodium est employé dans toutes les fabrications verrières, mais les principales applications se situent dans l'industrie du verre creux mécanique et dans celle du verre plat (plus de 90 % des débouchés). Malheureusement, les statistiques de consommation de carbonate de sodium diffusées par les Fédérations de l'Industrie du Verre ne ventilent pas celui-ci en fonction du type de verre fabriqué.

Aussi, pour établir notre prévision, tiendrons-nous compte uniquement de l'évolution de la branche verre au plan global. Dans ces conditions, la consommation de carbonate de sodium qui était de 437 300 tonnes en 1969 devrait atteindre 625 000 tonnes en 1975 (1), alors que l'étude précédente faisait état d'une consommation de 1 763 000 tonnes en 1985.

2°) Chimie

Le principal débouché est représenté par la sous-branche chimie minérale, mais le carbonate de sodium possède également quelques applications spécifiques en chimie organique et en parachimie.

a) Chimie minérale

L'industrie chimique minérale constitue, avec 246 000 tonnes en 1965, le second débouché du carbonate de sodium. L'élément moteur de cette consommation (70 % de la consommation de la sous-branche) est constitué par l'industrie du polyphosphate de sodium dont le développement, à moyen terme, devrait se poursuivre à un rythme soutenu.

Toutefois, la substitution de la soude au carbonate de sodium qui est déjà amorcée, devrait s'amplifier dans les années à venir, et, à moyen terme, il est probable que sur une consommation prévisible de 580 000 tonnes, seulement 100 000 tonnes le seront sous forme de carbonate de sodium (2). Cette consommation sera d'ailleurs réduite à néant en 1985.

(1) Cf. Annexe 5 : Méthodes de prévision

(2) Les 480 000 tonnes de Na_2CO_3 qui seront remplacées correspondent à 390 000 tonnes de NaOH

b) Chimie organique et parachimie

Les applications du carbonate de sodium dans ces sous-branches sont nombreuses et variées. Dans la plupart des cas, les utilisations sont spécifiques, et la soude ne peut y remplacer le carbonate de sodium.

En 1965, la consommation était évaluée à 55 400 tonnes ; en 1975, elle devrait s'élever à 106 000 tonnes et doubler encore (204 000 tonnes) en 1985.

3°) Métallurgie

La majeure partie (60 000 tonnes) du carbonate de sodium est employée en sidérurgie pour la désulfuration dans les hauts fourneaux, pour la déphosphoration dans les aciéries Thomas et pour le dégraissage des métaux. La métallurgie des métaux spéciaux nécessite également des quantités non négligeables (15 000 tonnes) de carbonate de sodium.

Compte tenu des évolutions techniques attendues dans chacun de ces domaines, la consommation de carbonate de sodium devrait légèrement progresser à moyen terme (1) : 85 000 tonnes. Elle devrait ensuite fortement diminuer, à cause de l'utilisation de minerais peu phosphoreux : 55 000 tonnes en 1985.

4°) Divers

Les autres applications du carbonate de sodium englobent des secteurs très variés dont les plus importants sont la fabrication de la pâte à papier, les matériaux de construction et le traitement des textiles.

En 1965, la consommation de ces débouchés s'élevait à 94 600 tonnes. A moyen terme, elle devrait -compte tenu de la disparition de certaines applications et du développement notable à attendre des

(1) On trouvera la justification de cette affirmation en Annexe 5.

celluloses et du ciment- augmenter à un rythme assez faible (2 % par an). En 1975, il faut donc prévoir une consommation de l'ordre de 124 000 tonnes qui variera peu par la suite : 130 000 tonnes en 1985.

°°

Au total, la consommation de carbonate de sodium devrait, en 1975, dépasser légèrement le million de tonnes : en dix ans elle n'aura augmenté que d'un quart.

Consommation de carbonate de sodium en 1965, 1975 et 1985						
	en tonnes			en %		
	1965	1975	1985	1965	1975	1985
Verre	364 000	625 000	1 763 000	44	60	82
Chimie minérale	246 000	100 000	-	29	10	-
Chimie organique ... } Parachimie	55 400	106 000	204 000	7	10	9
Métallurgie	75 000	85 000	55 000	9	8	3
Divers	94 600	124 000	130 000	11	12	6
Total	835 000	1 040 000	2 152 000	100	100	100

Source : Ve Plan - B.I.P.E.

II - LES TENDANCES DU COMMERCE EXTERIEUR

Les évolutions à attendre dans les balances commerciales de NaOH et Na₂CO₃ sont, bien que ces deux balances demeureront excédentaires, différentes selon le produit considéré.

A - LA SOUDE

Depuis 1966, l'importance de la balance commerciale comparativement à celle de la production a été relativement stable. A moyen terme, cette situation devrait évoluer vers une consolidation d'un solde pourtant déjà excédentaire.

En effet, les producteurs français auront à faire face à une progression de la production beaucoup plus rapide que celle de la demande intérieure (1). Ils devraient donc développer leurs actions sur les marchés étrangers, et, en 1975, il n'est pas exclu que le solde de la balance commerciale atteigne près de 30 % de la consommation intérieure, ce qui représenterait environ 420 000 tonnes.

B - LE CARBONATE DE SODIUM

Exception faite de l'année 1969, le niveau des exportations rapporté à celui de la consommation est extrêmement stable. Cette situation serait essentiellement due à la politique commerciale et de diversification des centres de production, pratiquée par Solvay qui possède au niveau européen un quasi-monopole sur ce produit. A moyen terme, cette situation devrait légèrement évoluer vers une baisse, car Solvay envisage l'implantation de nouvelles unités en Allemagne fédérale et aux Pays-Bas ; aussi bien, en 1975, les exportations devraient-elles représenter environ 30 % de la consommation, soit 310 000 tonnes.

(1) Nous avons vu en effet que la production de NaOH est tributaire de celle de chlore.

Commerce extérieur de produits sodiques			
en tonnes			
	1970	1975	1985
Soude		+ 420 000	+ 225 000
Carbonate de sodium	423 000	+ 310 000	+ 215 000
Source : Douanes, B.I.P.E.			

II - PERSPECTIVES DE PRODUCTION

Pour chacun des produits, nous confronterons, dans un premier temps, les résultats des prévisions par segmentation avec une prévision économétrique ; puis, dans un second stade, nous essaierons de dégager sur quelles unités se porteront de façon préférentielle les augmentations de capacités de production.

A - PERSPECTIVES GLOBALES

1°) La soude

La prévision de production de soude à l'horizon de 1975 peut être menée par trois approches différentes et complémentaires :

- par segmentation du marché (cf. chap. 2-I-A) : 1 820 000 tonnes
- par analyse statistique de la tendance passée de la production de soude électrolytique (cf. annexe 6) : 2 100 000 tonnes

- par "liaison" de la production de soude à celle de chlore pour laquelle nous disposons des données du VI^e Plan (cf. annexe 6) : 2 030 000 tonnes à 2 130 000 tonnes

Dans la suite de l'étude, nous retiendrons une production de deux millions de tonnes en 1975.

2°) Le carbonate de sodium

Pour la production de Na_2CO_3 , les prévisions par segmentation du marché conduisent à 1 350 000 tonnes et l'analyse économétrique de la tendance passée à 1 700 000 tonnes (cf. annexe 7). Dans la mesure où la substitution de la soude au carbonate de sodium pourrait s'accélérer dans les prochaines années, il n'est pas surprenant que les prévisions économétriques soient nettement supérieures à celles obtenues par segmentation. Aussi bien, dans la suite de l'étude, nous retiendrons pour 1975 une production de carbonate de sodium de 1 500 000 tonnes.

Production de soude et de carbonate de sodium			
en tonnes			
	1965	1975	1985
Soude	670 000	2 000 000	2 500 000
Carbonate de sodium	1 090 000	1 500 000	2 370 000
Source : B.I.P.E.			

B - PERSPECTIVES PAR CENTRES PRODUCTEURS

En ce qui concerne le carbonate de sodium, l'augmentation de production (inférieure à 100 000 tonnes) est trop faible pour que l'on puisse la ventiler avec précision entre les différents centres de production. En tout état de cause, même si elle se portait sur un seul de ces centres, cette légère croissance n'entraînerait pas de profondes modifications dans la structure de la production.

Perspectives de production de carbonate de sodium par centres producteurs			
en tonnes			
Sociétés	Localisation	Production	
		1970	1975
Pechiney-Saint-Gobain	La Madeleine - Varangeville	460 000	500 000
Solvay	Sarralbe	170 000	170 000
	Dombasle	560 000	600 000
	Tavaux	230 000	230 000
	Total France ..	1 420 000	1 500 000

Source : B.I.P.E.

En revanche, l'augmentation de production de soude est considérable puisqu'elle consiste à doubler les tonnages en l'espace de cinq ans (+ 1 000 000 de tonnes). La répartition de cet accroissement entre les centres producteurs est très aléatoire, et les sociétés productrices sont peu disposées à fournir des renseignements à ce sujet. Il est néanmoins assez probable que les augmentations de capacité seront concentrées sur quatre unités seulement :

- Lavéra pour Pechiney-Saint-Gobain : + 340 000 t
- Tavaux pour Solvay : + 370 000 t
- Pont-de-Claix pour Progil : + 100 000 t
- Jarrie pour Ugine-Kuhlmann : + 190 000 t

A l'horizon 1975, l'implantation géographique des unités de soude devrait donc être la suivante :

Perspectives de production de soude par centres producteurs			
Sociétés	Localisation	Production (en t/an)	
		1970	1975
Pechiney-Saint-Gobain	Saint-Auban	150 000	150 000
	Lavéra	170 000	510 000
	Saint-Fons	25 000	-
	Wasquehal	10 000	-
		<hr/>	<hr/>
		355 000	660 000
Solvay	Tavaux	320 000	700 000
	Dombasle	30 000	30 000
		<hr/>	<hr/>
		350 000	730 000
Progil	Pont-de-Claix	170 000	270 000
Ugine-Kuhlmann	Jarrie	150 000	340 000
	Loos	10 000	-
	L'Estaque	10 000	-
	Brignoud	20 000	-
	Villers-Saint-Paul	10 000	-
		<hr/>	<hr/>
		200 000	340 000
S.E.U.B.	Boussens	12 000	-
Produits chimiques d'Harbonnières	Harbonnières	7 000	
		<hr/>	<hr/>
	Total	1 094 000	2 000 000

Source : B.I.P.E.

Chapitre 3

LES TRANSPORTS DE PRODUITS SODIQUES EN FRANCE

I - SITUATION ACTUELLE

L'industrie de la soude (NaOH et Na_2CO_3) est une industrie très concentrée tant sur le plan des sociétés que sur celui des établissements, et le nombre d'unités de production -c'est-à-dire de centres expéditeurs- est très réduit.

La diversité des industries consommatrices de soude caustique et de carbonate de soude a, en revanche, multiplié les points de consommation un peu partout en France, que ce soit l'électrométallurgie, les textiles naturels et artificiels, la papeterie, pour la soude caustique, ou bien encore les industries chimiques et la verrerie pour le carbonate de soude. Au total, avec l'industrie des soudières, on a affaire spécifiquement à des ventes très géographiquement réparties.

A - EVOLUTION DES TRANSPORTS DE PRODUITS SODIQUES DE 1966 A 1969

L'évolution des différents modes de transport ne peut être retracée que d'une façon approximative et incomplète car, d'une part, les statistiques de la S.N.C.F. ne différencient pas suffisamment les produits (1), et, d'autre part, il n'existe pas, à notre connaissance, de statistiques relatives aux transports routiers.

-
- (1) - La nomenclature S.N.C.F. regroupe sous le poste "soudes" essentiellement la soude caustique solide et le carbonate de soude (sans compter des produits annexes de cette industrie comme le bicarbonate de sodium, le bisulfite de soude, le sel de varech, la soude caustique liquide, etc.).
- Les statistiques de transports fluviaux distinguent nommément entre soude solide et carbonate de soude. Il n'existe pas de rubrique lessive de soude, car ce mode de transport n'est pas utilisé pour l'acheminement de la soude sous cette forme.

1°) Les transports de soude solide et de carbonate de sodium

En l'état actuel de la nomenclature S.N.C.F., il n'est pas possible d'appréhender séparément les transports de soude solide et ceux du carbonate de sodium.

La répartition entre les différents modes de transport en 1966 et en 1969 était la suivante :

Transports primaires de soude solide et de Na_2CO_3 (1)				
	1966		1969	
	en tonnes	en %	en tonnes	en %
Chemin de fer	894 000	67	899 000	61
Voies fluviales	306 000	23	454 000	30
Route (2)	137 000	10	132 000	9
Total	1 337 000	100	1 485 000	100

(1) Par transports primaires, nous entendons les transports dont le point de départ est une unité de production de soude ou de carbonate de sodium. Les transports de produits faisant l'objet d'un stockage dans un lieu distinct d'un centre et d'une réexpédition ne sont pas pris en compte.

(2) En l'absence de statistiques disponibles pour les transports routiers, nous avons déterminé ceux-ci en faisant la différence entre le tonnage total transporté (supposé égal à la production, c'est-à-dire avec une autoconsommation nulle) et les transports S.N.C.F. + O.N.N.

Source : S.N.C.F. - O.N.N. - B.I.P.E.

En l'espace de trois ans, la progression des transports par voie fluviale a été importante (+ 150 000 tonnes), tandis que les tonnages acheminés par chemin de fer ou par route sont demeurés stationnaires. Il reste cependant que le chemin de fer demeure le mode de transport prédominant (plus de 60 % des tonnages transportés le sont par la S.N.C.F.).

Pour les transports en chemin de fer, les principaux centres expéditeurs sont :

Centres expéditeurs S.N.C.F.				
	1966		1969	
	en tonnes	en %	en tonnes	en %
Varangeville - Dombasle	516 000	57,7	552 000	61,4
Tavaux	270 000	30,2	239 000	26,6
Sarralbe	108 000	12,1	97 000	10,8
Divers	-	-	11 000	1,2
Total	894 000	100	899 000	100

Source : S.N.C.F. - B.I.P.E.

Pour le transport par voie fluviale, la structure géographique des expéditions est la suivante :

Centres expéditeurs - voies fluviales				
	1966		1969	
	en tonnes	en %	en tonnes	en %
Varangeville - Dombasle	217 000	70,9	363 000	79,9
Sarralbe	57 000	18,6	58 000	12,8
Tavaux	32 000	10,5	25 000	5,7
Divers	-	-	8 000	1,6
Total	306 000	100	454 000	100

Source : O.N.N. - B.I.P.E.

2°) Les transports de lessive de soude

La lessive de soude n'est jamais transportée par voie fluviale en raison des conditions thermiques inhérentes à ce mode de transport (1). La répartition des transports primaires entre le chemin de fer et la route est, pour 1966 et 1969, la suivante :

Transports primaires de lessive de soude				
	1966		1969	
	en tonnes°	en %	en tonnes°	en %
Chemin de fer (1)	174 000	32	229 000	26
Route	377 000	68	657 000	74
Total	551 000	100	886 000	100

° de NaOH à 100 %

(1) Les transports par chemin de fer concernent de la lessive de soude qui titre, en moyenne, 50 % de soude. Les tonnages réellement transportés par chemin de fer sont donc le double de ceux indiqués dans le tableau.

Source : S.N.C.F. - B.I.P.E.

Pour cette forme de soude, les transports routiers sont nettement prépondérants, et leur importance s'accroît.

(1) La lessive de soude se fige à une température de l'ordre de 10°C, et il est assez fréquent que, dans le transport par voie fluviale, la température descende au-dessous de ce seuil. Dans pareil cas, le déchargement du produit pose des problèmes complexes, et les sociétés productrices préfèrent ne pas prendre un tel risque.

Les principaux centres S.N.C.F. expéditeurs sont :

Centres expéditeurs de lessive de soude pour la S.N.C.F.				
	1966		1969	
	en tonnes	en %	en tonnes	en %
Saint-Auban	228 000	65,7	286 000	62,5
Martigues	49 000	14,1	84 000	18,3
Tavaux	-	-	34 000	7,4
Jarrie-Pont-de-Claix ...	37 000	10,7	33 000	7,2
Divers	33 000	9,5	21 000	4,6
Total	347 000	100	458 000	100

Source : S.N.C.F. - B.I.P.E.

B - ANALYSE PAR LIAISONS

Nous étudierons la répartition géographique des liaisons tant pour le trafic fluvial que pour le trafic ferroviaire. De plus, pour ce dernier, nous analyserons la structure du trafic en fonction du type de liaison unitaire (1).

-
- (1) Nous avons retenu trois classes de liaisons unitaires :
- plus de 5 000 t
 - de 500 à 5 000 t
 - moins de 5 000 t

1°) Le trafic ferroviaire (1)a) Evolution du trafic par classes de liaisons

De 1966 à 1969, le tonnage total transporté par chemin de fer a augmenté de 43 %, mais cette progression s'est traduite de façon différente selon la nature des liaisons unitaires. Les liaisons de plus de 5 000 tonnes ont progressé de 60 % ; celles comprises entre 5 000 et 500 tonnes ont enregistré une baisse de 13 % et celles inférieures à 500 tonnes une hausse de près de 80 %.

Evolution du trafic ferroviaire par type de liaison				
	en tonnes		en % du total transporté	
	1966	1969	1966	1969
> de 5 000 t	627 000	1 004 000	65	73
500 t < x < 5 000 t	251 000	218 000	26	16
< 500 t	89 000	159 000	9	11
Total	967 000	1 381 000	100	100

Source : S.N.C.F. - B.I.P.E.

(1) Dans ce paragraphe, nous ne distinguerons pas les formes de produits transportés (soude solide, lessive de soude, carbonate de sodium). Par ailleurs, tous les tonnages correspondent à des quantités effectivement acheminées.

Au niveau des principaux centres de production, l'évolution au plan des tonnages des diverses classes de liaisons a été la suivante :

Ventilation des liaisons par origine et par classe								
en tonnes								
Classes de liaisons	Centres		Tavaux		Sarralbe		Autres centres	
	1966	1969	1966	1969	1966	1969	1966	1969
➤ 5 000 t	375 000	395 000	165 000	179 000	59 000	50 000	28 000	380 000
500 x < 5 000 t	110 000	125 000	81 000	38 000	39 000	41 000	21 000	14 000
➤ 500 t	31 000	32 000	24 000	56 000	10 000	6 000	25 000	75 000
Total	516 000	552 000	270 000	273 000	108 000	97 000	74 000	469 000

Source : S.N.C.F. - B.I.P.E.

L'évolution la plus remarquable a été : le développement considérable (+ 350 000 t) des expéditions de plus de 5 000 tonnes en provenance des "autres centres".

Ces évolutions différentes ont naturellement entraîné des modifications dans la structure des liaisons d'un centre à un autre ; celle-ci accuse des différences notables puisque la part des liaisons de classe supérieure peut varier de 52 % à 83 %, celle des liaisons de classe intermédiaire de 3 % à 42 %, et celle des liaisons de classe inférieure de 6 % à 20 %.

Principales liaisons S.N.C.F. - NaOH - Na₂CO₃

Classes	Gares expéditrices	Gares destinataires	en tonnes		
			1966	1969	
Supérieur à 100 000 t 50 000 - 100 000 t	Saint-Auban	Gardanne	153 797	138 767	
	Varangeville	Strasbourg	67 381	63 996	
		Roubaix	64 536	53 773	
	Tavaux	Roches-Condrieu	79 127	65 511	
		Varangeville	-	57 391	
	Martigues	Salindres	48 121	75 417	
	Saint-Auban	Petit-Quevilly	-	70 912	
	Varangeville	Ecouviez	-	70 378	
	10 000 - 50 000 t	Varangeville	Nogent-l'Artaud	14 992	27 329
			Gironcourt	20 117	24 507
		Thourotte	22 247	19 695	
		Aniche	12 051	12 839	
		Le Treport	10 015	13 043	
		Petit-Quévilly	30 851	-	
		Cognac	28 750	31 779	
Sarralbe		Sarreguemines	18 871	20 572	
Tavaux		Saint-Galmier	21 612	23 407	
		Strasbourg	-	12 953	
Varangeville		Lagnieux		10 019	
Tavaux		Ecouviez		37 782	
Saint-Auban		Apâch		11 436	
		Salindres	39 567	22 004	
Sarralbe		Thionville		23 424	
Tavaux		Puy Guillaume		15 734	
Varangeville	Givors	11 198	-		
Sarralbe	Strasbourg	33 777			

Ventilation des liaisons par origine et par classe

Classes de liaisons	Centres		Tavaux		Sarralbe		Autres centres	
	Varangeville		1966	1969	1966	1969	1966	1969
> 5 000 t	73	71	61	66	55	52	38	83
500 < x <= 5 000 t	21	23	30	14	36	42	29	3
< 500 t	6	6	9	20	9	6	33	14
Total ..	100	100	100	100	100	100	100	100

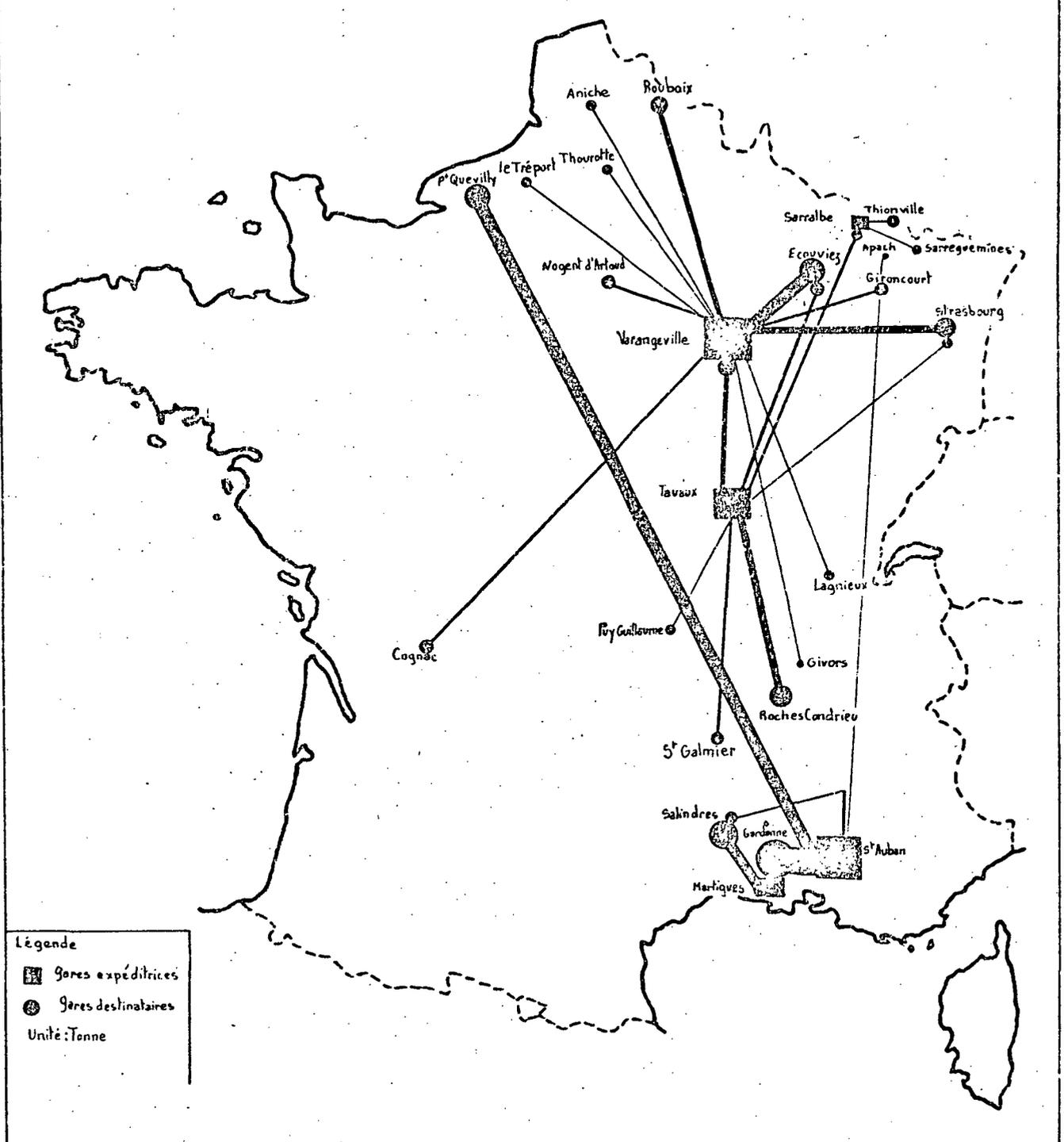
Source : B.I.P.E.

b) Répartition géographique des liaisons

Etant donné la multiplicité des centres consommateurs, il existe un grand nombre de liaisons dont la grande majorité sont de faible importance. Ainsi, seule la liaison Saint-Auban-Gardanne dépasse -bien qu'elle ait enregistré une légère baisse entre 1966 et 1969- les 100 000 tonnes. Entre 50 000 t et 100 000 t, on comptait, en 1966, trois liaisons ; en 1969, elles sont au nombre de sept. Quant aux liaisons comprises entre 10 000 t et 50 000 t, leur nombre a peu varié : 15 en 1969, au lieu de 13 en 1966 (cf. tableau ci-contre).

TRANSPORTS FERROVIAIRES DE SOUDE ET DE CARBONATE DE SOUDE

en 1969



La dispersion des liaisons, déjà marquée en 1966, s'est d'ailleurs accentuée, comme le montre le tableau suivant :

Part des n premières liaisons dans le transport total				
en %				
	1	4	8	16
1966	16	38	53	69
1969	10	26	43	58

Source : S.N.C.F. - B.I.P.E.

2°) Le trafic fluvial (1)

De 1966 à 1969, le trafic fluvial de soude solide et de carbonate de sodium a augmenté de 34 % (+ 145 000 t). Cependant, cette progression sur le plan global ne doit pas masquer des évolutions contraires au niveau de chacun des produits. Ainsi, les tonnages de soude solide transportés ont diminué de 33 % (- 22 000 t), tandis que ceux de carbonate de sodium progressaient de près de moitié (+ 160 000 t).

Evolution du trafic fluvial			
en tonnes			
	1966	1969	Accroissement en %
Na ₂ CO ₃	363 000	531 000	+ 46
NaOH	67 000	45 000	- 33
Total .	430 000	576 000	+ 34

Source : O.N.N. - B.I.P.E.

(1) Y compris les expéditions à partir de Strasbourg par exemple. Les chiffres ci-dessus sont donc supérieurs à ceux mentionnés page 50.

En ce qui concerne la soude solide, il n'existe que deux liaisons d'une importance notable : la première a Besançon pour origine, et la seconde Strasbourg, et toutes deux sont orientées vers la Belgique (cf. tableau page suivante).

Importance des principaux flux de transports fluviaux Carbonate de sodium			
Ports expéditeurs	Ports destinataires	Tonnage	Pourcentage
		1969	1969
Nancy	Saint-Omer	10 901	2,1
	Valenciennes	12 979	2,5
	Berlamont	-	-
	Cambrai	11 155	2,1
	Compiègne	34 090	6,4
	Reims	34 241	6,5
	Soissons	32 622	6,2
	Strasbourg	25 791	4,9
	Chalon s/Saône	10 539	2,0
	Belgique	137 216	25,9
	Pays-Bas	10 221	1,9
Sarreguemines	Saint-Omer	6 166	1,2
	Maubeuge	5 105	1,0
	Belgique	20 403	3,9
	Strasbourg	9 595	1,8
Strasbourg	Belgique	103 442	19,6
	Pays-Bas	-	-
	Total	464 466	87,8
	Total transporté	530 665	100

Les principales expéditions de carbonate de sodium par voie fluviale sont à destination de la Belgique : les liaisons Nancy-Belgique et Strasbourg-Belgique sont les seules à dépasser les 100 000 tonnes. Les autres liaisons se situent toutes, étant donné le réseau fluvial français, dans le nord et le nord-est de la France.

Importance des principaux flux de transports fluviaux Soude					
Ports expéditeurs	Ports destinataires	Tonnage		Pourcentage	
		1966	1969	1966	1969
Strasbourg	Belgique	13 640	12 533	20,2	28,6
Besançon	Belgique	9 259	19 322	13,7	44,0
	Sous-total	44 630	31 855	65,8	72,6
	Total transporté	67 500	44 673	100	100

II - LES FLUX DE TRANSPORT EN 1975

Les perspectives d'évolution des flux de transport à moyen terme sont sensiblement différentes pour la soude et le carbonate de sodium, que ce soit au plan des tonnages acheminés, des modes de transport ou de la structure des liaisons.

A - PERSPECTIVES D'EVOLUTION DES TRANSPORTS DE SOUDE

En 1975, les transports de lessive de soude s'élèveront à environ 3 400 000 t et ceux de soude solide à 300 000 t (1). Nous concentrerons donc notre attention uniquement sur les premiers qui sont de loin, prépondérants.

Actuellement, la lessive -nous l'avons vu- n'est jamais transportée par voie fluviale. A moyen terme, aucune innovation technologique ne permettra de pallier les inconvénients de ce mode de transport, et la "concurrence" continuera de s'exercer uniquement entre le chemin de fer et la route. En réalité, d'ailleurs, ces deux modes de transport sont moins concurrents que complémentaires : sur le plan du coût, ces deux types sont sensiblement équivalents avec cependant un léger avantage pour le chemin de fer, dans la mesure où les expéditions se font par trains complets ; en revanche, les transports routiers permettent une plus grande souplesse et de meilleures possibilités d'adaptation à une demande fluctuante.

Chaque mode de transport correspond donc à des conditions spécifiques, et la concurrence - sur le plan des coûts - demeure marginale :

(1) Nous avons admis que :

- la production totale de soude se répartissait à raison de 85-15 entre lessive de soude et soude solide
- la lessive transportée a une concentration moyenne de 50 %.

- les producteurs ont recours au chemin de fer pour les transports programmés, réguliers, de tonnages assez importants et sur de longues distances ;
- par contre, ils préfèrent les transports routiers pour les approvisionnements à la demande, lorsque la rapidité de livraison est un facteur essentiel et- bien entendu - si les utilisateurs ne sont pas raccordés au réseau de chemin de fer.

Aussi bien, une prévision au niveau des liaisons devrait-elle pour chacune d'elles prendre en considération ces multiples critères. Dans le cadre de cette étude, il est délicat de se livrer à une telle analyse, mais on peut cependant donner quelques indications sur les grands traits de l'évolution à venir :

- en l'espace de cinq ans, les tonnages de lessive de soude transportée vont doubler, passant de 1 770 000 t à environ 3 400 000 t. Cette progression s'accompagnera d'une concentration géographique dans le sud-est de la France puisque les régions Rhône-Alpes (Tavaux, Pont-de-Claix et Jarrie) et Provence-Côte d'Azur (Saint-Auban et Lavéra) contiendront la quasi-totalité des centres producteurs ;
- à moyen terme, il ne devrait pas y avoir de bouleversement dans la structure par mode de transport, car, afin d'assurer la sécurité d'approvisionnement, les sociétés productrices ont recours simultanément au chemin de fer et à la route. En 1975, il est probable que les tonnages transportés se répartiront à raison de 70-30 entre la route et le chemin de fer. La S.N.C.F. devrait donc acheminer à cette date environ 1 000 000 t de lessive de soude ;
- sur le plan de la structure des liaisons, il faut s'attendre à une plus grande dispersion due tout d'abord à la diminution relative des liaisons concernant les usines d'alumine, ensuite à l'augmentation des liaisons en direction d'unités de la chimie minérale, liaisons qui sont en moyenne de moindre importance.

On peut tenter d'estimer l'importance de quelques liaisons en 1975 (cf. tableau) ; les liaisons à destination des usines de Al_2O_3 ne représenteront plus à cette date que 50 % de la lessive transportée, alors qu'en 1966 elles représentaient encore 70 %.

Gare expéditrice	Gare destinataire	Tonnage
Saint-Auban	Gardannes	150 000
	Salindres	25 000
	Petit-Quevilly	70 000
Martigues	Salindres	75 000
	Petit-Quevilly	75 000
	Dunkerque	250 000
Tavaux	Varangeville	100 000
	Roches-Condrieu	100 000
Autres liaisons		155 000
	Total	<u>1.000 000</u>

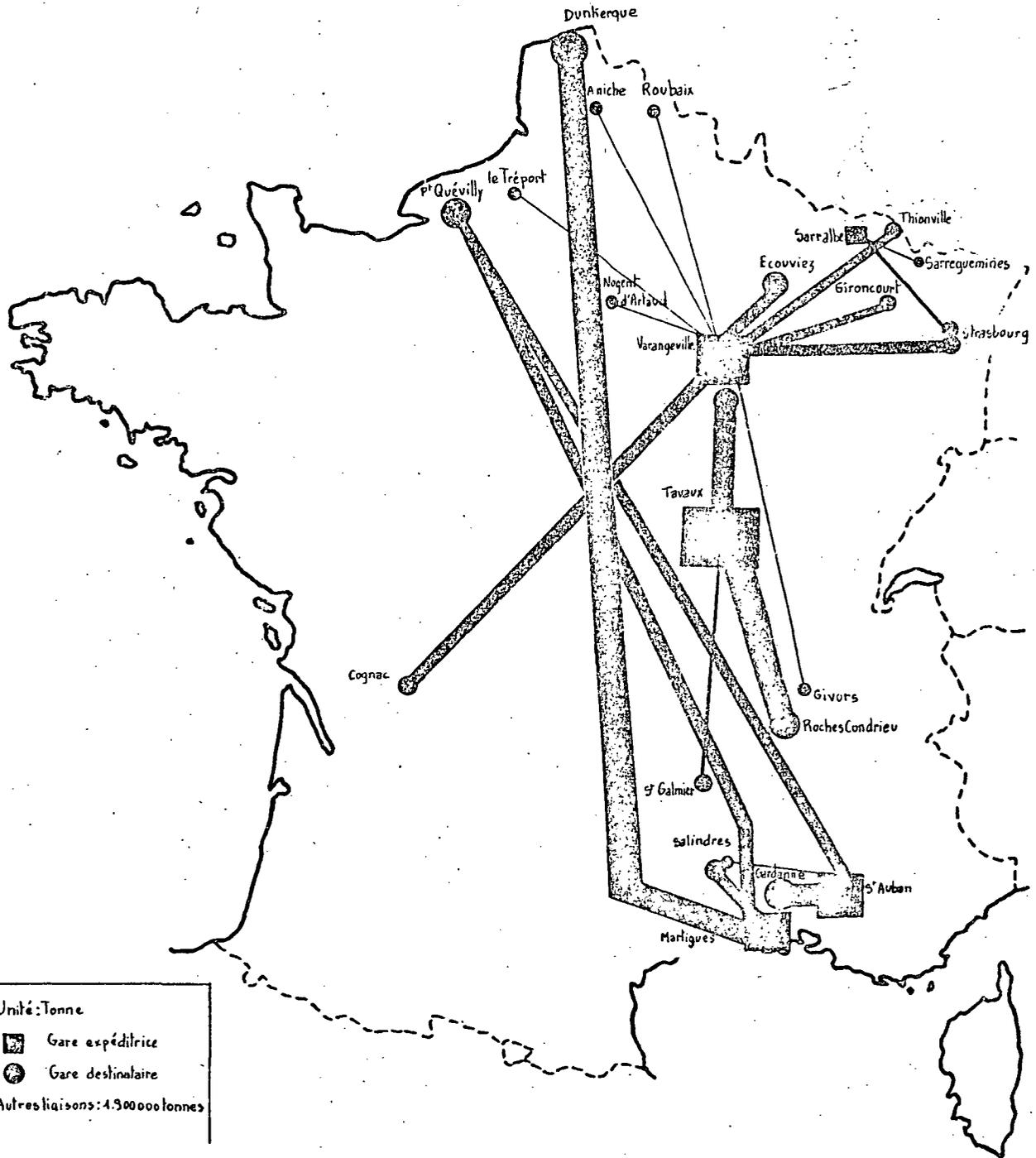
B - PERSPECTIVES D'EVOLUTION DES TRANSPORTS DE CARBONATE DE SODIUM

Les perspectives d'évolution des transports de Na_2CO_3 diffèrent totalement de celles relatives à la soude :

- les tonnages transportés sont équivalents aux tonnages produits (pas de transport sous forme dissoute)
- à moyen terme, il n'y aura pratiquement pas d'augmentation des tonnages transportés (+ 5,6 % sur la période)
- les trois modes de transports continueront à être employés
- les centres producteurs (dont les gares expéditrices) demeureront ceux qui existent déjà en 1969.

TRANSPORTS FERROVIAIRES DE SOUDE ET DE CARBONATE DE SOUDE

en 1975



Néanmoins, cette permanence des grands traits de l'économie des transports de carbonate de sodium ne doit pas masquer, sur le plan géographique, une nouvelle orientation des flux due à l'importance croissante des transports à destination de l'industrie du verre et au déclin de ceux qui concernent l'industrie chimique minérale.

En 1975, 1 500 000 tonnes de carbonate de sodium seront transportées par chemin de fer, route et voie fluviale. La répartition entre ces trois modes de transport ne devrait pas enregistrer de brusque modifications puisque chacun d'eux possède des caractères spécifiques. Le chemin de fer demeurera le mode de transport prépondérant, car les approvisionnements en carbonate de sodium sont très réguliers. Aussi se prêtent-ils bien aux exportations par trains complets, dont le coût est inférieur à celui des transports par route. Les transports fluviaux sont utilisés essentiellement parce que leur coût est moitié moindre de celui des transports ferroviaires, mais les conditions climatiques (canaux gelés, intempéries, etc.) et les difficultés d'affrètement ajoutées à un réseau national de canaux insuffisant sont autant d'obstacles au développement et même au maintien de ce type de transport. A moyen terme, on devrait assister au glissement d'une partie du trafic fluvial vers les trafics ferroviaires ou routiers ; ce dernier ayant la préférence pour les petites distances en raison de sa souplesse. En 1975, la répartition entre les trois modes de transport devrait s'établir comme suit (en tonnes) :

Chemin de fer	60 % (900 000 t)
Voies fluviales	20 % (300 000 t)
Route	20 % (300 000 t)

En ce qui concerne le transport par chemin de fer, les principaux changements affectant la structure des liaisons seront :

- le développement des liaisons déjà existantes à destination des usines verrières
- l'apparition de nouvelles liaisons importantes dans des créations d'unités verrières : l'exemple le plus récent est fourni par la construction par B.S.N. d'une usine de verre creux mécanique à Libourne
- la régression et - pour certaines d'entre elles, la disparition - des liaisons relatives à l'industrie chimique minérale du fait de la substitution de la soude au carbonate de sodium dans plusieurs procédés de fabrication.

En 1975, la structure géographique des liaisons S.N.C.F. concernant le carbonate de sodium devrait être la suivante :

Gare expéditrice	Gare destinataire	Tonnage
Varangeville	Strasbourg	65 000
	Roubaix	20 000
	Nogent l'Artaud	30 000
	Gironcourt	40 000
	Thionville	40 000
	Aniche	20 000
	Le Tréport	20 000
	Cognac	50 000
	Givors	20 000
	Ecouvies	70 000
	Sarralbe	Sarreguemines
Strasbourg		35 000
Tavaux	Roches-Condrieu	30 000
	Saint-Galmier	30 000
Autres liaisons		410 000
	Total	<u>900 000</u>

A N N E X E S



EVOLUTION COMPAREE DES PRODUCTIONS DE SOUDE ET DE CHLORE

L'électrolyse du chlorure de sodium conduit à l'obtention simultanée de chlore gazeux et de soude. Deux techniques peuvent être mises en oeuvre : dans la première, on utilise des cellules à diaphragme ; dans la seconde, une cathode de mercure.

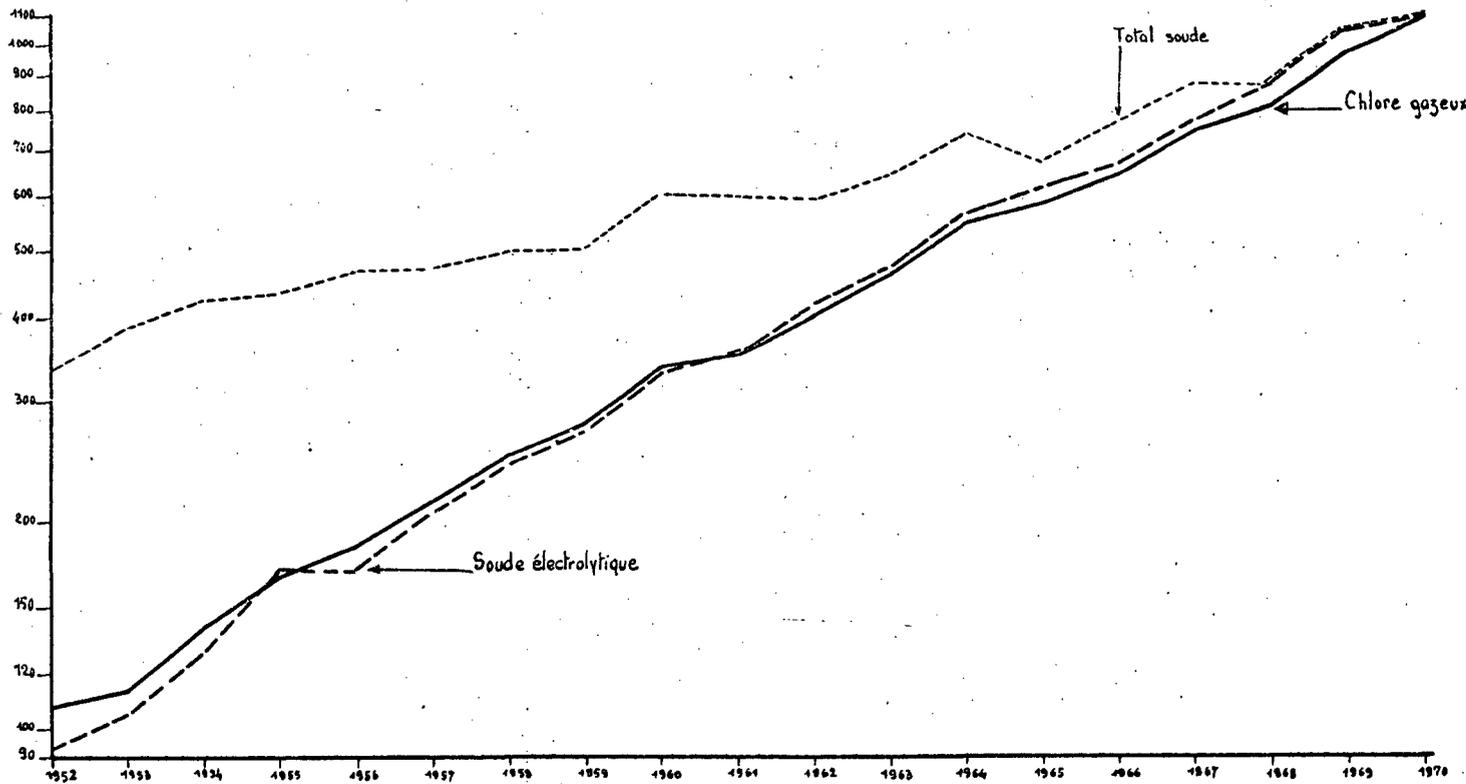
Dans le premier procédé, les compartiments anodiques et cathodiques sont séparés par une membrane poreuse, et, dans ces compartiments, on recueille respectivement le chlore et l'hydrogène accompagnés d'une solution mixte de soude et de chlorure de sodium.

Le second procédé comporte une cellule qui se compose d'une anode en graphite où se dégage le chlore et une cathode mobile en mercure où se forme l'amalgame mercure-sodium. Le mercure est recyclé pour assurer la rentabilité de cette opération ; il est récupéré après régénération dans un décomposeur où l'eau, au contact de l'amalgame, provoque un dégagement d'hydrogène et la formation de solution alcaline.

Alors que le premier procédé ne permet que l'obtention d'une solution alcaline de faible teneur (10 à 14 %) et dont la commercialisation exige des opérations supplémentaires, le second procédé, grâce à la variation d'adjonction d'eau dans le décomposeur, produit une lessive de soude pure dont les concentrations peuvent être comprises entre 50 % et 70 %.

PRODUCTION DE SOUDE ET DE CHLORE GAZEUX
(dont soude électrolytique)

En milliers de tonnes
de NaOH et de chlore



Depuis 1952, l'évolution des productions de soude et de chlore gazeux a été la suivante :

Production de soude et de chlore gazeux			
en tonnes de NaOH et en tonnes de chlore			
	Total soude	Dont soude électrolytique	Chlore gazeux
1952	328 600	96 200	106 400
1953	382 570	105 540	113 700
1954	422 760	127 390	140 400
1955	435 290	170 540	168 000
1956	464 970	170 270	181 600
1957	467 750	205 200	211 200
1958	494 790	241 310	245 500
1959	498 450	269 350	275 200
1960	597 010	330 985	331 500
1961	595 400	357 350	355 700
1962	588 110	420 260	405 700
1963	641 100	474 150	461 700
1964	735 950	568 450	547 900
1965	670 750	604 070	588 000
1966	762 360	682 490	664 350
1967	870 185	782 480	766 450
1968		868 930	816 600
1969		1 041 700	974 580
1970		1 094 000	1 027 000
Taux de croissance annuel moyen (en %) ...	7,0	14,5	13,4

Source : B.C.S.I.

Un ajustement de la forme $y = ax + b$ donne les résultats suivants avec :

y = production de soude électrolytique

x = production de Cl_2

$$y = 1,079 x - 2,3$$

$$(0,004) \quad (0,2)$$

$$R^2 = 0,999$$

Depuis une vingtaine d'années, la production de chlore gazeux - et donc celle de soude électrolytique - a augmenté environ deux fois plus vite que celle de soude. Cette différence dans le rythme de progression de la soude et du chlore n'est pas sans avoir d'importantes conséquences. Dans le cadre de cette étude, nous nous bornerons à en dégager deux :

- l'arrêt des procédés de fabrication de la soude à partir du carbonate de sodium en 1967 ;
- une accélération à attendre, à moyen terme, de la production de soude. D'ici à 1975, il est légitime de penser que la production de soude continuera d'être tributaire de celle du chlore car l'obtention du chlore sans soude n'a donné lieu jusqu'ici qu'à des réalisations assez limitées. Cette dépendance de la production de soude vis-à-vis de celle du chlore pose de nombreux problèmes de méthodes au niveau de la prévision à moyen terme (cf. chapitre 2).

APPROVISIONNEMENT DE L'INDUSTRIE DE LA SOUDE

L'industrie de la soude doit disposer, pour pouvoir poursuivre son développement, de chlorure de sodium et de calcaire, en quantités suffisantes et d'énergie électrique à des prix non prohibitifs.

1°) L'extraction du sel

Le chlorure de sodium ClNa est le sel qui sert de matière première de base pour la fabrication de la soude. Les sels gemmes d'Alsace et de Lorraine sont actuellement les plus intensivement exploités, mais il existe également des gisements, de moindre importance, dans le Jura et la Meurthe-et-Moselle ; deux formes d'extraction coexistent : celle traditionnelle où le sel est obtenu tel quel par abattage dans des galeries souterraines et celle qui consiste en une injection de vapeur dans des puits forés, ce qui donne une saumure, puis du sel solide par cristallisation (sel ignigène).

Si cette saumure est utilisée telle quelle pour la première transformation, on parle de sel en dissolution ; c'est le plus souvent sous cette forme que le chlorure de sodium est utilisé par les soudières (ou les chloriers).

Les marais salants ou salins constituent une autre ressource en sel ; ils se trouvent principalement sur la côte méditerranéenne, à l'embouchure du Rhône. Ici l'exploitation s'effectue à l'échelle industrielle, en particulier à Salins-de-Giraud où Pechiney-Saint-Gobain utilise le sel pour la fabrication de lessive de soude nécessaire à l'élaboration de l'alumine et à la fabrication de dérivés organiques chlorés. Par ailleurs, les marais salants de l'Atlantique offrent également des ressources importantes en chlorure de sodium, mais dans ces régions les exploitations n'ont pas dépassé le stade artisanal. Donc, pour l'approvisionnement en sel, il ne semble pas, même pour les extractions à partir du sel gemme, que les réserves soient limitées.

Production de chlorure de sodium

en milliers de tonnes

	Sel gemme	Sel ignigène	Sel en dissolution	Sel de mer	Total
1954	160	313	1 946	495	2 885
1955	164	309	1 680	708	2 860
1956	174	317	2 221	549	3 260
1957	171	392	2 305	555	3 423
1958	210	416	2 073	824	3 523
1959	170	406	2 120	771	3 466
1960	156	452	2 502	726	3 836
1961	177	492	2 404	888	3 961
1962	142	546	2 303	1 267	4 258
1963	189	572	2 328	605	3 694
1964	167	680	2 395	791	4 032
1965	185	807	2 331	1 126	4 449
1966	180	762	2 460	1 061	4 462
1967	154	733	2 448	1 540	4 875
1968	170	789	2 111	1 000	4 070
1969	235	868	2 500	965	4 568

Source : B.C.S.I.

2°) L'approvisionnement en calcium

En ce qui concerne l'approvisionnement en calcaire, il ne semble pas qu'il y ait, là non plus, de problèmes quant aux limitations des ressources ; les carrières sont généralement de capacité quasi illimitée, et elles sont situées dans de nombreuses régions de France, à l'exclusion cependant de la Bretagne, la Vendée, le Centre (Massif Central, Puy-de-Dôme) et certains secteurs de la région méditerranéenne qui sont dépourvus de la qualité de calcaire nécessaire à la soude.

3°) L'énergie électrique

L'énergie électrique devrait être un des facteurs préoccupants de l'industrie des soudières, compte tenu de la forte progression de la production de soude électrolytique parallèlement au développement de l'industrie du chlore ; pour fixer les idées, la part que représentent les frais d'électricité dans les coûts d'exploitation s'élève à 45 %, alors que le poste "sel" ne dépasse assurément pas 20 % (ces pourcentages ont été estimés pour une unité de 100 000 tonnes/an de chlore ou au minimum de 112 676 tonnes/an de soude). C'est pour limiter les transports d'énergie électrique que les plus récentes implantations de telles unités se sont effectuées dans les Alpes-Maritimes (Saint-Auban), les Bouches-du-Rhône (1) (Lavéra), l'axe Rhône-Alpes (Saint-Fons) ; ces implantations sont, de plus, proches de zones consommatrices.

Pour le carbonate de sodium, une part importante de l'énergie consommée alimente les fours à chaux. Cette énergie est donc thermique, ce qui explique l'implantation des soudières de Dombasle et de Tavaux qui utilisent la houille extraite dans les régions avoisinantes.

A moyen terme, il apparaît donc peu probable que le développement de l'industrie française de la soude soit entravé par des difficultés d'approvisionnement en sel et en calcaire, et même le coût de l'énergie électrique ne devrait pas constituer un goulet d'étranglement limitant les possibilités d'expansion propres à cette industrie.

(1) Ici, l'énergie n'est pas hydro-électrique, mais d'origine thermique, grâce à la nouvelle centrale au fuel située dans la même ville.

LOCALISATION DES INDUSTRIES CLIENTES DE L'INDUSTRIE DE LA SOUDE
ET DU CARBONATE DE SODIUM

1°) Industrie française de l'alumine

<u>Unités de production d'alumine (1969)</u>		
en tonnes		
Sociétés	Unités	Production
Pechiney	Gardanne	874 000
Ugine-Kuhlmann	La Barasse	257 000
Pechiney	Salindres	160 000

2°) Industrie française des textiles artificiels

Compagnie des Textiles Artificiels (C.T.A.) :

Roanne-Matel (Loire)
Vaulx-en-Valin (Rhône)
La Voulte (Ardèche)
Grenoble (Isère)
Izieux (Loire)
Albi (Tarn)
Givet (Ardennes)
Gauchy (Aisne)
Bezons (Val-d'Oise)
Arques-la-Bataille (Seine-Maritime)

Courtaulds S.A. :

Coquelles (Pas-de-Calais)

Société Industrielle du Moy :
Moy-de-l'Aisne (Aisne)

3°) Industrie française des pâtes à papier

La Cellulose du Pin :

Bègles (Gironde)
Facture-Biganos (Gironde)

La Rochette-Cenpa :

Roquefort (Landes)
Tarascon-sur-Rhône (Bouches-du-Rhône)

Papeterie de Gascogne :

Mimizan (Landes)

Société Calaisienne des Pâtes à papier :

Calais (Pas-de-Calais)

La Cellulose d'Aquitaine :

Saint-Gaudens (Haute-Garonne)

Rey (Produits chimiques et celluloses) :

Saillat (Haute-Vienne)

4°) Industrie française du verre

a) Verre plat

Saint-Gobain :

Saint-Gobain (Aisne)
Chanteraine (Aisne)
Aniche (Nord)
St-Just-sur-Loire (Loire)
Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire)

Boussois-Souchon-Neuvesel (B.S.N.) :

Boussois-sur-Sambre (Nord)
Aniche (Nord)
Wingles (Pas-de-Calais)

Blanc-Misseron :

Blanc-Misseron (Nord)

b) Verre creux mécanique

Saint-Gobain :

La Chapelle-sur-Mesmin (Loiret)
Sucy-en-Brie (Seine-et-Oise)
Cognac (Charente)
Lagnieu (Ain)

Boussois-Souchon-Neuvesel :

Masnières (Nord)
Reims (Marne)
Gironcourt (Vosges)
Libourne (Gironde)
Givors (Rhône)
Veauche (Loire)
Labégude (Ardèche)

Desjonquères :

Mers-les-Bains (Somme)

PREVISION DE CONSOMMATION DE SOUDE PAR BRANCHE

1°) Pâtes à papier

Pour chaque type de pâtes dont la fabrication nécessite de la soude, nous avons calculé le trend sur la période 1960-1969 à l'aide d'une loi statistique de la forme :

$$\log y = at + b$$

y = production exprimée en tonnes

t = temps (1960 = 0)

Les résultats obtenus sont les suivants :

- pâtes mi-chimiques (période 1962-1969 seulement) :

$$\log y = 0,034 t + 1,875$$

(0,001) (0,009)

$$R^2 = 0,980$$

$$S_2 = 0,012$$

$$y_{75} = 228\ 000\ t$$

- pâtes au bisulfite blanchies :

$$\log y = 0,041 t + 2,10$$

(0,002) (0,01)

$$R^2 = 0,976$$

$$S_2 = 0,021$$

$$y_{75} = 592\ 000\ t$$

- pâtes à la soude écrues :

$$\log y = 0,032 t + 2,240$$

(0,001) (0,008)

$$R^2 = 0,985$$

$$S_2 = 0,012$$

$$y_{75} = 583\ 000\ t$$

- pâtes à la soude blanchies :

$$\log y = 0,028 t + 2,217$$

(0,001) (0,007)

$$R^2 = 0,987$$

$$S_2 = 0,010 \qquad y_{75} = 478\ 000\ t$$

Compte tenu de ces prévisions, la consommation de soude en 1975 se décomposerait comme suit (en tonnes) :

Pâtes mi-chimiques	16 000
Pâtes bisulfite blanchies	47 000
Pâtes à la soude écrués	6 000
Pâtes à la soude blanchies	43 000
Autres pâtes chimiques blanchies	2 000
	114 000

2°) Industries chimiques (1)

Afin d'évaluer la consommation de soude par la branche chimie, nous avons décomposé celle-ci en trois sous-branches : chimie minérale, chimie organique et parachimie. Pour chaque sous-branche, nous avons calculé un trend selon une loi statistique de la forme :

$$\log y = at + b$$

$$y = \text{indice en volume de la sous-branche (1962 = 100)}$$

$$t = \text{temps (1962 = 0)}$$

- chimie minérale :

$$\log y = 0,033 t + 1,971$$

(0,001) (0,008)

$$R^2 = 0,984$$

$$S_2 = 0,011 \qquad y_{75} = 276$$

(1) Nous ne tenons pas compte ici de la consommation de la branche due à la substitution de la soude au carbonate de sodium.

- chimie organique :

$$\log y = 0,059 t + 1,92$$

(0,002) (0,01)

$$R^2 = 0,989$$

$$S_2 = 0,016 \qquad y_{75} = 578$$

- parachimie :

$$\log y = 0,0285 t + 1,969$$

(0,008) (0,004)

$$R^2 = 0,994$$

$$S_2 = 0,005 \qquad y_{75} = 234$$

Compte tenu de ces évolutions, la consommation de soude par la branche chimie serait (en tonnes) de :

Chimie minérale	105 000
Chimie organique	170 000
Parachimie	81 000

3°) Pharmacie, pétrole, corps gras, produits alimentaires et traitements des textiles

Compte tenu de la disparité des importances relatives de chacun de ces secteurs du point de vue de la consommation de soude, nous admettrons qu'en général ce poste, représentant en 1965 une consommation de 91 500 tonnes de soude, ne verra pas se modifier profondément sa consommation spécifique. On donnera à la pharmacie un développement comparable à celui observé dans la parachimie, de même que pour le pétrole celui de la chimie organique ; les corps gras ainsi que les produits alimentaires auront une expansion comparable à celle des industries agricoles et alimentaires, soit environ 3 %. La combinaison de ces différents taux donne une augmentation annuelle globale pour ce poste de 6 %.

Selon ces hypothèses, la consommation s'élèvera en 1975 à 164 000 tonnes.

PREVISION DE CONSOMMATION DE CARBONATE DE SODIUM PAR BRANCHE

1°) Industrie du verre

De 1960 à 1969, la production de l'industrie du verre a évolué de la façon suivante (en tonnes) :

1960	1 306 000
1961	1 350 000
1962	1 482 000
1963	1 589 000
1964	1 801 000
1965	1 859 000
1966	1 958 000
1967	1 932 000
1968	2 095 000
1969	2 310 000

Le trend a été calculé selon une loi statistique de la forme :

$$\log y = at + b$$

y = production en 1 000 t

t = temps (1962 = 0)

$$\log y = 0,026 t + 3,09$$

(0,001) (0,007)

$$R^2 = 0,982$$

$$S_2 = 0,011$$

$$y_{75} = 3 380 000 t$$

Durant la période 1962-1969, la consommation de carbonate de sodium a évolué de la façon suivante (en tonnes) :

1962	292 000
1963	313 000
1964	351 000
1965	362 000
1966	386 000
1967	377 000
1968	406 000
1969	437 000

La loi statistique choisie pour lier la consommation de Na_2CO_3 par l'industrie du verre avec la production du secteur est une loi linéaire de la forme :

$$y = ax + b$$

y = consommation de Na_2CO_3 en tonnes

x = production de verre en tonnes

$$y = 0,178 x + 3,0$$

(0,003) (0,70)

$$R^2 = 0,997$$

$$S_2 = 0,268$$

$$y_{75} = 624\ 000\ \text{t}$$

2°) Métallurgie

La consommation de Na_2CO_3 du secteur se partage entre la sidérurgie (60 000 t en 1965) et la métallurgie des métaux spéciaux (15 000 t).

a) Sidérurgie

Le carbonate de sodium est employé dans trois opérations :

- désulfuration (hauts fourneaux)
- déphosphoration (acier Thomas)
- dégraissage des métaux

La production de fonte devrait passer de 12 millions de tonnes environ en 1967 à 25 millions de tonnes en 1975, dont 15 à 18 000 tonnes de fonte à désulfurer, entraînant ainsi une consommation de 27 000 à 32 000 tonnes de carbonate.

Si l'on prolonge ces prévisions jusqu'en 1985, il y aura, malgré l'augmentation de la production, diminution de la fonte provenant des fours Martin, et la consommation de carbonate pour la désulfuration devrait se maintenir autour de 30 000 tonnes.

En ce qui concerne l'opération de déphosphoration, la part d'acier provenant des fours Thomas ne devrait pas, à l'horizon 1975, avoir beaucoup régressé du fait de l'installation de nouveaux types de four (fours à oxygène ou four électrique), et la consommation de Na_2CO_3 devrait se situer aux environs de 40 000 t.

En ce qui concerne la substitution de la soude au carbone dans ce secteur, il paraît peu probable qu'elle se fasse car, que ce soit dans les hauts fourneaux ou dans les fours Thomas, la technologie utilisée est très traditionnelle et, par conséquent, ne subit pratiquement pas de modifications ; par ailleurs, comme dans l'industrie du verre, l'apport du gaz carbonique est nécessaire dans le cas où l'on voudrait utiliser la soude.

b) Métaux spéciaux

Les métaux spéciaux, pour leur part, ont consommé environ 15 000 tonnes de carbonate. Il est très difficile de faire des prévisions tant sur la consommation spécifique que sur leur développement. De toute manière, le progrès technique étant très rapide dans cette industrie, on peut admettre que certaines applications du carbonate disparaîtront ; d'autres au contraire se créeront, ce qui en définitive devrait aboutir à une compensation et donner pour l'horizon 1975 sensiblement la même consommation de carbonate de soude, à savoir environ 15 000 tonnes.

PREVISION DE LA PRODUCTION DE SOUDE EN 1975

1°) Prévision économétrique

Sur la période 1960-1970, nous avons calculé le trend de la production de soude électrolytique à l'aide d'une loi statistique de la forme :

$$\log y = at + b$$

y = production de soude électrolytique

t = temps (t = 0 en 1960)

Les résultats obtenus ont été les suivants :

$$\log y = 0,0537 t + 1,461$$

(0,0008) (0,005)

$$R^2 = 0,997$$

$$S_2 = 0,009$$

$$y_{75} = 2\ 100\ 000\ t$$

2°) Prévision de production de soude à partir de la prévision de production de chlore

Nous avons vu (cf. Annexe 1) que les productions de chlore et de soude électrolytique sont liées, la soude étant en l'occurrence le produit fatal. Des prévisions de production de chlore contenues dans le VIe Plan, nous pouvons déduire une prévision de production de soude à l'horizon 1975.

x = production de Cl₂

y = production de NaOH

$$y = 1,079 x - 2,3$$

(0,004) (0,2)

$$x_{75} = 1\,900\,000 \text{ à } 2\,000\,000 \text{ t (VIe Plan)}$$

$$y_{75} = 2\,030\,000 \text{ à } 2\,130\,000 \text{ t}$$

$$R^2 = 0,999$$

$$S_2 = 0,61$$

PREVISION DE LA PRODUCTION DE CARBONATE DE SODIUM EN 1975

Pour la prévision 1960-1970, le trend de la production a été calculé sur une loi statistique de la forme :

$$\log y = at + b$$

y = production de Na_2CO_3
 t = temps (t = 0 en 1960)

L'ajustement donne les résultats suivants :

$$\log y = 0,021 t + 1,894$$

(0,001) (0,009)

$$R^2 = 0,965$$

$$S_2 = 0,014$$

$$y_{75} = 1\ 700\ 000\ t$$

