

BUREAU D'INFORMATIONS
ET DE
PRÉVISIONS ÉCONOMIQUES

B. I. P. E.

122, avenue de Neuilly
NEUILLY-SUR-SEINE - 92 -
SABlons 06-00

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

Troisième Partie
SOUDE ET DÉRIVÉS

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

DÉCEMBRE 1967

S O M M A I R E

Avant-propos	3
--------------------	---

Chapitre I

SITUATION ACTUELLE DE L'INDUSTRIE DE LA SOUDE ET DES DERIVES

I - Définition de l'industrie	7
A - Les produits	7
B - Les procédés de fabrication	8
1°) La soude caustique	8
2°) Le carbonate de soude	11
C - Les caractéristiques de l'industrie	11
1°) Matières premières	11
2°) Importance des investissements - Concentration des entreprises	13
3°) Problèmes soulevés par le développement de l'indus- trie du chlore	13
II - Le marché des produits sodiques	15
A - Soude caustique	15
1°) La production	15
2°) Les secteurs consommateurs	20
3°) Le commerce extérieur	25
B - Carbonate de soude	29
1°) La production	29
2°) Les secteurs consommateurs	33
3°) Le commerce extérieur	36

III - Les transports de produits sodiques en France	36
A - Implantation des unités productrices et consommatrices .	37
1°) Centres de production	37
2°) Centres de consommation	39
B - Principales liaisons	40
1°) Trafic ferroviaire	40
2°) Trafic fluvial	47
3°) Evolution de quelques valeurs remarquables	51

Chapitre II

PERSPECTIVES D'EVOLUTION DE L'INDUSTRIE FRANCAISE DE LA SOUDE ET DES DERIVES

I - Analyse de l'approvisionnement	59
A - Extraction du sel	59
B - L'approvisionnement en calcaire	62
C - L'énergie électrique	63
II - Prévisions de consommation	64
A - Les débouchés de la soude caustique	64
1°) Alumine	64
2°) Textiles artificiels	66
3°) Pâtes à papier	75
4°) Chimie	90
5°) Divers	95
6°) Tableau synoptique	96
B - Les débouchés du carbonate de soude et leur substitution éventuelle en débouchés de la soude	97
1°) Verre	97
2°) Chimie	108
3°) Métallurgie	109
4°) Divers	111
5°) Tableau synoptique	111
C - Consommation globale de soude et de carbonate en 1965 ..	112

III - Les tendances du commerce extérieur	114
A - Soude caustique	114
B - Carbonate de soude	115
IV - Conclusion : prévisions de production	116

Chapitre III

CONCLUSION : LES FLUX DE TRANSPORT EN 1985

I - Hypothèse de production	119
A - La soude caustique	119
B - Le carbonate de soude	122
C - Production de produits sodiques par région	123
II - Les flux de transport en 1985	125
1°) Trafic ferroviaire	125
2°) Trafic fluvial	129
Organismes et sociétés consultés	131

.....
.....
.....
.....

.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....

AVANT-PROPOS

Le Bureau d'Informations et de Prévisions Economiques effectue un travail permanent de prévision de l'évolution à long terme du progrès des techniques de fabrication et, en conséquence, de la structure et du volume de la production et de la consommation. Le Service des Affaires Economiques et Internationales du ministère de l'Equipement a confié au B.I.P.E. une étude sur les conséquences possibles dans le domaine des transports des modifications estimées de la structure de l'économie française.

Une première application a consisté à étudier l'évolution des transports lourds dans l'industrie chimique française. Cela pour trois produits ou groupes de produits : la bauxite et l'alumine, le soufre, la soude et les principaux dérivés.

Dans le cas de l'industrie des produits sodiques, objet de la présente étude, nous avons d'abord étudié la structure actuelle de l'industrie, en notant les conséquences économiques qu'entraînent pour cette industrie les changements techniques intervenus au cours des dernières années dans les méthodes de production. La notation soignée de la localisation des centres producteurs et des principaux centres consommateurs nous a permis de dresser le tableau des flux de transport de ces produits.

Dans une deuxième partie, nous avons systématiquement analysé l'évolution des principaux débouchés de la soude caustique et du carbonate de soude. Nous avons pris en compte une substitution possible de la soude au carbonate dans certains secteurs clients où cette substitution était envisageable sur un plan purement technique. En effet, le remplacement du

carbonate par la soude devient une nécessité économique, en raison des modifications apportées aux processus de fabrication. La synthèse de ces informations a permis d'établir une prévision de la consommation globale de soude et de carbonate pour l'horizon 1985.

Enfin, dans une troisième partie, nous nous sommes efforcés d'établir les conséquences induites de l'évolution de cette industrie sur le plan des transports. L'extrapolation des principaux flux de transport en 1985 représente le résultat final.

* * *

Cette étude a été exécutée à la demande de la "Division des études de la demande et des coûts" du S.A.E.I., sous la responsabilité de Mme DUMAS-HANAPPE, pour l'ensemble des produits chimiques étudiés dans le cadre du contrat.

Elle a été effectuée par le service "Chimie et industries nouvelles" du B.I.P.E. sous la responsabilité de M. FASSINOTTI. M. Jacques BERNARD, assisté de Mlle BOUSQUET, a été chargé de sa réalisation. Les conclusions auxquelles nous avons abouti n'engagent que le B.I.P.E.

Chapitre I

SITUATION ACTUELLE DE L'INDUSTRIE DE LA SOUDE
ET DES DERIVES

I - DEFINITION DE L'INDUSTRIE

Il convient au préalable de définir les limites de cette étude : nous entendons par industrie de la soude et des dérivés toute activité ayant pour but l'obtention soit de la soude caustique, soit du carbonate de soude. Par conséquent, ont été exclus le chlorure de calcium, le silicate et le borate de sodium.

A - LES PRODUITS

- La soude caustique 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, soit de 30,5 %, soit de 47 % ou bien même de 67 %.

- Le carbonate de sodium anhydride, à aspect de poudre blanche, est livré le plus souvent sous forme dense, de diverses granulations, ou sous forme légère, suivant les utilisations.

Dans la suite de cette étude, les chiffres se rapportant à des productions ou consommations de soude caustique et carbonate de soude, sont généralement exprimés en 100 % de NaOH ou en 100 % de Na_2CO_3 , quelles que soient les concentrations commerciales des différentes formes. Par contre, les chiffres exprimant les tonnages transportés sont exprimés en tonnes de produit.

B - LES PROCÉDES DE FABRICATION

1°) La soude caustique

Après avoir été considérés comme non rentables au début de ce siècle, les procédés fondés sur l'électrolyse ont suivi depuis la Seconde Guerre mondiale une progression continue jusqu'à aboutir au cours de l'année 1967, à la disparition en France de l'ancien procédé qui consistait à caustifier par la chaux une solution de carbonate de sodium à 15 %. Dans les deux procédés actuellement en service, on utilise soit des "cellules" à diaphragme, soit une cellule à cathode de mercure, pour effectuer l'électrolyse d'une solution de chlorure de sodium.

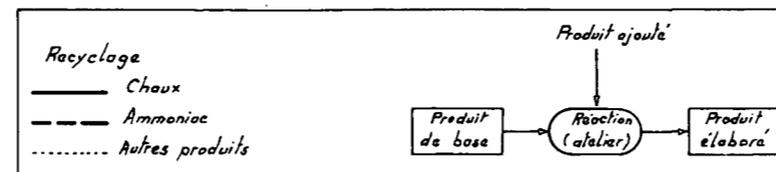
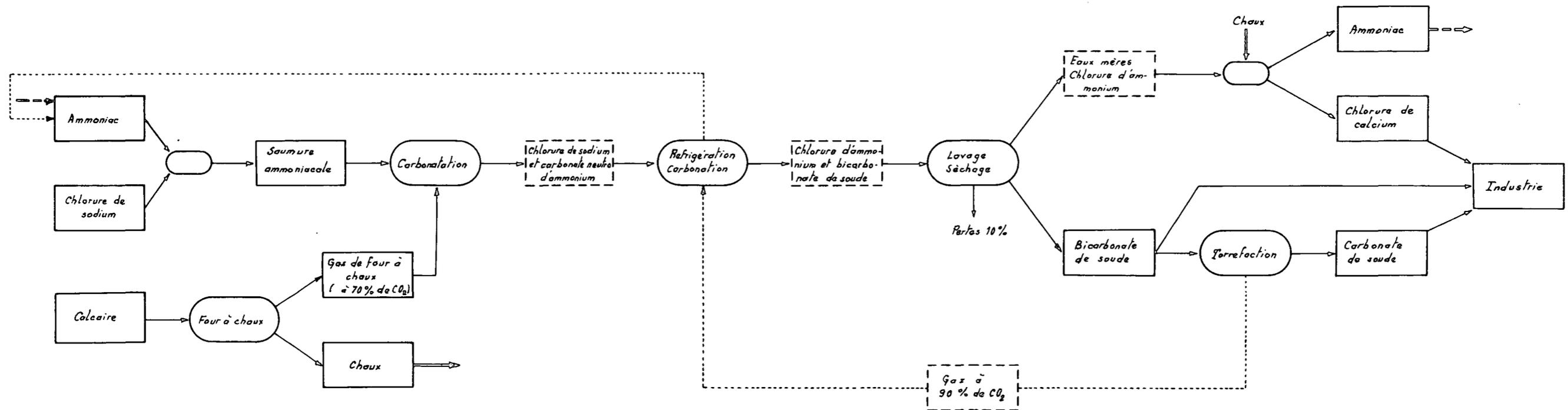
Dans le premier procédé, les compartiments anodique et cathodique sont séparés par une membrane poreuse et, dans ces compartiments, on recueille respectivement le chlore (1) et l'hydrogène accompagnés d'une solution mixte de soude et de chlorure de sodium.

Le second procédé comporte une cellule qui se compose d'une anode en graphite où se dégage le chlore (1) et d'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 l'obtention d'une solution alcaline que 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 %.

(1) On voit donc que ces procédés d'électrolyse fournissent en même temps de la soude et du chlore, ce qui pose un certain nombre de problèmes économiques qui seront évoqués ultérieurement.

PROCEDE DE FABRICATION DU CARBONATE DE SOUDE



2°) Le carbonate de soude

Depuis 1950, le procédé Solvay était le seul généralement employé. Il consiste à faire réagir à 50° C l'anhydride carbonique sur du chlorure de sodium dans une solution ammoniacale pour donner du chlorure d'ammonium ; une partie de celui-ci entre en réaction avec la chaux, ce qui donne de l'ammoniac (qui sera régénéré) et du chlorure de calcium ; l'autre partie, après traitement thermique, est transformée en bicarbonate de soude puis en carbonate de soude (le détail de ces opérations figure dans le schéma ci-contre). Ce procédé présente deux inconvénients : la pollution des eaux par suite du rejet d'une partie du chlorure de calcium et une perte en chlore.

Très récemment, du fait de la quantité de soude électrolytique fatale accrue (1), 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 - LES CARACTERISTIQUES DE L'INDUSTRIE

1°) Matières premières

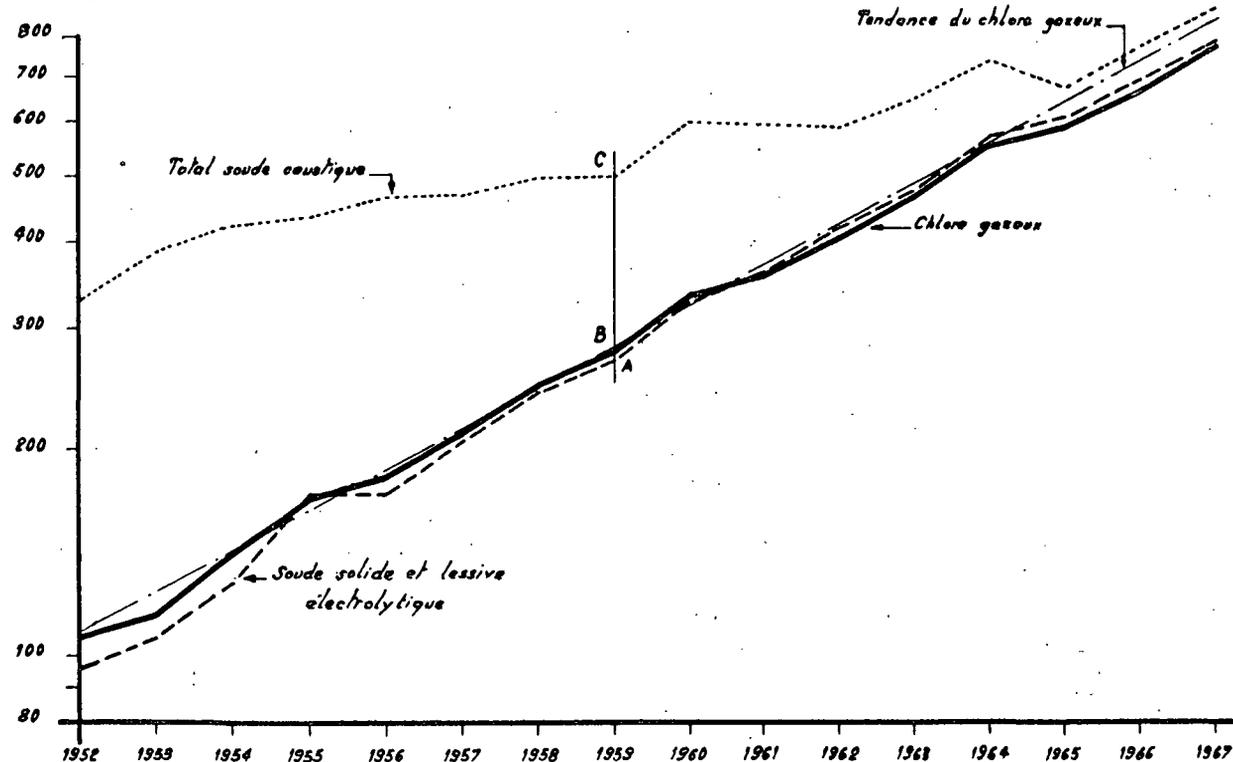
Comme dans d'autres industries, il est utile de connaître les matières premières utilisées, pour comprendre les motivations des implantations des unités de production. Si les premières soudières se sont groupées dans l'est de la France, c'est à la présence des gisements de sel gemme et des sols calcaires 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 plus de 75 % de la production totale des soudières. Les matières premières étant très pondéreuses, la région de l'Est sillonnée par de nombreuses voies fluviales a favorisé, en outre, de tels transports ; d'ailleurs cette situation présentait aussi un grand intérêt pour les transports des produits des industries aval.

(1) En raison du même procédé utilisé pour la fabrication du chlore (cf. note de la page précédente).

PRODUCTION DE CHLORE GAZEUX

Incidence sur la production de soude caustique

En milliers de tonnes



Source: B.C.S.I.

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°) Importance des investissements - Concentration des entreprises

L'industrie des soudières présente les caractéristiques d'une industrie lourde ; en effet, les amortissements, les fournitures, l'entretien et les frais de main-d'oeuvre se situent à un niveau relativement élevé. Le capital investi correspond à plus du triple du chiffre d'affaires net. Cette situation a favorisé une concentration qui, en 1985, donnait à deux producteurs, Solvay et les Soudières Réunies, la possibilité de satisfaire, à 95 %, la demande totale de sodes commercialisées.

3°) Problèmes soulevés par le développement de l'industrie du chlore

Le chlore, faute de débouchés, a été pendant longtemps un sous-produit de la soude caustique dans le procédé de fabrication par voie électrolytique ; mais depuis une quinzaine d'années les applications du chlore se sont multipliées et ont fait que son développement a dépassé celui de la soude ; ainsi dans le tableau ci-après on peut constater que le chlore dont la production est passée de 106 400 tonnes en 1952 à 766 400 tonnes en 1967, enregistre un taux de progression annuel moyen de 14,2 % (1), alors que la production de la soude, pour la même période, ne s'est développée qu'à raison de 6,1 % par an. Si maintenant nous portons la comparaison sur la période plus récente 1959-1967, l'écart entre les deux taux d'accroissement s'atténue puisque nous trouvons 13 % pour le chlore contre 7,3 % pour la soude ; ainsi la production de chlore augmente, actuellement encore toutes proportions gardées, presque deux fois plus vite que celle de la soude. Il résulte de cette situation que depuis le début de cette année plus aucune forme de soude caustique n'est fabriquée à partir du carbonate. Nous verrons d'ailleurs, dans la suite de cette étude, comment les industriels envisagent d'absorber l'excédent de plus en plus important de soude électrolytique fatale.

(1) Tous les taux dont il sera question dans cette étude, sont calculés en taux composés et non en taux arithmétiques.

<u>Taux de progression de la production de soude et de chlore</u>					
En milliers de tonnes					
Production	1952	1959	1967	Taux moyen 1967/52	Taux moyen 1967/59
Chlore gazeux.....	106,4	275,2	766,4	+ 14,2 %	+ 13,0 %
Soude caustique...	328,6	498,4	876,2	+ 6,1 %	+ 7,3 %

Le tableau 1 et le graphique 1 indiquent avec netteté comment depuis 1952 la production de soude caustique totale dont le taux de progression est inférieur à celui de la production de chlore, a dû progressivement abandonner la part due à la caustification du carbonate au profit de celle obtenue par voie électrolytique (cf. graphique 1 : réduction du segment BC) ; par ailleurs, on peut observer, à la lecture du graphique, que les points A et B sont très voisins, car dans la formule stœchiométrique apparaît un dégagement de 35,5 atome-grammes de chlore pour 40 atome-grammes de soude, et l'on sait en outre que d'une part les pertes de soude dues aux procédés utilisés et d'autre part les stockages sont relativement peu élevés.

Tableau 1

<u>Production de soude électrolytique (t de NaOH)</u> <u>et de chlore gazeux (t de chlore)</u>					
	Soude	Chlore		Soude	Chlore
1952.....	96 200	106 400	1960.....	330 995	331 500
1953.....	105 540	113 700	1961.....	357 340	355 700
1954.....	127 390	140 400	1962.....	420 260	405 700
1955.....	170 540	168 000	1963.....	474 150	461 700
1956.....	170 270	181 600	1964.....	568 450	547 500
1957.....	205 200	211 200	1965.....	604 070	588 000
1958.....	241 310	245 500	1966.....	682 490	664 400
1959.....	269 350	275 200	1967.....	782 520	766 400

II - LE MARCHE DES PRODUITS SODIQUES

A - SOUDE CAUSTIQUE

1°) La production

La soude caustique pouvait être produite suivant plusieurs procédés sous forme de lessive à la chaux ou électrolytique, et solide à la chaux ou électrolytique. Dans le tableau 2 et le graphique 2, nous voyons disparaître, dans le courant de l'année 1964, la fabrication de lessive à la chaux ; de même, en décembre 1967, on assiste à la suppression de fabrication de la soude caustique solide à la chaux. Par conséquent, il ne reste actuellement que deux types de soude, la soude solide et la lessive électrolytiques.

Ce sont ces deux sortes de soude électrolytique que nous prendrons en compte au cours de notre étude, puisque seules elles conditionnent les perspectives d'évolution.

Nous remarquons sur le graphique 2 que la production de l'ensemble des sodes solides (à la chaux et électrolytique) marque une tendance à la baisse assez prononcée, entre 1952 et 1959, soit de 2,1 % par an d'après l'équation

$$y = - 0,00906 x + 2,42961 \quad \text{où } y = \log \text{ de la production totale de soude solide}$$

$$x = 0 \text{ en } 1952,$$

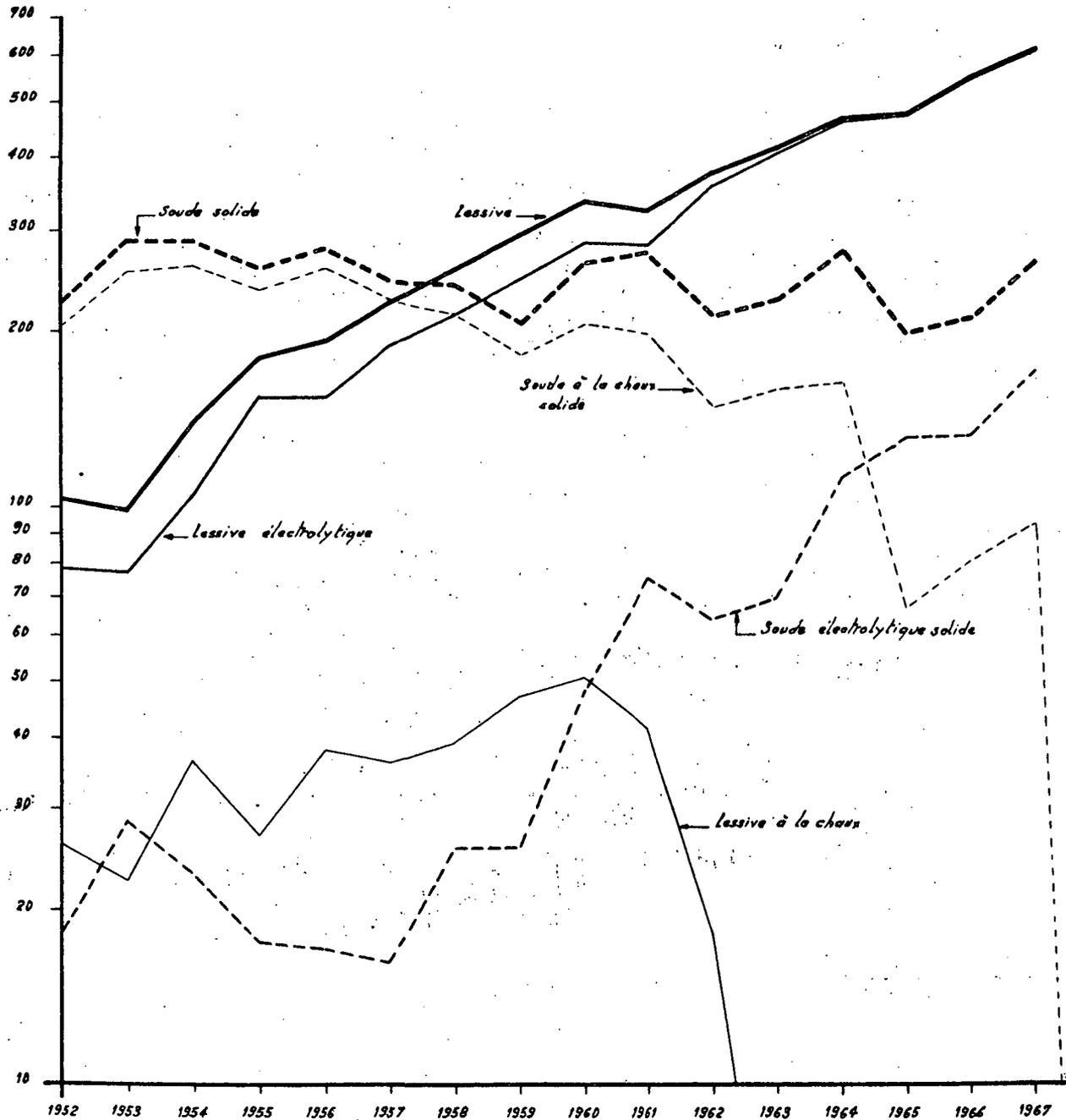
puis elle atteint un palier de 1959 à 1967, car son taux de croissance annuel moyen n'est plus que très légèrement négatif, soit - 0,2 % d'après l'équation

$$y = - 0,00068 x + 2,37362 \quad \text{où } y = \log \text{ de la production totale de soude solide}$$

$$x = 0 \text{ en } 1959.$$

PRODUCTION DES DIFFERENTES FORMES DE SOUDE

En milliers de tonnes de NaOH



Source: B.C.S.T.

Ce phénomène tient aux parts respectives de la soude à la chaux et de la soude électrolytique dans le total de la soude solide. En effet, jusqu'en 1959, la soude électrolytique solide ne représentait qu'un pourcentage insignifiant des sodes solides, alors que dès 1959 la production de soude à la chaux solide commençait à régresser. Actuellement, nous sommes à une phase charnière où la production de soude à la chaux solide a disparu et où celle de soude électrolytique solide est encore en pleine phase de démarrage et n'a donc pas encore totalement compensé la disparition de la soude à la chaux solide.

Tableau 2

Production des différentes formes de soude						
en tonnes de NaOH						
	Total Soude solide	Soude électrolytique solide	Soude à la chaux solide	Total lessive de soude	Lessive électrolytique	Lessive à la chaux
1952...	224 560	18 160	206 400	104 040	78 040	26 000
1953...	282 970	28 740	254 230	99 600	76 800	22 800
1954...	282 720	23 390	259 330	140 040	104 000	36 040
1955...	255 440	17 640	237 800	179 850	152 900	26 950
1956...	274 370	17 220	257 150	190 600	153 050	37 550
1957...	242 800	16 200	226 600	224 950	189 000	35 950
1958...	240 060	25 860	214 200	254 730	215 450	39 280
1959...	207 750	25 850	181 900	290 700	243 500	47 200
1960...	263 100	47 360	215 740	333 910	283 635	50 275
1961...	271 500	74 780	196 720	323 900	282 560	41 340
1962...	213 070	63 700	149 370	375 040	356 560	18 480
1963...	228 850	69 500	159 350	412 250	404 650	7 600
1964...	274 450	110 250	164 200	461 500	458 200	3 300
1965...	197 000	130 320	66 680	473 750	473 750	-
1966...	210 980	131 110	79 870	551 380	551 380	-
1967...	263 880	170 160	93 720	612 360	612 360	-

Source : B.C.S.I.

Au contraire, dans le cas de la lessive de soude, l'essentiel de la production était représenté par la lessive électrolytique, si bien que la cessation de la production de lessive à la chaux n'a eu qu'une faible incidence, très vite rattrapée par la progression de la production de lessive électrolytique. Cela explique que le taux annuel moyen de progression de l'ensemble des lessives de soude est passé de 17,2 % entre 1952 et 1959 à 9,5 % entre 1959 et 1967, suivant les équations respectives :

$$y = 0,06911 x + 1,99791 \quad \text{où } y = \text{log de la production totale des lessives de soude}$$

$$x = 0 \text{ en } 1952$$

$$y = 0,039461 x + 2,459336 \quad \text{où } y = \text{log de la production totale de lessive de soude}$$

$$x = 0 \text{ en } 1959$$

Les arrêts de production et les parts de ces productions dans la production totale ont amené la soude solide à perdre sa position prédominante (68,3 % en 1952 contre 30,1 % en 1967) dans la production, et donc dans l'utilisation des diverses sortes de soude caustique (cf. graphique 2).

En examinant plus particulièrement les tendances de la production de lessive de soude électrolytique, maintenant prédominante, les différences dans les taux reflètent bien les changements de production décrits précédemment et non une évolution de la consommation.

Ainsi pour la période de 1952-1959, la tendance, soit + 0,98 %, pour le total "soude électrolytique" est donnée par l'équation

$$y = 0,00423 x + 1,31066 \quad \text{où } y = \text{log de la production totale de soude électrolytique}$$

$$x = 0 \text{ en } 1952$$

et la tendance pour la lessive de soude est :

$$y = 0,07712 x + 1,87511 \quad \text{où } y = \text{log de la production de lessive de soude}$$

$$x = 0 \text{ en } 1952$$

soit : + 19,4 %

Pour la période 1959-1967, ces pourcentages deviennent respectivement :

22,6 % conformément à l'équation

$$y = 0,08868 x + 1,54680 \quad \text{où } y = \log \text{ de la production totale de soude électrolytique}$$

$$x = 0 \text{ en } 1959$$

et 12,3 % d'après l'équation

$$y = 0,05043 x + 2,38887 \quad \text{où } y = \log \text{ de la production de lessive de soude}$$

$$x = 0 \text{ en } 1959$$

Si nous considérons maintenant la production nationale totale des soudes caustiques des deux genres, il semble qu'elle progresse relativement régulièrement car les tendances rapportées à deux époques varient peu : l'accroissement annuel moyen est de 5,6 % entre 1952 et 1959, et de 5,9 % entre 1959 et 1967, d'après les équations suivantes respectivement :

$$y = 0,02364 x + 2,55397 \quad \text{où } y = \log \text{ de la production totale de soude}$$

$$x = 0 \text{ en } 1952$$

$$\text{et } y = 0,02499 x + 2,71593 \quad \text{où } y = \log \text{ de la production totale de soude}$$

$$x = 0 \text{ en } 1959$$

Il existe donc toutefois une certaine accélération de la production, expliquée par les quantités croissantes de soudes à caractère fatal, dont le développement suit celui du chlore.

Nous rassemblons dans le tableau suivant quelques valeurs significatives situant les différents genres de production de soudes caustiques à trois époques :

	Production en tonnes			Importance relative en % du total			Tendances en %	
	1952	1959	1967	1952	1959	1967	1952-1959	1959-1967
Soudes solides	224 560	207 750	263 880	68,3	41,7	30,1	- 2,1	- 0,2
Lessives de soude.....	104 040	290 700	612 360	31,7	58,3	69,9	+ 17,2	+ 9,5
Total.....	328 600	498 450	876 240	100,0	100,0	100,0	+ 5,6	+ 5,9

Notons que les tonnages transportés dépendront fortement de l'importance relative des deux sodes, puisque la soude solide sera transportée dans le rapport pondéreux égal à 1, alors que 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 aux transports, puis à la consommation.

2°) Les secteurs consommateurs

Les applications de la soude sont nombreuses (cf. schéma ci-contre), mais il faut remarquer que six secteurs absorbent plus de 80 % de la consommation totale dont l'importance absolue ou relative a varié de la manière suivante de 1962 à 1965 :

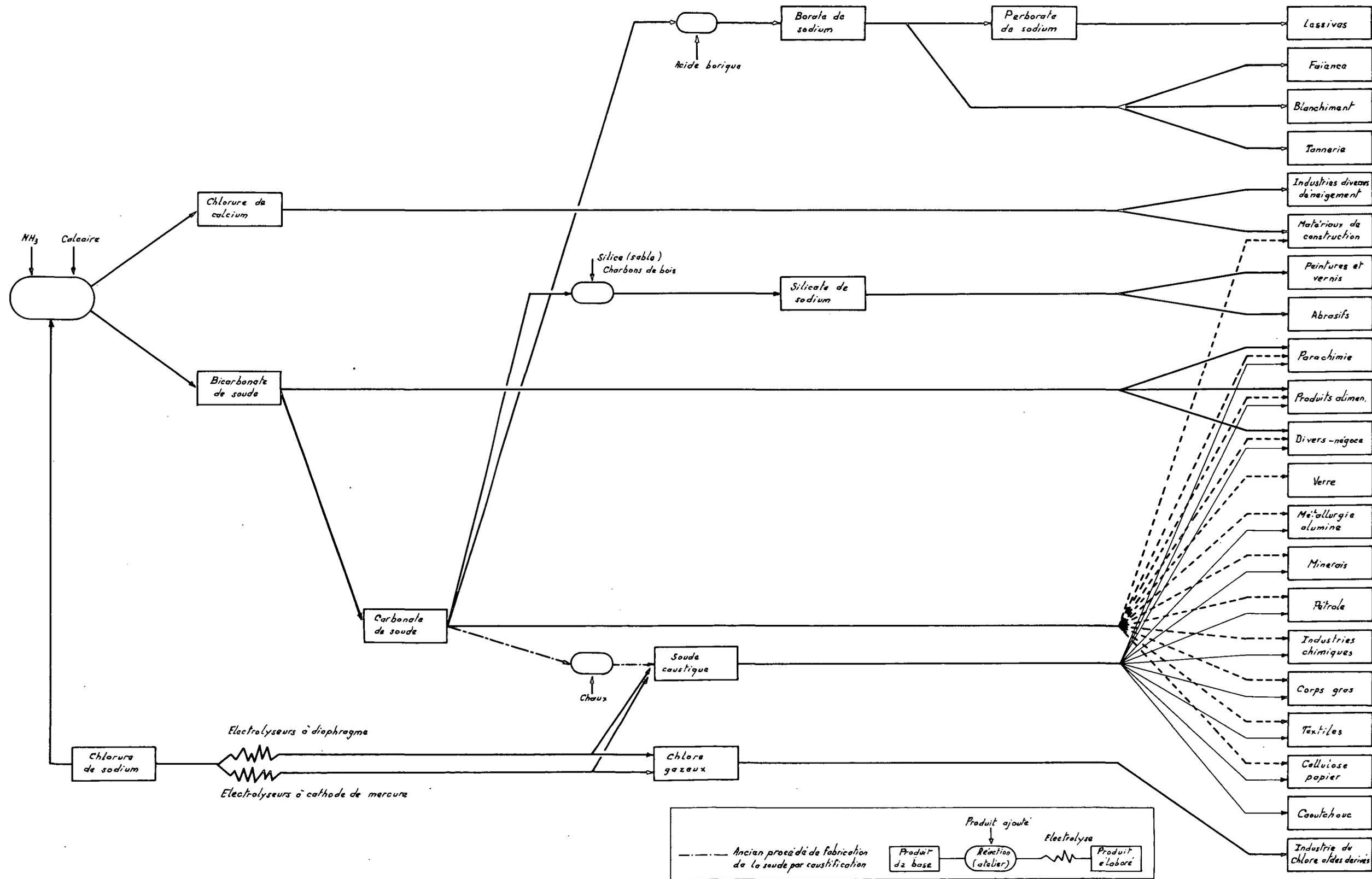
Ventilation de la consommation de la soude					
Secteurs consommateurs	1962		1965		Taux de croissance(1)
	Tonnes	% du total	Tonnes	% du total	
Alumine.....	105 000	23,7	145 000	27,9	+ 5,6
Viscose.....	91 500	20,6	95 000	18,3	- 4,0
Cellulose.....	33 000	7,4	53 000	10,2	+ 11,3
Chimie minérale.	43 000	9,7	51 000	9,8	+ 0,3
Chimie organique	42 500	9,6	42 000	8,1	- 5,8
Parachimie.....	42 000	9,5	42 500	8,2	- 4,4
Divers.....	86 500	19,5	91 500	17,5	+ 1,9
Total consumma- tion (2).....	443 500	100,0	520 000	100,0	+ 5,4
Total consumma- tion apparente(3)	511 800	-	579 600		+ 4,2

(1) Taux annuel moyen en % sur la période

(2) Source : Ve Plan

(3) Consommation apparente : production + importations - exportations ; la différence entre ces deux totaux devrait théoriquement équivaloir à la variation des stocks et aux ventes à la consommation finale

ECHANGES INDUSTRIELS : CARBONATE DE SOUDE - SOUDE CAUSTIQUE



Ces pourcentages relevés dans les travaux du Ve Plan, et fondés sur les consommations intermédiaires, montrent le rôle prédominant que joue la fabrication de l'aluminium dans le développement des utilisations de la soude ; par ailleurs, il s'est produit également une progression relativement importante de l'emploi de la soude dans la cellulose, progression qui ne se répercute qu'encore peu sur les résultats globaux.

Enfin la viscosse, débouché influent, accuse une diminution relative assez sensible, ce qui a peut-être pu gêner partiellement les ventes de soude à cette époque.

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

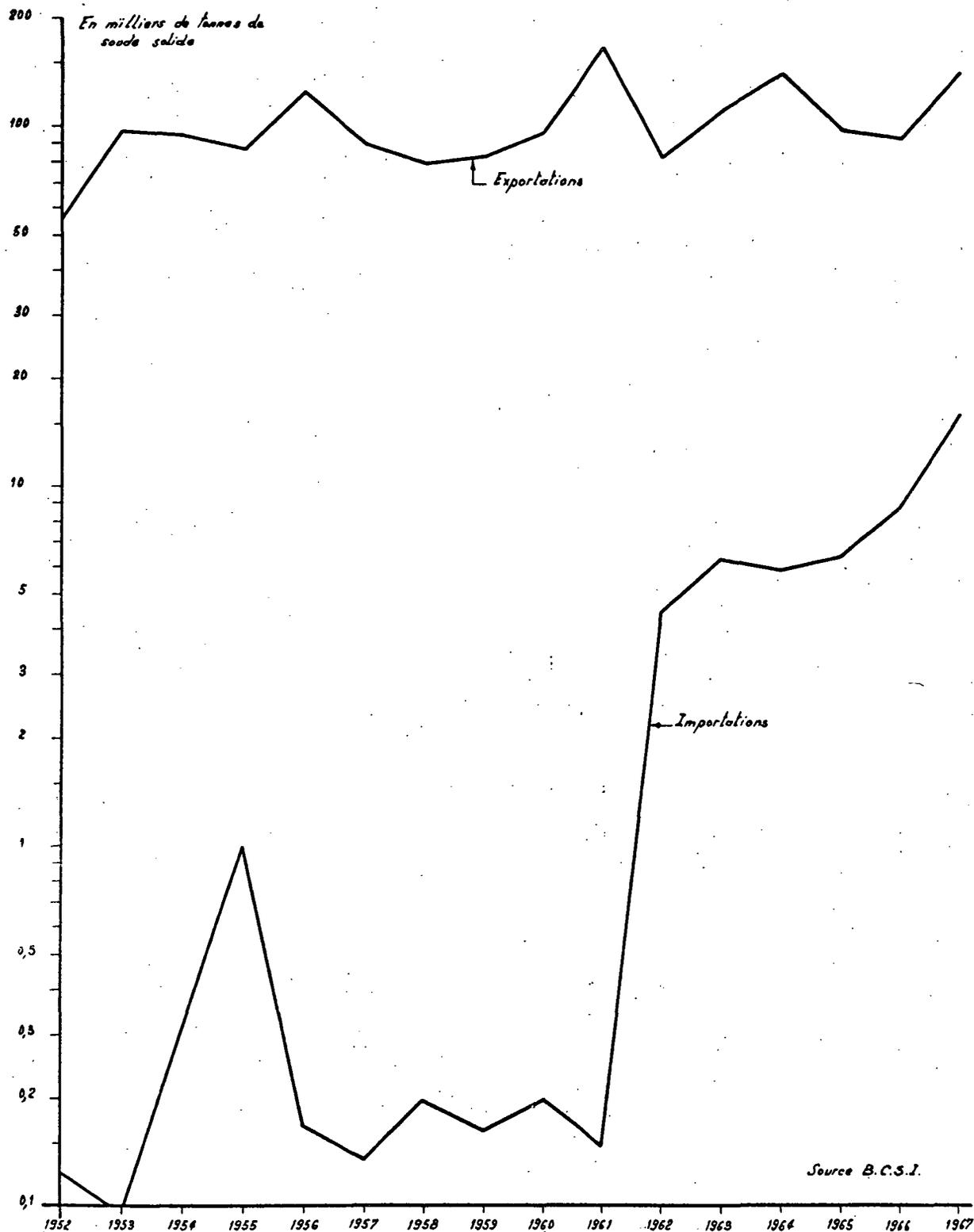
- Métallurgie de l'aluminium : dans la préparation de l'alumine où la bauxite broyée est soumise à l'action de la soude caustique en autoclave pour former une solution d'aluminate de sodium ; une partie de la soude est récupérée par recyclage.

- Textiles artificiels : dans la fabrication de la viscosse nécessaire à l'élaboration de la fibranne et de la rayonne et où la soude intervient au moment de la cuisson du bois, la préparation de l'alcali-cellulose, le 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 éventuellement en tant qu'agent de saponification ou de neutralisation et les détergents soit dans la composition des matières premières pour la fabrication de l'akylanyl -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, les phénols par sulfonation, les phosphates (trisodiques), les matières colorantes par l'hydrosulfite de sodium.

COMMERCE EXTERIEUR DE LA SOUDE CAUSTIQUE SOLIDE

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

3°) Le commerce extérieur

La soude caustique s'exporte ou s'importe sous forme lessive ou solide. Les exportations de soude caustique ont représenté 21 % de la production française en 1967 contre 1 % en 1960. En 1967, les exportations se décomposaient en 138 729 tonnes de NaOH de soude solide et 45 356 tonnes de NaOH de lessive de soude, soit au total 184 085 tonnes de NaOH. On remarque que les préférences pour les exportations de soude vont à la forme soude solide dont la part représente 75 % du total ; mais si nous considérons ces chiffres en tonnes brutes et non plus en tonnes de soude à 100 %, la lessive de soude a un tonnage qui passe de 45 356 tonnes à 93 437 tonnes (soit une concentration moyenne de 48,5 %), et la soude solide n'occupe plus que 60 % du total des tonnes brutes exportées.

En comparant ces chiffres avec ceux relevés pour l'année 1960, on note qu'à un tonnage total brut de 108 644 tonnes correspond un pourcentage de soude solide égal à 88 % ; par conséquent, la préférence pour l'exportation de soude caustique sous forme solide était beaucoup plus marquée ; cette tendance paradoxale à l'avantage de la soude lessive, s'explique par le développement de la production de soude électrolytique obtenue directement sous forme lessive et aussi par la plus grande commodité de transport en opérant en continu, donc sans ruptures de charge. Néanmoins la progression des exportations de lessive de soude ne doit pas masquer une très faible progression de celles de soude solide, comme le montrent le graphique et le tableau 3 c.

En ramenant les tonnes brutes de lessive de soude à des tonnes de NaOH à 100 %, nous relevons un taux de progression annuel moyen pour les exportations de soude caustique pour la période 1960-1967 de 8,7 %, taux sensiblement supérieur à celui de la production (5,9 %) et qui se décompose en 5,4 % pour la forme solide et 3,3 % pour la forme lessive.

Ventilation du commerce extérieur de la lessive de soude

Tableau 3a

en tonnes de produit

	Importations totales	Exportations totales	Principales importations		Principales exportations	
			Provenance	Quantités	Pays destinataires	Quantités > 5 000 t
1960						
Hors zone franc	2 341	12 693	U.E.B.L.	2 076	U.E.B.L.	10 529
Zone franc		182			Allemagne	2 146
Total	2 341	12 875				
1965						
Hors zone franc	20 615	10 182	Italie	14 099	U.E.B.L.	5 101
dont C.E.E.	20 611	6 735	U.E.B.L.	3 837	Guinée	4 900
Zone franc		8 143	Allemagne	2 675	Egypte	2 136
Total	20 615	18 325				
1966						
Hors zone franc	22 948	3 620	Italie	13 874	Guinée	54 540
	(11 982)	(1 347)		(6 608)		(26 173)
dont C.E.E.	22 943	2 973	U.E.B.L.	6 695	Italie	2 283
	(11 982)	(1 040)		(3 389)		(685)
Zone franc		54 547	Allemagne	2 379		
		(26 177)		(1 198)		
Total	22 948	58 189				
	(11 982)	(27 524)				
1967						
Hors zone franc	17 744	22 349	Italie	12 199	Guinée	71 082
	(8 932)	(10 517)		(6 145)		(34 829)
dont C.E.E.	17 741	9 863	U.E.B.L.	4 264	Australie	10 044
	(8 930)	(4 342)		(2 143)		(4 966)
Zone franc		71 094	Allemagne	1 268	Italie	6 223
		(34 839)		(635)		(3 008)
Total	17 744	93 437				
	(8 934)	(45 356)				

Les chiffres entre parenthèses indiquent les quantités autour de NaOH

Source : Douanes

Ventilation du commerce extérieur de la soude caustique solide

Tableau 3b

en tonnes de produit à environ 100 % NaOH

	Importations totales	Exportations totales	Principales importations		Principales exportations	
			Provenance	Quantités	Pays destinataires	Quantités > 5 000 t
1960						
Hors zone franc	197	61 284	Suède	134	Guinée	16 137
Zone franc	—	34 485			U.R.S.S.	14 700
					U.E.B.L.	10 877
Total	197	95 769			Egypte	6 000
1965						
Hors zone franc	6 294	63 489	Italie	5 809	Egypte	14 069
dont C.E.E.	6 092	12 515	Suède	183	Guinée	12 698
Zone franc	—	32 990			Norvège	6 509
					Danemark	6 304
Total	6 294	96 479			Suède	5 678
					Algérie	5 368
					Maroc	5 214
					U.R.S.S.	5 108
1966						
Hors zone franc	8 649	69 168	Italie	7 972	Brésil	7 680
dont C.E.E.	6 092	13 715	Pays-Bas	370	U.E.B.L.	7 462
Zone franc	—	22 848			Colombie	7 800
Total	8 649	92 016				
1967						
Hors zone franc	15 936	110 372	Italie	13 795	U.R.S.S.	23 315
dont C.E.E.	15 733	13 765	Pays-Bas	1 604	Brésil	17 112
Zone franc	—	28 357			Algérie	7 180
					Egypte	6 780
Total	15 936	138 729			U.E.B.L.	6 198
					Turquie	5 944
					Maroc	5 774

Source : Douanes

D'après les tableaux 3 a et 3 b de la ventilation des exportations d'une part par quantités globales, hors zone franc, zone franc dont la Communauté Economique Européenne, et d'autre part par principaux pays destinataires, nous voyons que depuis deux ans l'U.R.S.S. est notre principal client pour l'exportation de soude caustique solide, alors que la Guinée reçoit la plus grande part des exportations de soude lessive pour le traitement de l'alumine dans l'unité de Péchiney à Fria.

Par contre, les importations totales de soude sont négligeables ; elles ne dépassent pas les 35 000 tonnes de NaOH en 1967 ; toutefois leur forte progression, que l'on peut constater dans les tableaux 3 a et 3 b et le tableau et le graphique 3 c en ce qui concerne la soude solide, est due principalement à l'Italie qui expédie ces produits de la Sicile à destination de la région de Marseille.

Tableau 3 c

Commerce extérieur de la soude solide				en tonnes de NaOH	
	Importations	Exportations		Importations	Exportations
1952.....	125	55 285	1960.....	197	95 800
1953.....	94	97 150	1961.....	154	116 250
1954.....	305	94 750	1962.....	4 450	80 800
1955.....	985	85 370	1963.....	6 155	109 300
1956.....	165	112 470	1964.....	5 800	139 100
1957.....	132	89 440	1965.....	6 295	96 480
1958.....	197	79 125	1966.....	8 650	92 020
1959.....	160	82 100	1967.....	15 940	138 730

Source : B.C.S.I.

B - CARBONATE DE SOUDE1°) La production

La production de carbonate de soude progresse également, mais plus lentement que celle de la soude caustique ; cela s'explique en partie par une production beaucoup plus importante et par les modifications apportées aux processus de fabrication de la soude. La production de carbonate de soude est passée de 634 900 tonnes en 1952 à 776 950 tonnes en 1959 et 1 083 720 tonnes en 1967, ce qui donne un taux de croissance pour les deux périodes 1952-1959 et 1959-1967, respectivement de 3,3 % et 4,7 % (cf. tableau et graphique 4). La régularité de cette production constatée dans l'allure de la courbe de ce graphique nous permet d'établir un taux de progression de 1952 à 1967 de l'ordre de 3,6 %.

Tableau 4

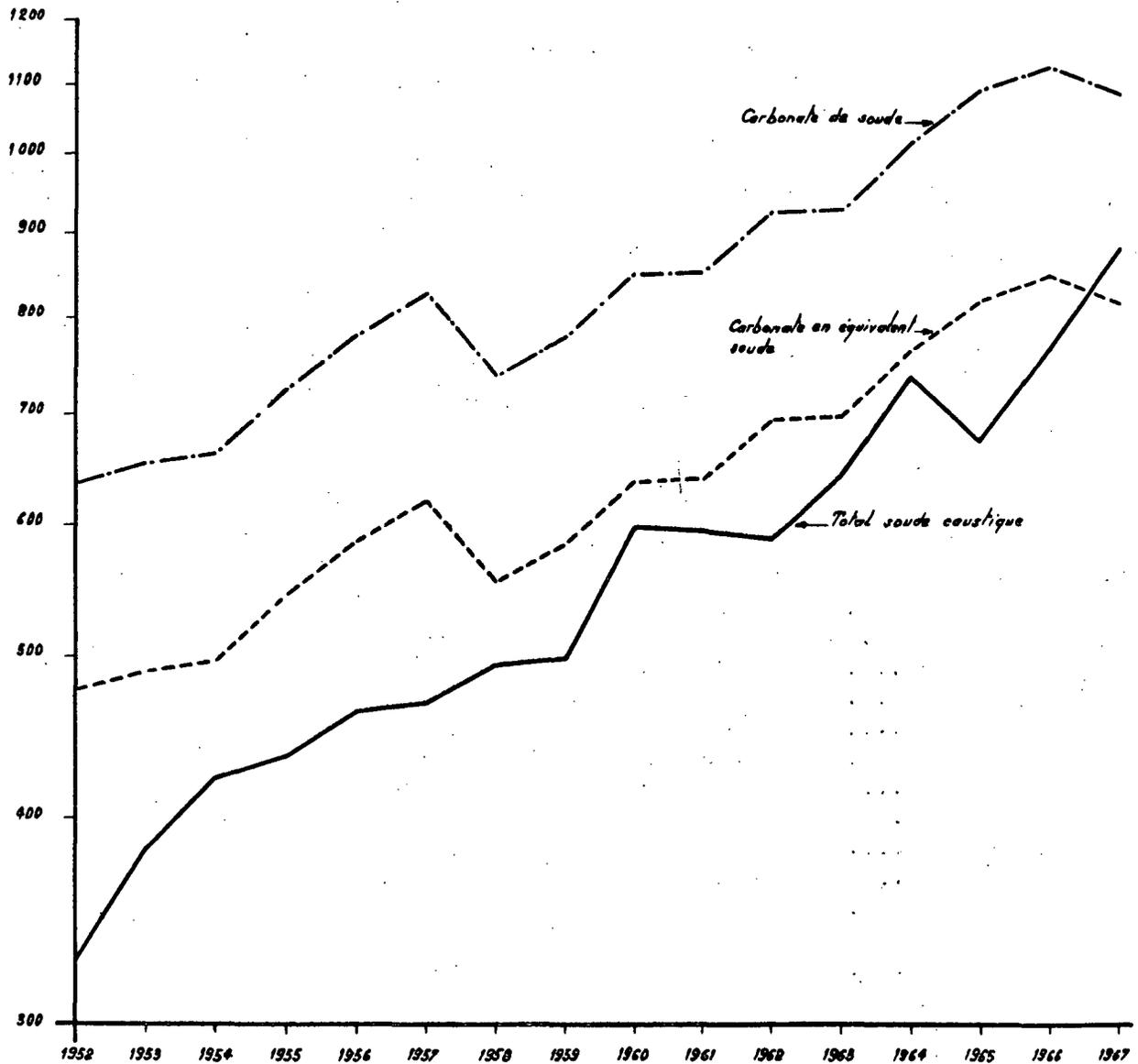
	Production de carbonate de soude		
	en tonnes de Na_2CO_3	en tonnes de NaOH	
	Carbonate de soude	Carbonate équivalent soude	Total soude
1952....	634 900	476 175	328 600
1953....	653 100	489 825	382 570
1954....	662 450	496 838	422 760
1955....	724 400	543 300	435 290
1956....	780 950	585 713	464 970
1957....	825 800	619 350	467 750
1958....	736 200	552 150	494 790
1959....	776 950	582 713	498 450
1960....	848 000	636 000	597 010
1961....	849 300	636 975	595 400
1962....	924 650	693 488	588 110
1963....	926 825	695 119	641 100
1964....	1 017 800	763 350	735 950
1965....	1 088 750	816 563	670 750
1966....	1 125 800	844 350	762 360
1967....	1 083 720	812 790	376 240

Source : B.C.S.I.

PRODUCTION DE CARBONATE DE SOUDE

Comparaison entre la production de soude caustique à 100% de NaOH
et la production de carbonate de soude à 100% de Na_2CO_3 , et en équivalent soude

En milliers de tonnes



Source: B.C.S.T.

Si on corrige cette courbe en calculant l'équivalent-soude du carbonate (en tenant compte des équivalences en ion Na_2O^+ à un facteur multiplicatif 0,75 (1) près), on note que la différence des deux taux d'accroissement correspondant à la soude caustique et au carbonate entraîne un rattrapage de l'utilisation du premier produit par rapport au second. Dans le graphique 4, nous constatons même un dépassement au courant de l'année 1966 ; cette évolution s'explique par la volonté de trouver des débouchés à la quantité fortement croissante de soude caustique due aux procédés électrolytiques de fabrication. Cela est traduit dans le tableau et le graphique 5 où nous avons représenté le degré d'utilisation de l'ion Na_2O par le carbonate de soude et la soude caustique.

Tableau 5

Utilisation de l'équivalent-soude par rapport au total de
de consommation d'équivalent-soude

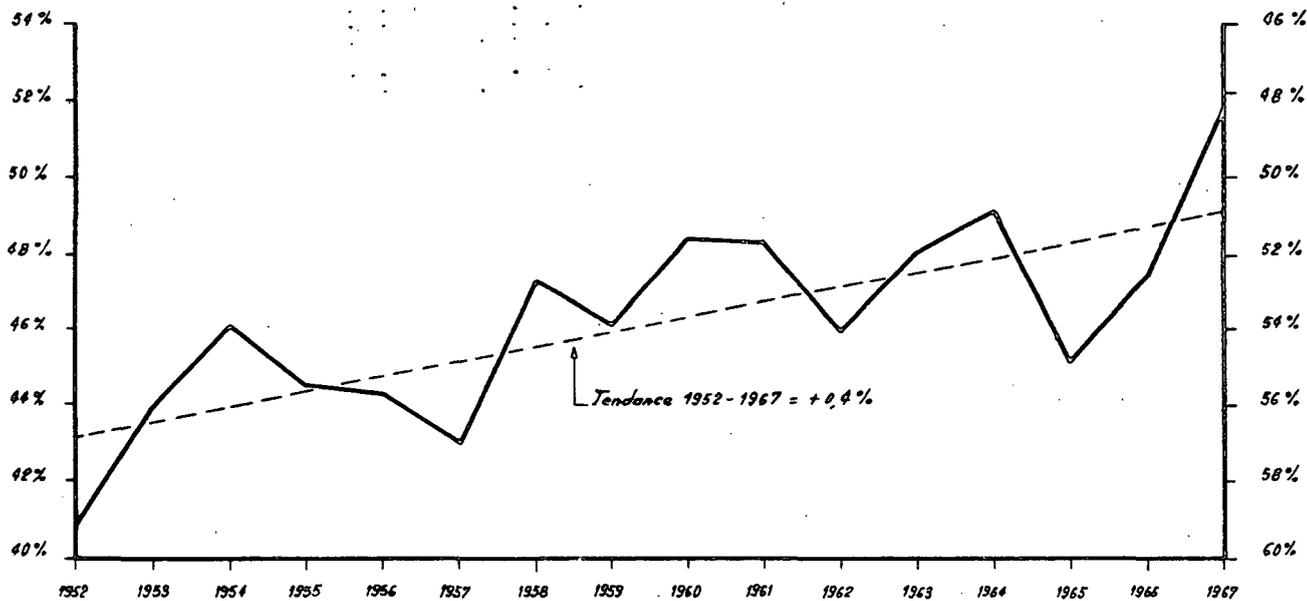
			en %		
	Soude caustique	Carbonate de soude	Soude caustique	Carbonate de soude	
1952.....	40,8	59,2	1960.....	48,4	51,6
1953.....	43,9	56,1	1961.....	48,3	51,7
1954.....	46,0	54,0	1962.....	45,9	54,1
1955.....	44,5	55,5	1963.....	48,0	52,0
1956.....	44,3	55,7	1964.....	49,1	50,9
1957.....	43,0	57,0	1965.....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

- (1) - 2 moles de NaOH , soit 80 g, donnent 1 ion Na_2O
 - 1 mole de Na_2CO_3 , soit 104 g, donne 1 ion Na_2O , d'où l'équivalent d'1 t de NaOH en Na_2O s'obtient par multiplication de 1 t de Na_2CO_3 par $\frac{80}{104} = 0,7547$

REPARTITION DE L'UTILISATION DE L'ION Na_2O PAR LA SOUDE ET LE CARBONATE

Pourcentage de soude caustique par rapport
au total soude caustique + carbonate de soude
en équivalent soude

Pourcentage de carbonate en équivalent soude
par rapport au total soude caustique + car-
bonate en équivalent soude



2°) Les secteurs consommateurs

D'après le Ve Plan, la répartition de la consommation intermédiaire indique que le carbonate de soude est utilisé principalement dans 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 utilisés dans ces différents secteurs pour les années 1962 et 1965 :

Secteurs consommateurs	1962		1965		Taux de croissance*
	Tonnes	% du total	Tonnes	% du total	
Verre.....	293 500	41,3	364 000	43,6	+ 1,7
Chimie minérale	203 000	28,6	246 000	29,4	+ 1,0
Métallurgie....	75 000	10,6	75 000	9,0	- 4,0
Parachimie.....	52 700	7,4	55 400	6,6	- 3,9
Divers.....	85 800	12,1	94 600	11,4	- 1,4
Total consommation**.....	710 000	100,0	835 000	100,0	+ 5,5
Total consommation apparente.	716 550		835 630		+ 5,2

* Taux annuel moyen en % sur la période 1962-1965

** Source : Ve Plan

Nous reviendrons ultérieurement sur la signification de l'évolution des secteurs consommateurs.

EXPORTATIONS DE CARBONATE DE SOUDE

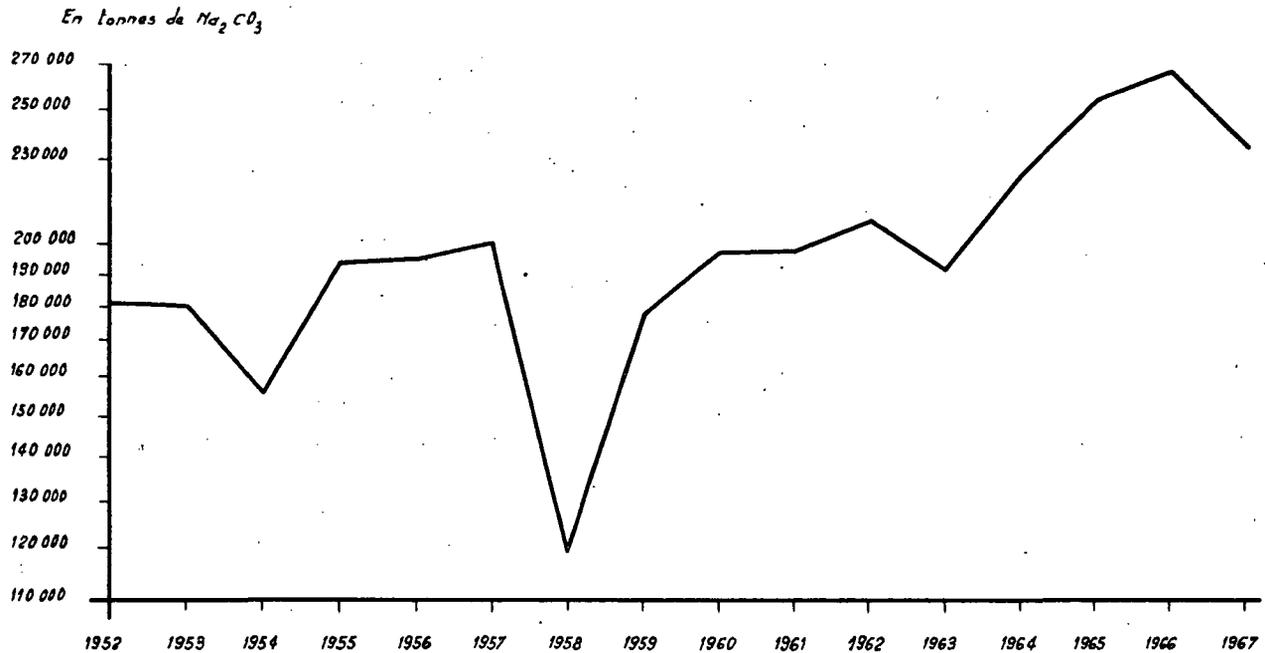


Tableau 6

en tonnes

1952 ...	181 450	1960 ...	196 800
1953 ...	180 000	1961 ...	197 000
1954 ...	155 930	1962 ...	207 900
1955 ...	193 350	1963 ...	191 800
1956 ...	194 250	1964 ...	224 400
1957 ...	200 000	1965 ...	253 120
1958 ...	119 850	1966 ...	266 470
1959 ...	177 700	1967 ...	234 960

Source : B.C.S.I.

en tonnes de produit

	Importations	Exportations	Principales exportations	
			Pays destinataires	Tonnages > 10 000 t
1960				
Hors zone franc	361*	162 377	U.E.B.L.	47 445
Zone franc		34 463	Suède	28 017
Total	361	196 840	Allemagne	25 809
			Finlande	14 045
			Guinée	13 894
1965				
Hors zone franc	15	228 934	Argentine	36 755
dont C.E.E.	14	61 294	Allemagne	34 952
Zone franc		24 184	Suède	26 013
Total	15	257 118	U.E.B.L.	21 057
			Finlande	20 751
			Tchécoslovaquie	18 746
			Norvège	12 546
			Guinée	10 567
1966				
Hors zone franc	5	249 204	Suède	36 311
dont C.E.E.	5	58 374	U.R.S.S.	34 934
Zone franc		17 263	Rép. Afr. Sud	21 963
Total	5	266 467	Finlande	18 391
			Argentine	17 721
			U.E.B.L.	16 485
			Norvège	16 036
			Grèce	12 500
			Danemark	11 603
1967				
Hors zone franc	17	217 183	U.R.S.S.	33 448
dont C.E.E.	5	50 091	Allemagne	31 111
Zone franc		17 778	Suède	29 787
Total	17	234 961	Rép. Afr. Sud	22 001
			Finlande	20 238
			Norvège	14 289
			U.E.B.L.	10 990

* En provenance des Etats-Unis

Source : Douanes

3°) Le commerce extérieur

Les importations sont pratiquement nulles ; les exportations (cf. tableau et graphique 6), malgré des fluctuations assez considérables (baisse subite de 80 000 tonnes en 1958 et hausse plus progressive les années suivantes), semblent osciller autour de 200 000 tonnes depuis 1952. A cette date, elles représentaient 28,6 % de la production, contre 23,2 % en 1960, et 21,6 % en 1967 ; nous assistons ainsi à une légère détérioration des exportations en valeur relative, malgré des valeurs absolues dont la tendance n'indique d'ailleurs qu'une très faible hausse. L'Allemagne et la Suède apparaissent comme des clients relativement réguliers, depuis les sept dernières années, avec des livraisons allant de 20 000 tonnes à 40 000 tonnes, et depuis les deux dernières années l'U.R.S.S. a pris rang parmi nos premiers clients avec des livraisons de plus de 30 000 tonnes.

III - LES TRANSPORTS DE PRODUITS SODIQUES EN FRANCE

Dans cette étude, nous prendrons soin de traiter séparément d'une part les statistiques de soude caustique et de carbonate, en tant que produits des soudières, et d'autre part les statistiques de lessive de soude, en tant que produit des chloriers, cela pour quatre raisons :

- la nomenclature S.N.C.F. regroupe sous le poste "soudes 3467" 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 traitent exclusivement (mais en ventilant) le carbonate et la soude solide ; car la lessive de soude n'utilise pas ce mode de transport ;
- les lessives de soude, groupées sous le poste 3394 dans la nomenclature S.N.C.F., sont transportées avec une concentration moyenne en NaOH pur de 50 % qui provient uniquement de l'activité des chloriers à partir du procédé électrolytique ;
- les lessives de soude du poste 3394 sont livrées dans leur quasi-totalité aux usines d'alumine.

Ainsi, cette différenciation lessive de soude et autres produits sodiques permet de conserver l'homogénéité nécessaire à un traitement valable des informations, tant sur le plan des transports que sur celui de la relation transports-industrie.

A - IMPLANTATION DES UNITES PRODUCTRICES ET CONSOMMATRICES

1°) Centres de production

Etant donné le degré de concentration propre à l'industrie des soudières, le nombre d'unités, donc de centres expéditeurs est très réduit. Ainsi, dans la Lorraine qui comprend les départements de Meurthe-et-Moselle et Moselle, nous trouvons deux centres distants d'une centaine de kilomètres, dont l'un est constitué par les unités de Dombasle (Solvay et Cie) et de La Madeleine (Les Soudières Réunies) et l'autre par Sarralbe (Solvay et Cie). Les statistiques de transports font apparaître cette région comme produisant à elle seule la majeure partie de la soude française (cf. tableau ci-après). De plus, en Franche-Comté, l'unité de Tavaux (Jura) appartenant à Solvay et Cie, entraîne si l'on se rapporte au tableau précité, 21,6 % des transports totaux. Ainsi ces trois centres englobent environ 85 % de la production transportée.

Transports de soude caustique et de carbonate de soude (3467)

en tonnes

Centres expéditeurs	Produits	S.N.C.F.	En % du total S.N.C.F.	Canaux	En % du total canaux	Total transporté	En % du total
Dombasle - La Madeleine Sarralbe	Carbonate + soude	516 141	53,3	217 461	50,6	1 397 723	52,5
	Carbonate	108 328	11,2	56 859	13,2	1 397 723	11,8
Total Lorraine		624 469	64,5	274 320	63,8	1 397 723	64,3
Tavaux	Carbonate + soude	269 533	27,9	31 966	7,4	1 397 723	21,6

Cette nomenclature (3467) ne comprend pas la plus grande partie des transports de lessive de soude, transports qui apparaissent dans deux régions où la production de soude électrolytique est très élevée : les régions Rhône-Alpes et de Marseille qui représentaient en 1966 plus de 60 % de la production française (alors que la Lorraine et la Franche-Comté ne dépassaient que de peu 30 %). L'intégration verticale de ces unités de production implique une forte autoconsommation dans le groupe Péchiney et Saint-Gobain, en particulier pour la soude destinée à l'élaboration de l'alumine (Marseille ou Salindres). Si, par conséquent, nous raisonnons sur les centres expéditeurs de lessive de soude (poste 3394 de la nomenclature S.N.C.F.), nous aurons le tableau particulier suivant :

Transports de lessive de soude		
Principaux centres expéditeurs	Transports S.N.C.F.	
	en tonnes	en %
Thann.....	13 002	3,7
Boussens.....	6 994	2,0
Pont-de-Claix.....	19 426	5,6
Jarrie-Vizille.....	17 692	5,1
Martigues (Lavéra).....	49 168	14,1
Saint-Auban.....	227 820	65,5
Total transporté....	347 463	

A partir du tableau précédent, nous en déduisons que les régions de Toulouse et du Nord ont des productions de soude électrolytique très faibles, qui ne constituent que 4 % du total en 1966. Ces informations de production sont résumées dans le tableau suivant.

<u>Productions régionales de soude électrolytique en 1966</u>		
	<u>Production en tonnes</u>	<u>En % de la production française</u>
Nord.....	18 702	2,7
Franche-Comté...	183 241	27,0
Alsace-Lorraine.	31 040	4,5
Rhône-Alpes.....	192 814	27,9
Midi.....	252 674	36,6
Toulouse.....	9 072	1,3
	<u>690 543</u>	<u>100,0</u>

En outre, on peut admettre comme répartition régionale de la production de carbonate de soude, les chiffres approximatifs suivants, valables pour 1966 :

Alsace-Lorraine..... 900 000 tonnes
 Franche-Comté..... 230 000 tonnes

2°) Centres de consommation

La diversité des industries consommatrices de soude caustique et de carbonate de soude a multiplié les points de consommation un peu partout en France, que ce soit l'électrométallurgie, les textiles naturels et artificiels, la papeterie, etc. pour la soude caustique, ou bien encore les industries chimiques, la verrerie pour le carbonate de soude. Au total, avec l'industrie des soudières, on a affaire spécifiquement à des ventes très ventilées. Pour procéder à un relevé de lieux de consommation reflétant le plus possible la situation actuelle, il nous a fallu effectuer une coupure des gares destinataires recevant plus de 7 000 tonnes de produits bruts et des ports fluviaux destinataires recevant plus de 5 000 tonnes de produits bruts ; dans ce cas les chiffres correspondent au carbonate de soude et à la soude caustique pour l'année 1966.

Ces centres consommateurs figurent dans les deux tableaux pages 43 et 45, qui comprennent pour les gares S.N.C.F. 56,9 % du tonnage transporté par fer, et pour les ports O.N.N. 79,8 % du tonnage transporté par

péniches. Il est intéressant de noter que ces tonnages transportés sont extrêmement divisés et, par conséquent, donnent lieu à des liaisons nombreuses ; excepté Strasbourg, point de départ des exportations, qui n'appartient donc pas à un véritable centre consommateur mais plutôt à une rupture de charge S.N.C.F.-O.N.N. pour les exportations vers la Belgique principalement et les Pays-Bas accessoirement. Nous n'avons que les deux centres Les Roches-de-Condrieux (79 127 tonnes) et Roubaix (64 536 tonnes) qui consomment plus de 50 000 tonnes de produits transportés ; ensuite huit centres seulement se rangent dans la catégorie de 20 000 à 50 000 tonnes. Ce sont (en tonnes) :

Compiègne.....	49 119	Soissons.....	25 007
Petit-Quevilly.	30 351	Thourotte.....	22 247
Cognac.....	28 750	Saint-Galmier...	21 612
Reims.....	25 576	Gironcourt.....	20 117

Quant au centres compris entre 7 000 et 20 000 tonnes, ils sont encore en nombre relativement limité, soit 19.

En outre dans le cas particulier des lessives de soude, où seul intervient le transport ferroviaire, et en moyenne pour un produit à 50 % de NaOH, nous avons relevé comme grand centre de consommation, les gares destinataires desservant exclusivement les usines d'alumine suivantes (en tonnes) :

Gardanne:.....	153 797
Salindres.....	37 688

Un centre seulement, dans ce cas, appartient à des liaisons comprises entre 7 000 et 20 000 tonnes.

B - PRINCIPALES LIAISONS

1°) Trafic ferroviaire

Une remarque importante s'impose : en 1966, la S.N.C.F. a transporté 967 719 tonnes de carbonate de soude et de soude caustique, à différentes concentrations. De ce fait, toute correspondance entre production et transport se révèle non significative, du fait qu'elle ne se rapporte pas à des valeurs mesurées avec la même unité. C'est pourquoi nous ne pouvons pas déterminer avec précision la part des autoconsommations.

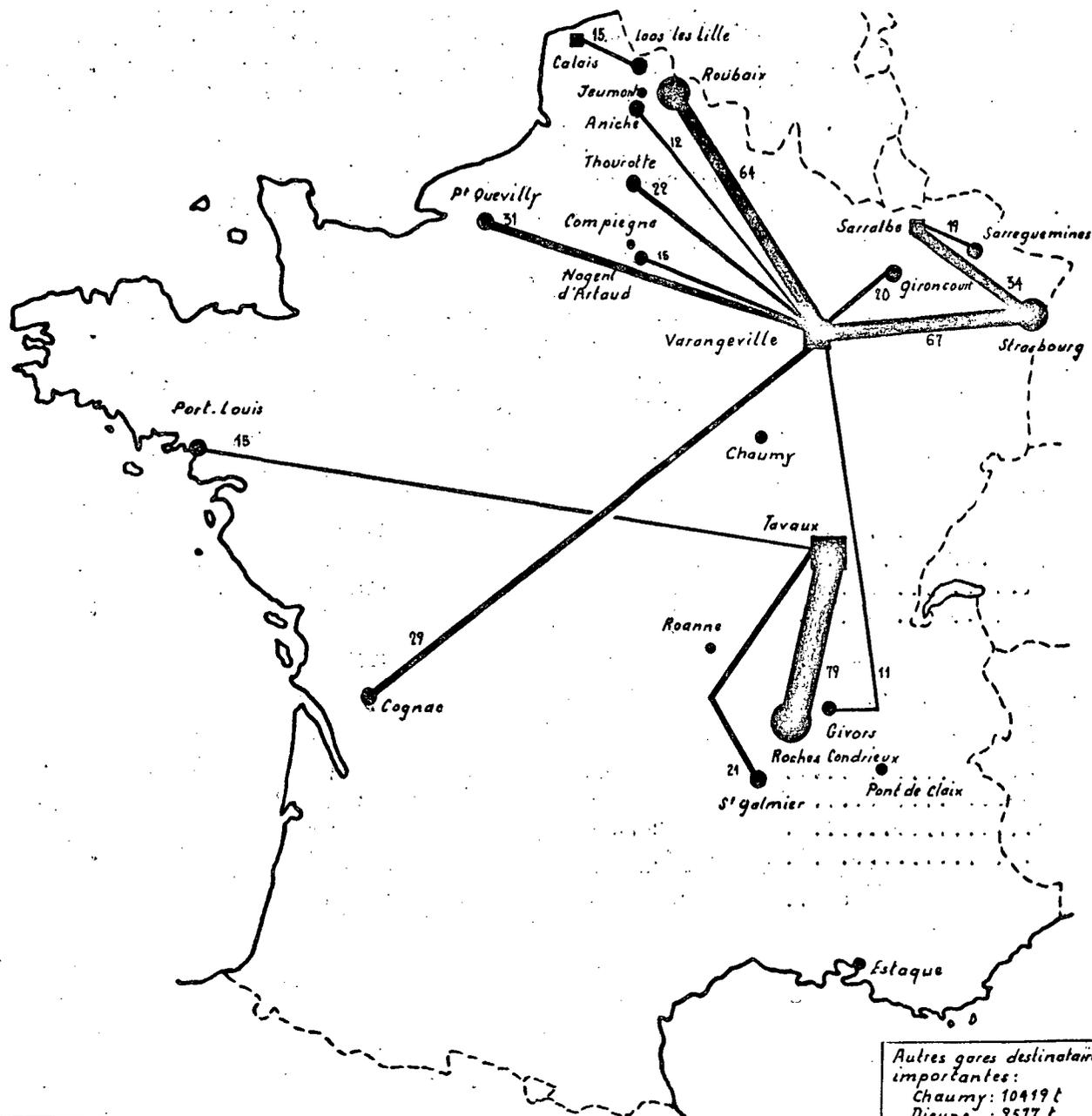
Le tableau et la carte 7 indiquent les tonnages de toutes les liaisons supérieures à 10 000 tonnes avec, pour les plus importantes d'entre elles, les distances ainsi que les tonnages kilométriques. Nous constatons que les liaisons à tonnages élevés correspondent pour la plupart à des distances relativement courtes, ce qui rend compte d'une disposition fonctionnelle des centres de consommation autour des centres producteurs.

Le tableau ci-dessous permet de juger de l'importance de la part qu'occupent les liaisons de plus de 5 000 tonnes par centre expéditeur.

Ventilation des tonnages transportés par liaisons

Centres expéditeurs	Tonnage total expédié	Tonnage des liaisons	En % par rapport au total expédié
<u>Tonnage des liaisons de plus de 5 000 tonnes</u>			
Varangeville.....	516 141	374 573	72,6
Sarralbe.....	108 328	59 407	54,8
Tavaux.....	269 538	165 084	61,2
Autres.....	73 712	28 009	38,0
Total..	967 719	627 073	65,0
<u>Tonnage des liaisons de 500 à 5 000 tonnes</u>			
Varangeville.....	516 141	109 972	21,3
Sarralbe.....	108 328	39 432	36,4
Tavaux.....	269 538	80 985	30,0
Autres.....	73 712	21 093	28,6
Total..	967 719	251 482	26,5

TRANSPORTS FERROVIAIRES DE SOUDE ET DE CARBONATE DE SOUDE
en 1966



Unité: milliers de tonnes
 ■ Expéditeur
 ● Destinataire
 Total transporté: 967719t

Autres gares destinataires importantes:
 Chaumy: 10419 t
 Dieuze: 2577 t
 Jeumont: 5077 t
 Roanne: 9447 t
 Pt de Claix: 5287 t
 Estaque: 3224 t
 Compiègne: 3953 t

Consommation de soudes transportées par la S.N.C.F. en 1966

Centres consommateurs de plus de 7 000 t	Gares expéditrices	Tonnes brutes de NaOH et Na ₂ CO ₃
Sucy-Bonneuil	Varangeville	7 063
Nogent-l'Artaud	Varangeville	14 992
Gironcourt	Varangeville	20 117
Briecourt	Varangeville	7 254
Forbach	Varangeville	8 709
Strasbourg	Varangeville	67 381 } 33 777 } 9 467 }
	Sarralbe	110 625
	Tavaux	
Roubaix	Varangeville	64 536
Thourotte	Varangeville	22 247
Aniche	Varangeville	12 051
Le Tréport	Varangeville	10 051
Petit-Quevilly	Varangeville	30 851
Cognac	Varangeville	28 750
La Chapelle-St-Mesmin	Varangeville	7 272
Callonges-Fontaine ...	Varangeville	8 107 } 5 945 }
	Tavaux	14 052
Givors	Varangeville	11 198
Couzon-Coire	Varangeville	7 998
Lagnieu	Varangeville	8 929
La Rochette	Varangeville	4 604 } 5 282 }
	Tavaux	9 886
Sarreguemines	Sarralbe	18 871
Compiègne	Loos-les-Lilles .	5 953 } 6 648 } 5 077 }
	Chauny	17 678
	Tavaux	
Roches-Condrieux	Tavaux	79 127
Puy-Guillaume	Tavaux	8 893
Saint-Galmier	Tavaux	21 612
Port-Louis	Tavaux	14 874
		<hr/>
	Total retenu	
	en tonnes	550 364
	en % du total trans- porté S.N.C.F. ..	56,9

Relevé des liaisons S.N.C.F. pour les transports de soude et de carbonate de soude
(tonnages supérieurs à 10 000 t en 1966)

Tableau 7

Gares expéditrices	Gares destinataires	Quantités transportées	En % du total transporté	Distance en km	Tonnes-kilométriques
Varangeville ...	Nogent-l'Artaud	14 992	1,3	238	3 568 096
	Gironcourt	20 117	2,0	111	2 232 987
	Strasbourg	67 381	6,9	138	9 298 578
	Roubaix	64 536	6,6	378	24 394 608
	Thourotte	22 247	2,3	332	7 386 004
	Aniche	12 051	1,2	336	4 049 136
	Le Tréport	10 015	1,0		
	Petit-Quevilly	30 851	3,1	426	13 142 526
	Cognac	28 750	2,9	745	21 418 750
	Givors	11 198	1,1	380	4 255 240
	Sarralbe.....	Sarreguemines	18 871	1,9	21
Strasbourg		33 777	3,4	90	3 039 930
Calais	Loos-les-Lille	15 408	1,5	119	1 833 552
Tavaux	Roches-Condrieux	79 127	8,1	243	19 227 861
	Saint-Galmier	21 612	2,1	295	6 375 540
	Port-Louis	14 874	1,5	453	6 737 922

Consommation de produits sodiques transportés par voies fluviales en 1966

en tonnes de produits bruts

Centres consommateurs	Ports d'origine	Na ₂ CO ₃	Total	NaOH	Ports d'origine	
Paris	Nancy	3 695	19 809	13 530	{ 2 310 Rouen 4 857 Conflans 1 918 Nancy 4 445 Besançon	
	Sarreguemines	2 584				
Valenciennes ...	Nancy	10 795	14 161	2 857		{ 122 Nancy 2 735 Besançon
	Sarreguemines	509				
Compiègne	Nancy	25 922	31 441	122	122 Nancy	
	Sarreguemines	5 397				
Reims	Nancy	22 231	25 576	490	490 Besançon	
	Sarreguemines	2 855				
Soissons	Nancy	16 494	25 007			
	Sarreguemines	8 513				
Chalon-sur-Saône	Nancy	9 300	9 300			
Belgique	Nancy	56 531	179 470	22 899	{ 13 640 Nancy 9 259 Besançon	
	Sarreguemines	22 859				
	Strasbourg	100 080				
Pays-Bas	Nancy	8 997	15 684			
	Strasbourg	6 081				
	Mulhouse	606				
	Total retenu					
	en tonnes	303 449	343 347	39 898		
	en % du total transporté					
	O.N.N.	83,7	79,8	59,1		

Nous voyons que pour les trois centres les plus importants, les liaisons de plus de 5 000 tonnes comprennent la majeure partie des expéditions. En supposant qu'en 1966 toutes les liaisons inférieures à 5 000 tonnes se soient effectuées par wagons isolés, les statistiques de la S.N.C.F. permettent d'établir la répartition suivante cette même année :

Coupages des liaisons	Tonnage	En % du total transporté
Plus de 5 000 t.....	627 073	65,0
De 500 à 5 000 t.....	251 482	26,5
Moins de 500 t.....	39 164	8,5
Total..	967 719	100,0

Il est intéressant également de noter (cf. tableau ci-après) que dans le cadre d'une étude par région les échanges de soudes par fer présentent les caractéristiques suivantes :

- les expéditions sont bien groupées puisque deux régions représentent plus de 90 % des expéditions ;
- les destinations sont très morcelées puisque les cinq plus importantes régions n'absorbent pas plus de 70 % du total expédié.

Cette remarque s'apparente à celle déjà faite dans le cas des liaisons considérées séparément.

Régions expéditrices	Tonnages transportés		Régions destinataires	Tonnages transportés	
	en tonnes	en % du total		en tonnes	en % du total
Lorraine.....	627 595	64,9	Rhône-Alpes..	190 594	19,7
Franche-Comté.	269 579	27,9	Nord.....	160 555	16,6
Nord.....	36 142	3,7	Alsace.....	119 412	12,3
Rhône-Alpes...	15 861	1,6	Lorraine.....	103 475	10,7
			Picardie.....	86 588	9,0

En ce qui concerne les lessives de soude des chloriers, nous avons comme principales liaisons (coupure de plus de 5 000 tonnes correspondant à des échanges de soude pure de plus de 2 500 tonnes), celles figurant dans le tableau ci-dessous :

Gares expéditrices	Gares destinataires	Transport S.N.C.F.		km	t.km
		en tonnes	en %		
Pont-de-Claix.....	Saillat	7 035	2,0	587	4 129 545
Martigues.....	Salindres	48 121	13,8	167	8 036 207
Saint-Auban.....	Salindres	39 567	11,4	238	9 416 946
	Gardanne	153 797	44,3	113	17 379 061
	Total retenu	248 520	71,5		
	Total lessives	347 463	100,0		

Nous voyons que les liaisons principales se réduisent à un très faible nombre. Comme il a été déjà dit, des flux très importants sont axés sur les usines d'alumine, puisque trois flux représentent 69,5 % de la totalité de ces transports sous forme lessive. La liaison Pont-de-Claix-Saillat, malgré la grande distance qu'elle représente, ne concerne qu'un faible tonnage de transport, tonnage diminué de moitié si l'on se rapporte à la consommation de soude caustique pure qu'elle implique d'un point de vue industriel. Touterois, il est intéressant de signaler que l'éclatement est très fort pour les faibles tonnages, puisque déjà ces trois gares expéditrices sont à l'origine de 48 autres liaisons toutes inférieures à 5 000 tonnes.

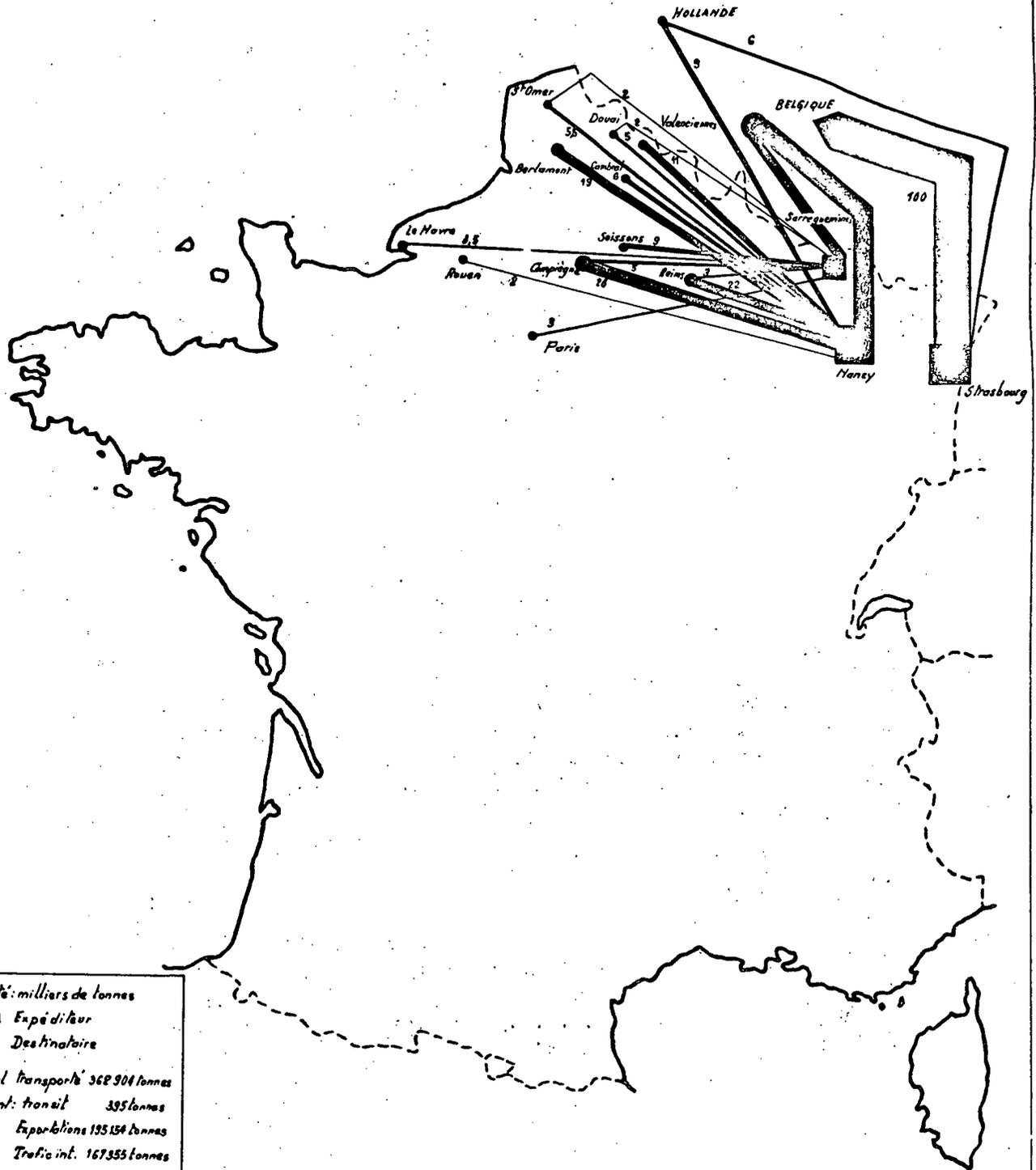
2°) Trafic fluvial

En 1966, les trafics intérieurs pour le carbonate de soude et la soude caustique s'élevaient respectivement à 362 509 tonnes et à 67 500 tonnes, soit un total de 430 009 tonnes, ce qui équivaut à la moitié des transports par S.N.C.F. Nous voyons ainsi que, pour les soudes, ce mode de transport est nettement moins utilisé que le mode ferroviaire.

TRANSPORTS FLUVIAUX DE CARBONATE DE SOUDE

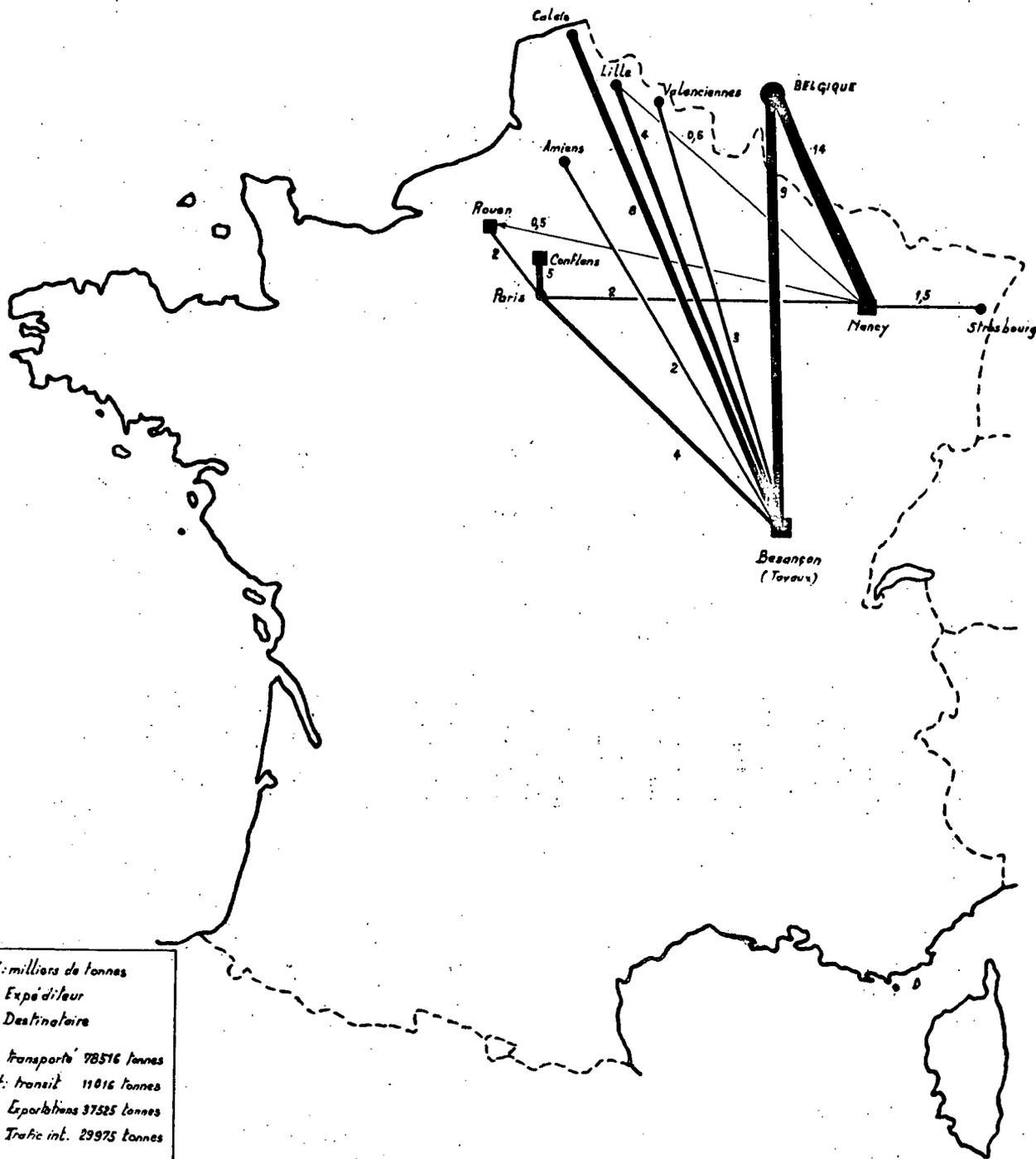
n° 8a

en 1966



TRANSPORTS FLUVIAUX DE SOUDE CAUSTIQUE

en 1966



Importance comparée des différents flux de transports fluviaux en 1966

	Ports expéditeurs	Ports destinataires	Tonnage	Pourcentage	km	t.km	Pourcentage	
Tableau 8a : CARBONATE DE SOUDE	Nancy	Saint-Omer	5 483	1,5	601	3 296 498	3,6	
		Valenciennes	10 795	2,9	491	5 308 726	5,8	
		Berlamont	19 101	5,3	506	9 678 863	10,6	
		Cambrai	6 305	1,7	475	3 001 004	3,2	
		Compiègne	25 922	7,1	378	9 819 635	10,7	
		Reims	22 231	6,1	265	5 789 316	6,3	
		Soissons	16 494	4,5	371	6 122 677	6,7	
		Strasbourg	5 282	1,4	136	718 352	0,7	
		Chalon-sur-Saône	9 300	2,5	380	3 541 705	3,8	
		Belgique	56 531	15,5	343	19 393 816	21,2	
		Pays-Bas	8 997	2,5	229	2 068 959	2,6	
		Sarreguemines	Compiègne	5 397	1,5	480	2 595 424	2,8
			Soissons	8 513	2,3	456	3 888 697	4,2
	Belgique		22 859	6,3	438	10 032 971	10,9	
	Strasbourg	Belgique	100 080	27,6	565	5 704 560	6,2	
		Pays-Bas	6 081	1,6	570	346 617	0,3	
		Total		329 371	90,3		109 665 364	100,0
Tableau 8b : SOUDE CAUSTIQUE	Conflans Nancy Besançon	Paris	4 857	7,1	137	665 409	2,4	
		Belgique	13 640	20,2	336	4 591 888	16,5	
		Calais	8 056	11,9	723	5 830 921	21	
		Lille	4 373	6,4	639	2 798 653	10,1	
		Paris	4 445	6,5	539	2 399 790	8,6	
		Belgique	9 259	13,7	587	5 441 342	19,6	
		Total		44 630	65,0		27 676 361	100,0

Seuls des flux très importants existent pour les exportations comme Strasbourg-Belgique, Nancy-Belgique, Nancy-Pays-Bas, et leurs tonnages, qui atteignent 195 154 tonnes pour le carbonate et 37 525 tonnes pour la soude caustique, participent pour plus de la moitié aux trafics intérieurs fluviaux mentionnés plus haut.

Dans les tableaux et les cartes 8a et 8b, nous avons relevé le tonnage des liaisons de plus de 5 000 tonnes pour le carbonate de soude et la soude caustique. La liaison intérieure la plus importante, pour le premier produit est Nancy-Compiègne avec 7,1 % du trafic total en tonnes (10,7 % en tonnes-kilométriques) et pour le second produit, Besançon-Calais, avec 11,9 % du trafic total en tonnes (21 % en tonnes-kilométriques). Ces résultats montrent qu'en général les liaisons intérieures à plus fort tonnage s'effectuent sur de plus grandes distances, ce qui diminue vraisemblablement les coûts de transport unitaires.

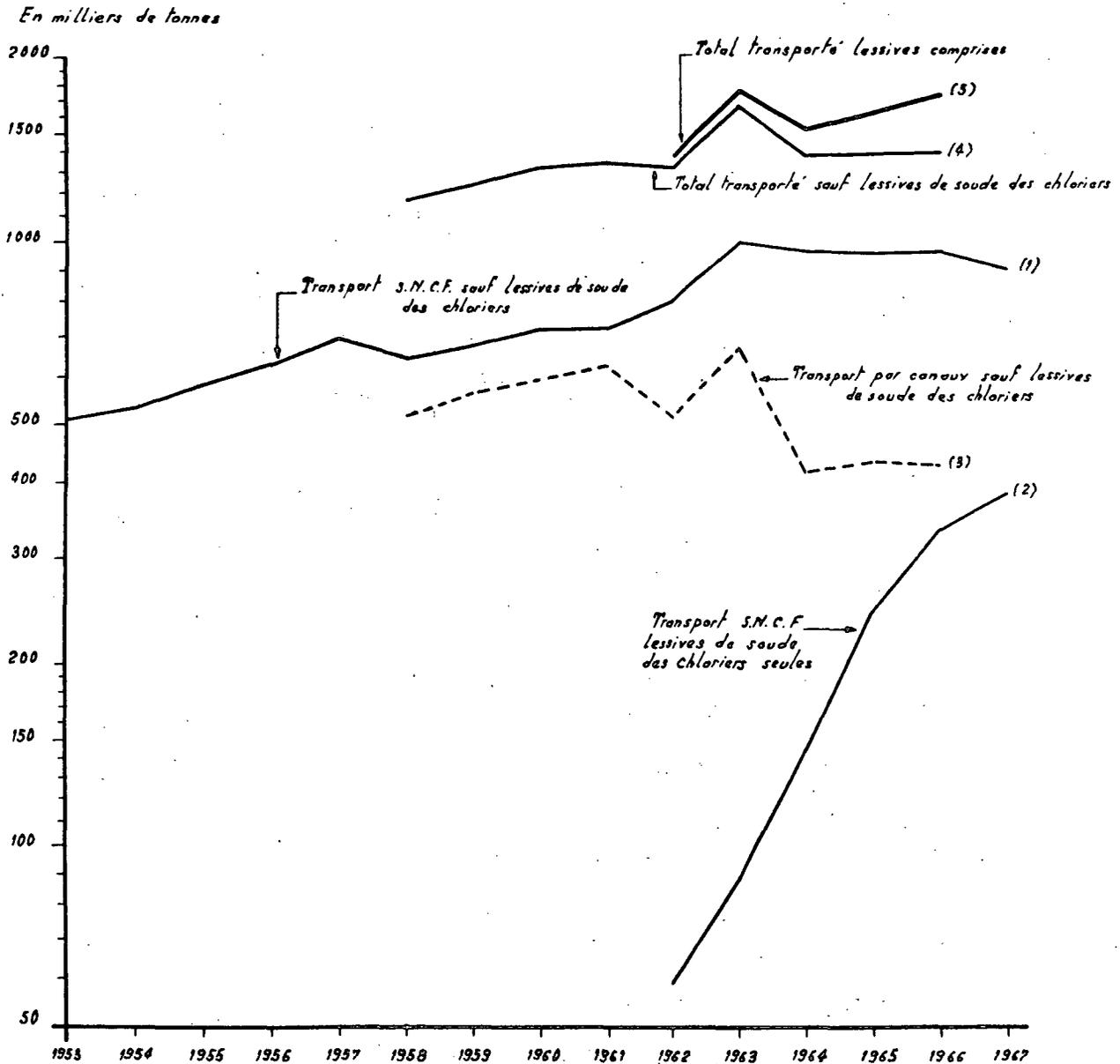
Nous rappelons au passage qu'aucune lessive de soude n'est transportée par voie fluviale.

3°) Evolution de quelques valeurs remarquables

a) Importance relative et croissance comparée de l'utilisation des transports par fer et par canaux

Dans le tableau et le graphique 9 où nous avons porté les quantités transportées par fer (courbe 1) ou par canal (courbe 3) depuis 1953 ou 1958, nous constatons une progression assez régulière de l'utilisation de ces deux modes de transport jusqu'en 1964, date à partir de laquelle on enregistre une stagnation pour les transports par fer et une chute pour les transports fluviaux. Cette modification de structure s'explique par la substitution progressive de la soude de caustification par la soude électrolytique qui affaiblit, de plus en plus, les échanges de carbonate (autrefois produit amont de la soude de caustification). Les transports fluviaux semblent avoir été les plus touchés par cette mutation des procédés de fabrication.

**EVOLUTION DU TONNAGE TRANSPORTE DES DIFFERENTES SOUDES
PAR VOIES FLUVIALES ET PAR FER**



Sources: Statistiques S.N.C.F. et O.N.N.

Tableau 9

<u>Evolution des transports globaux de soude et de carbonate de soude</u>					
en tonnes					
	S.N.C.F.		Canaux (soudières)	Total transporté soudières	Total général transporté
	Soudières 1*	Chloriers 2			
1953...	511 871	-	-	-	-
1954...	531 002	-	-	-	-
1955...	530 687	-	-	-	-
1956...	622 749	-	-	-	-
1957...	693 203	-	-	-	-
1958...	641 471	-	519 868	1 161 339	-
1959...	679 563	-	561 704	1 241 267	-
1960...	719 951	-	596 141	1 316 092	-
1961...	721 092	-	623 802	1 344 894	-
1962...	802 139	58 723	515 397	1 317 536	1 376 259
1963...	999 373	87 978	668 966	1 668 339	1 756 317
1964...	971 912	144 778	417 235	1 389 147	1 533 925
1965...	962 520	244 024	433 093	1 395 613	1 639 637
1966...	967 719	334 353	430 009	1 397 723	1 732 081
1967...	908 478	335 920

* Numéros correspondant aux courbes du graphique 9
 Source : Statistiques S.N.C.F. et O.N.N.

Par ailleurs, si nous considérons les transports de lessives de soude exclusivement, c'est-à-dire lessives correspondant à l'origine à des sociétés dont l'activité première était de produire du chlore, nous voyons que ceux-ci, après avoir été inférieurs à 100 000 tonnes jusqu'en 1963, donc négligeables par rapport aux autres transports, ont pris une importance croissante, puisque la forte progression s'est poursuivie après 1963, aboutissant à un tonnage transporté de près de 400 000 tonnes en 1967. Cette constatation reflète bien l'activité fortement croissante des unités de sodas électrolytiques situées dans le Midi méditerranéen.

En définitive, les chloriers développent leur production de soude à un rythme contraint, nettement supérieur à celui des soudières qui adaptent, en quelque sorte avec plus de souplesse, leur production au solde de la demande de soude. Ce rythme de développement quant aux transports de lessive de soude des chloriers (cf. courbe 2) est amplifié par le fait que ces produits n'ont qu'une teneur en soude de 50 %, d'où des tonnages transportés à peu près doubles des chiffres de production correspondants.

Ces phénomènes se traduisent dans le graphique 9 par deux ensembles, l'un de courbes à tendances faiblement croissantes ou même qui plafonnent ces dernières années (courbes 1, 3, 4) l'autre de courbes à tendances fortement croissantes (courbes 2 et 5).

En agrégeant ces résultats, nous observons sur la période 1962-1966 un taux de croissance annuel moyen -pour la totalité des soudes toutes catégories- en tonnages transportés de 5,9 %.

b) Les trains complets

La part des expéditions par trains complets était de 24,3 % en 1965 et de 26,0 % en 1966. Malgré la légère progression de 4,8 % sur l'année précédente, le pourcentage de 1966 est très peu élevé, si l'on considère que pour l'alumine et le soufre, la même année, nous avons respectivement 85 % et 93 %. Cette faible part d'expéditions par trains complets reflète une fois de plus le grand nombre et la diversité des centres consommateurs de soude caustique et de carbonate.

Pour ce qui est des lessives de soude des chloriers, malgré certaines liaisons importantes du point de vue des tonnages, il n'y a pas de transports par trains complets.

*
* *

En conclusion, la production de la soude se caractérise par une industrie concentrée géographiquement, tandis qu'en ce qui concerne les transports, on peut observer un éclatement important des liaisons, phénomène qui résulte de la diversité d'emploi des produits de la soude et qui se traduit par l'importance des livraisons par wagons isolés. Un fait important à noter est l'influence des changements de procédés de fabrication des produits sodiques sur les transports qui, dans ce cas particulier, se sont traduits par une réduction des quantités transportées des soudières, et par une augmentation des transports de la soude des chloriers. Ce phénomène est particulièrement bien illustré par la comparaison des graphiques 2 et 9.

Chapitre II

**PERSPECTIVES D'EVOLUTION DE L'INDUSTRIE FRANCAISE
DE LA SOUDE ET DES DERIVES**

I - ANALYSE DE L'APPROVISIONNEMENT

Avant d'examiner le développement à attendre de la production en fonction de l'évolution de la consommation et du commerce extérieur, nous allons étudier quelles sont les sources d'approvisionnement en matières premières et énergétiques et comment elles sont susceptibles de se modifier au cours des prochaines années.

A - L'EXTRACTION DU SEL

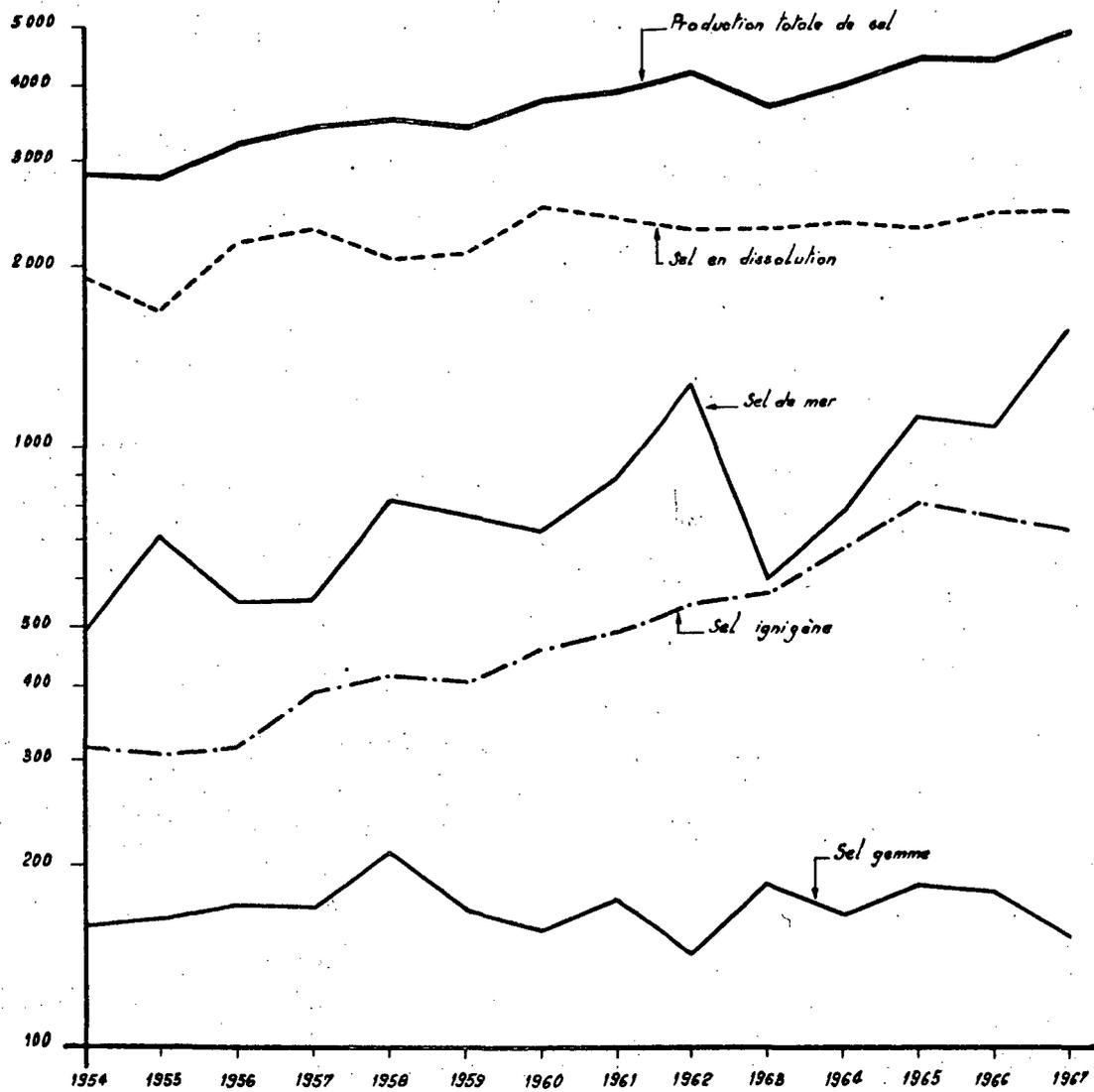
Le chlorure de sodium ClNa est le sel qui sert de matière première de base pour la fabrication de la soude caustique. Les sels gemme d'Alsace et de Lorraine sont actuellement les plus intensivement exploités, mais il existe également des gisements, de moindre importance, dans le Jura et la Meurthe-et-Moselle ; 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,

PRODUCTION DES DIFFERENTES FORMES DE SEL

En milliers de tonnes



Source B.C.S.T.

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.

Tableau 10

Production de chlorure de sodium					en tonnes
	Sel gemme	Sel ignigène	Sel en dissolution	Sel de mer	Total
1954.....	159 656	313 488	1 946 000	495 368	2 884 512
1955.....	164 167	308 524	1 680 000	707 568	2 860 259
1956.....	173 689	316 834	2 221 000	549 000	3 260 523
1957.....	171 271	391 726	2 305 000	555 000	3 422 997
1958.....	209 931	416 091	2 072 900	824 107	3 523 029
1959.....	169 588	405 518	2 119 921	770 713	3 465 740
1960.....	156 142	452 307	2 502 144	725 671	3 836 264
1961.....	176 627	492 282	2 404 124	887 882	3 960 915
1962.....	142 032	546 203	2 302 800	1 267 282	4 258 317
1963.....	188 946	572 259	2 327 857	604 718	3 693 780
1964.....	167 198	679 777	2 394 602	790 506	4 032 083
1965.....	185 229	807 115	2 331 017	1 126 075	4 449 426
1966.....	180 398	761 590	2 459 697	1 061 100	4 462 185
1967.....	153 672	733 380	2 447 880	1 540 000	4 874 832

Source : B.C.S.I.

Dans le tableau et le graphique 10 qui retracent l'évolution de la production des différentes formes de sel, nous remarquons que le sel en dissolution, généralement utilisé pour la soude électrolytique, progresse très lentement, alors que le sel de mer est sujet à de fortes variations, variations expliquées par les différences dans les durées d'insolation d'une année sur l'autre. En outre, les sels gemmes et igni-

gènes utilisés dans la fabrication du carbonate de soude -et par conséquent indirectement de la soude par caustification- ont vu leur production croître sensiblement et régulièrement jusqu'en 1965 ; ensuite la baisse enregistrée s'explique par la disparition progressive de l'utilisation de la soude par caustification du carbonate. On note également que la production totale de sel, entre 1959 et 1966, présente un taux de progression de 3,7 %, taux comparable à celui correspondant au carbonate de soude, mais nettement inférieur à celui de la soude caustique.

<u>Taux de croissance annuel moyen des diverses sortes de sel</u> (période 1954-1967)					
	Production				Taux de crois- sance
	1954		1967		
	tonnes	%	tonnes	%	
Sel gemme.....	159 656	5,5	153 672	3,2	- 0,2 %
Sel ignigène.....	312 488	10,9	733 380	15,0	+ 6,7 %
Sel en dissolution	1 946 000	67,1	2 447 880	50,2	+ 1,8 %
Sel de mer.....	495 368	17,1	1 540 000	31,6	+ 9,1 %
Total sel..	2 884 512	100	4 874 832	100	+ 4,1 %

B - L'APPROVISIONNEMENT EN CALCAIRE

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 pratiquement illimitée, et elles sont situées dans de nombreuses régions de France. La Société Solvay, qui est le producteur pratiquement exclusif (1) de car-

(1) Les Soudières Réunies en produisent en quantité nettement inférieure

nate de soude, s'approvisionne en calcaires non commercialisés, c'est-à-dire que cette matière première provient d'unités intégrées à la Société (comme c'est également le cas pour le chlorure de sodium). On peut ajouter que seuls la Bretagne, la Vendée, le Centre (Massif central, Puy-de-Dôme) et certains secteurs de la région méditerranéenne sont dépourvus de la qualité de calcaire nécessaire à la soude.

C - L'ENERGIE ELECTRIQUE

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 (cf. Chapitre I).

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.

En conclusion, cette analyse rapide des différentes ressources propres aux soudières, nous porte à croire que d'ici à 1985 aucune pénurie, que ce soit de sel, de calcaire ou d'énergie n'est à craindre pour les unités actuellement existantes.

(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.

II - PREVISIONS DE CONSOMMATION

Il semble que pour la soude une prévision globale ne puisse pas indiquer suffisamment sur quelles régions porteront les augmentations de capacité ou, éventuellement, les nouvelles implantations. En effet, mis à part les conditions restrictives dues aux approvisionnements en matières premières (limitation des transports de sel et d'énergie électrique) cette modification des capacités de production se différenciera surtout suivant les emplois des produits fabriqués. Ainsi, une prévision de développement par secteurs consommateurs suivie d'un synthèse permettra au mieux d'évaluer une consommation totale en 1985.

A - LES DEBOUCHES DE LA SOUDE CAUSTIQUE

1°) Alumine

Les unités de Saint-Auban et de Lavéra satisfont actuellement la quasi-totalité de la demande en soude des usines d'alumine implantées sur notre territoire. Ces usines consomment -pour la qualité de la bauxite qu'elles utilisent, à savoir une teneur en silice d'environ 7 à 8 %- en moyenne 130 kg de Na_2O , soit 168 kg de soude par tonne d'alumine.

Ce rapport technique est obtenu en partant du fait qu'une tonne de silice nécessite pour sa séparation du minerai entre 670 et 675 kg d'ion Na_2O . Cette proportion ne sera pas susceptible de changer au cours des prochaines années, car le progrès technique dans ce procédé de fabrication de l'alumine, utilisé depuis très longtemps, n'a pratiquement pas subi d'évolution. En effet, comme il ne présente pas de graves inconvénients au point de vue de son exploitation, la recherche pour la découverte d'un autre procédé ne préoccupe que peu les industriels intéressés.

Si le facteur technologique n'influera pratiquement pas sur la consommation spécifique de soude, la teneur en silice de la bauxite sera susceptible de varier par rapport à celle des types de minerais actuellement utilisés et aura par contre une incidence notable ; comme nous

l'avons montré à propos des transports d'alumine-bauxite (1), la France importera une part importante de bauxite, à des teneurs ne dépassant pas 3 % de silice, tout en maintenant son approvisionnement en bauxite française à peu près constant. Ainsi, on peut prévoir que la consommation spécifique diminuera de moitié, c'est-à-dire s'établira aux environs de 70 kg de Na_2O par tonne d'alumine, soit 90 kg de NaOH.

En conservant notre hypothèse de production intérieure d'alumine pour 1985, soit 1 700 000 tonnes, la consommation atteindrait alors à cette époque 153 000 tonnes de soude ; cette quantité comparée à celle correspondant à 1967, à savoir 175 000 tonnes (2) amène à penser que la consommation de soude dans le secteur "alumine" sera pratiquement inchangée, sinon légèrement inférieure ; cette constatation ne peut nous surprendre, puisque notre industrie de l'aluminium, bien que se développant assez fortement, importera de la bauxite à plus faible teneur en silice, donc nécessitant moins de soude.

Il n'est toutefois pas exclu que le tonnage prévu pour 1985 puisse être nettement plus élevé, à la suite de la création d'une importante usine d'alumine supplémentaire à proximité directe d'une usine d'aluminium implantée dans le nord de la France ou dans les pays voisins de la C.E.E. Cette éventualité a été explicitée dans la première partie de l'étude concernant la bauxite et l'alumine mais elle n'a pas été retenue comme étant une solution très probable ; cette hypothèse pourrait entraîner une production nationale supplémentaire de soude de l'ordre de 90 000 tonnes. La décision de construire ou non cette usine d'alumine pourrait être alors fortement motivée par l'existence d'un excédent de soude fatale inemployée.

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

(2) A titre de vérification, si on se reporte aux valeurs de soude dans ce secteur, trouvées en conservant le pourcentage déterminé par le Ve Plan dans la ventilation de ses consommations en 1965, soit 27,9 % (cf. chapitre I), on arrive pour 1967 au résultat suivant (en tonnes) :

Production nationale de soude	+ 876 240
Importations	+ 24 370
Exportations	- 184 084
Consommation apparente totale	= 717 026

ainsi 27,9 % représentent 199 000 tonnes d'alumine ; par conséquent, ce pourcentage admis pour la situation actuelle sera considéré comme fort dans la suite de l'étude.

Par ailleurs, en ce qui concerne le commerce extérieur de la soude dans ce débouché, il est intéressant de noter qu'actuellement l'usine de Saint-Louis-des-Aygalades s'approvisionne exclusivement en soude importée de Sicile, soit environ 11 000 tonnes, ce qui porte les livraisons de soude française dans ce débouché à environ 160 000 tonnes. Pour la firme S.F.I.A., à participation suisse, la décision d'importer s'explique par la volonté de conserver une certaine autonomie vis-à-vis des industries de l'aluminium à capitaux français fortement intégrées ; de toute manière, cette part de soude importée devrait n'augmenter que peu d'ici à 1985, puisqu'on n'enregistre pas pour l'unité de Saint-Louis-des-Aygalades une augmentation de capacité notable (cf. étude bauxite-alumine).

2°) Textiles artificiels

a) La structure de l'industrie

Actuellement, trois sociétés, C.T.A. (Compagnie des Textiles Artificiels et Synthétiques), Courtaulds et la Société Industrielle de Moy se partagent dans le marché des textiles artificiels, la vente de rayonne et de fibranne ; cette catégorie de l'industrie textile est donc bien regroupée surtout si l'on considère que C.T.A. fabrique environ 80 % de la production totale de ces produits ; les unités productrices sont localisées pour la plupart dans le Nord et la région parisienne, ainsi que dans la région lyonnaise (cf. tableau ci-après). Notons que la fabrication des pâtes cellulosiques, matières premières de la viscose, n'est intégrée à aucune des sociétés de textiles artificiels. Ces pâtes, en général au bisulfite, sont livrées par les sociétés La Cellulose du Pin (usines de Tartas et de Facture) et la Cellulose d'Auzay (usine de Rouen). Une part importante de la consommation de pâte pour les textiles artificiels (de 55 à 60 %) est importée sous forme de pâte au bisulfite, et même au sulfite, comme c'est le cas pour nos fournisseurs américains.

Sociétés	Lieu	Département	Production R = rayonne F = fibranne
C.T.A.	Roanne-Matel	Loire	F
	Vaulx-en-Valin	Rhône	R entre autres
	La Voulte	Ardèche	R
	Grenoble	Isère	R
	Izieux	Loire	R
	Albi	Tarn	R
	Givet	Ardennes	R
	Gauchy	Aisne	R + F
	Bezons	Val-d'Oise	F
	Arques-la-Bataille	Seine-Maritime	R
Courtaulds S.A.	Coquelles (Pont-du-Leu)	Pas-de-Calais	R + F
Société Industrielle de Moy	Moy-de-l'Aisne	Aisne	R

b) Les procédés de fabrication

On entend par rayonne, la qualité du textile composée de fils continus à base de cellulose régénérée, que l'on obtient industriellement par le procédé viscose. Ce procédé consiste en un traitement de la cellulose, provenant de linters ou pâte de bois, par la soude caustique, afin d'obtenir l'alcali-cellulose. Le sulfure de carbone réagissant sur l'alcali-cellulose permet la dissolution de celui-ci dans un excès de soude, ce qui donne le xanthate de cellulose. Ce mélange, la viscose, passe à travers une filière dans un bain salin acide et provoque la coagulation des filaments, de même que la régénération de la cellulose. Dans l'ultime phase de la fabrication, les filaments sont débarrassés de l'acide dont ils ont été imprégnés dans les bains de filature, ainsi que des sels et du soufre, et subissent les traitements classiques de finition. Nous voyons que dans cette fabrication l'utilisation de la soude intervient à deux reprises, à savoir au moment de la transformation de la

cellulose en alcali-cellulose (opération de trempage), ainsi que pour l'obtention du xanthate de cellulose (opération de mixage).

Quant à la fabrication de la fibranne, le procédé "viscose" est également employé pour obtenir la matière de base, la viscose, au même titre que pour la rayonne ; la différence intervient avant le passage dans les filières, puisque ici ce sont les filaments de plusieurs filières qui sont réunis en un câble ; celui-ci est ensuite coupé en fibres de longueur voulue, d'où son nom de fibranne. Par conséquent, tant pour la rayonne que pour la fibranne, la soude est utilisée en quantité spécifique égale dans le procédé viscose.

Le tableau ci-dessous indique la consommation spécifique de soude dans cette branche, durant les dernières années ; pour ce faire, on a distingué, d'une part, la rayonne et la fibranne et, d'autre part, des emplois divers pour la fabrication de pellicule, boyaux celluloseux et éponges. Ainsi nous obtenons une évaluation approximative (puisque la variation des stocks n'est pas retenue) de la consommation spécifique de soude qui est, en moyenne arithmétique, d'environ 626 kg de soude par tonne de rayonne ou de fibranne.

<u>Consommation spécifique de soude</u> (en kg de NaOH par tonne de fibranne et de rayonne) en tonnes					
	Production de viscose pour fibranne et rayonne	Produits annexes	Production totale	Consommation de soude en t NaOH à 100 %	Consommation spécifique
1964.....	136 356	32 265	168 621	107 537	637,7
1965.....	118 197	34 379	152 576	93 684	614,0
1966.....	113 707	38 637	152 344	94 763	622,0
1967.....	98 683	37 017	135 700	85 500	630,1

Source : Syndicat des T.A.S. et B.C.S.I.

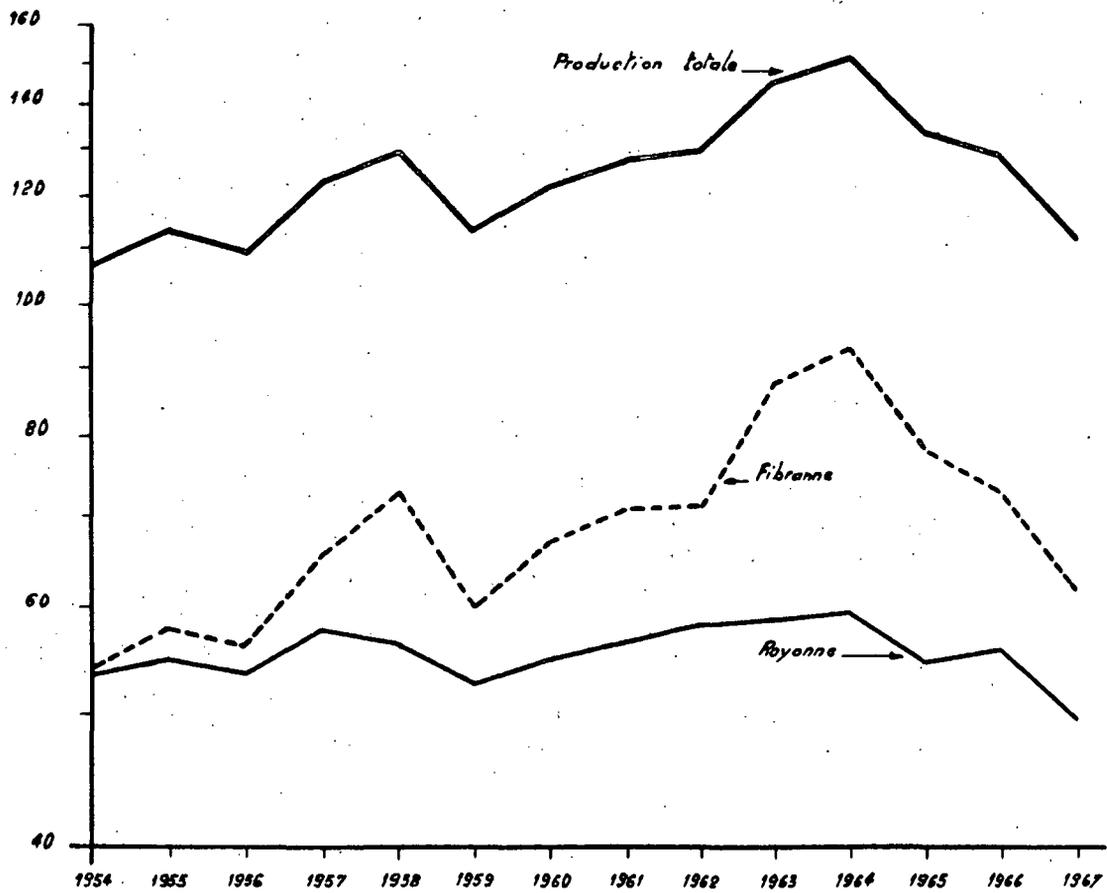
c) L'activité industrielle et les perspectives d'évolution

Si l'on considère les chiffres de production (1) de 1954 à 1964 (cf. tableau et graphique 11), on relève une bonne extension dans la fabrication de la fibranne, alors que pour la rayonne cette progression se révèle beaucoup plus nuancée ; c'est ainsi que, avec 92 340 tonnes en 1964 contre 53 396 tonnes en 1954, la production de fibranne s'est développée à raison de 5,6 % par an, et que dans le cas de la rayonne, partant de chiffres sensiblement égaux en 1954, la production de 1964 n'atteint que 59 280 tonnes, soit un taux de croissance annuel moyen de 1,1 %. A partir de 1964, nous assistons à un changement brutal de la tendance - changement dû au développement de certaines sortes de textiles synthétiques à mêmes propriétés que les T.A.S. mais à des prix nettement plus avantageux - ainsi d'ailleurs qu'à un début de sous-consommation, comparativement à ce qui se passe chez nos voisins européens. En 1967, nous retrouvons alors pratiquement le niveau de production de 1954. Par ailleurs, nous constatons que le même ralentissement se ressent au niveau des exportations (cf. tableau et graphique 12), exportations qui s'étaient développées sur la période antérieure 1954-1964.

Les importations, au contraire, qui représentent en quantité respectivement 2,2 % et 9,3 % de la production en 1954 et 1967, semblent avoir consolidé leur rythme d'expansion et, surtout, ne pas avoir été affectées par le renversement de situation en 1964. En outre, il faut noter que les importations des deux qualités de textiles artificiels ont augmenté en moyenne de 18,5 % par an de 1954 à 1967. Ces différentes remarques confirment la situation alarmante dans laquelle se trouve actuellement l'industrie française des textiles artificiels, situation aggravée par une concurrence internationale beaucoup plus vive et qui, de surcroît, pratique souvent le dumping.

Les différentes tendances décomposées sur les deux périodes 1954-1964 et 1964-1967 sont résumées dans le tableau page 73 :

(1) Dans cette production, nous avons inclus la production d'acétate (qui ne consomme pas de soude), afin de conserver des données homogènes avec le commerce extérieur qui ne ventile pas entre viscose et acétate. De toute façon, la production d'acétate ne représente guère plus de 10 % de l'ensemble des textiles artificiels.

PRODUCTION DE RAYONNE ET FIBRANNE*En milliers de tonnes**Source: B. C. S. J.*

Production et commerce extérieur des textiles artificiels

en tonnes

Tableau 11

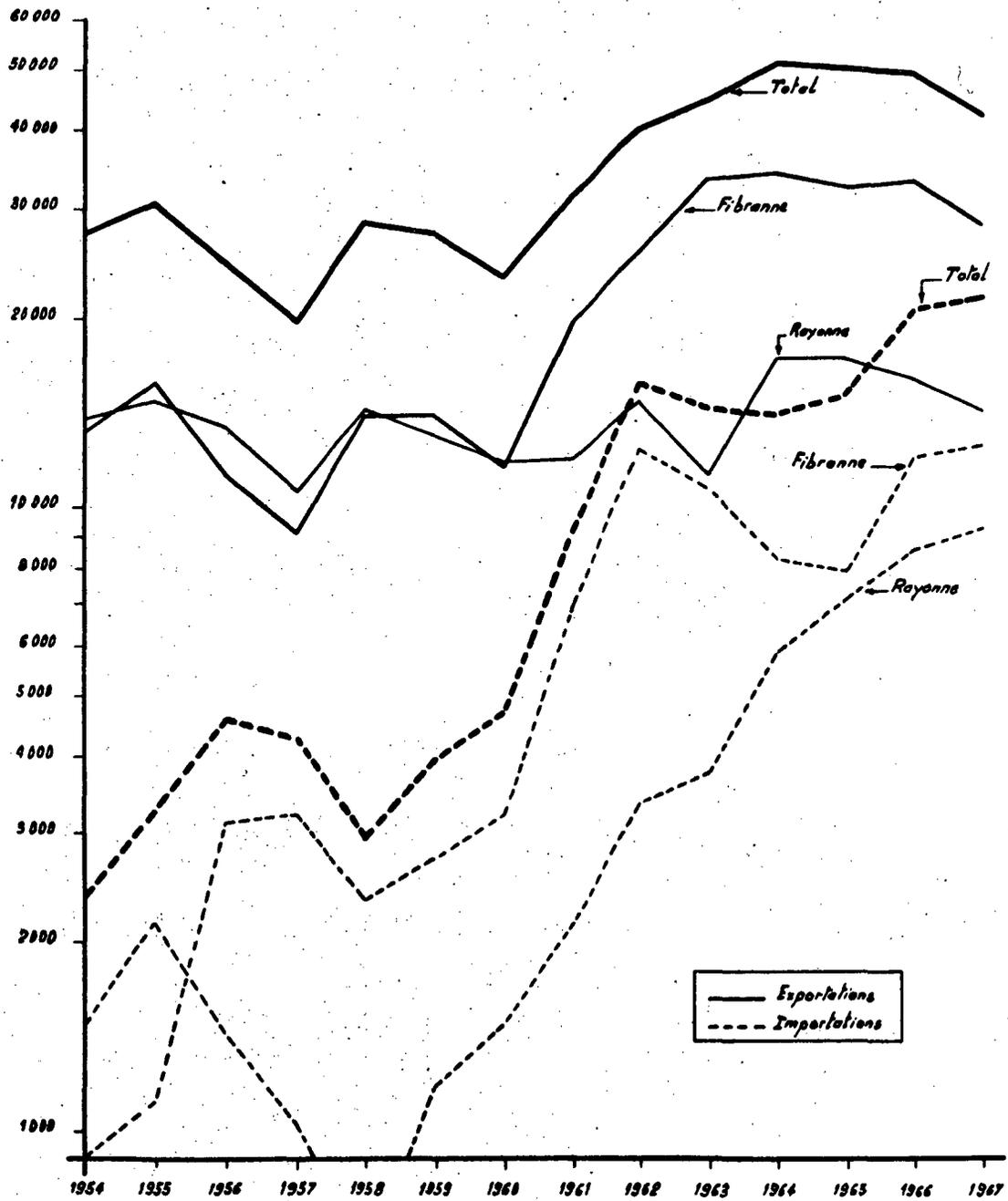
Tableau 12

	Production			Exportations			Importations		
	Rayonne	Fibranne	TOTAL	Rayonne	Fibranne	TOTAL	Rayonne	Fibranne	TOTAL
1954	53 340	53 396	106 736	13 961	13 244	27 205	1 468	900	2 368
1955	54 894	57 873	112 767	14 695	15 773	30 468	2 155	1 112	3 267
1956	53 489	55 902	109 391	13 326	11 163	24 489	1 435	3 106	4 541
1957	57 909	65 589	123 498	10 546	9 185	19 731	1 030	3 218	4 248
1958	56 284	72 956	129 240	14 294	14 287	28 581	607	2 334	2 941
1959	52 781	59 859	112 640	13 011	14 206	27 297	1 169	2 727	3 896
1960	54 974	66 875	121 849	11 726	11 654	23 380	1 486	3 210	4 696
1961	56 457	70 752	127 209	11 980	19 665	31 645	2 150	6 937	9 095
1962	58 066	70 847	128 853	14 695	25 517	40 212	3 376	12 480	15 856
1963	58 550	87 203	145 753	11 252	33 407	44 659	3 758	10 695	14 453
1964	59 280	92 340	151 620	17 407	34 142	51 549	5 815	8 240	14 055
1965	54 776	77 998	132 774	17 393	32 650	50 043	7 118	7 945	15 063
1966	55 751	72 797	128 548	16 089	33 418	49 507	8 580	11 988	20 568
1967	49 632	61 836	111 468	14 268	28 140	42 408	9 240	12 444	21 684

Source : B.C.S.I.

COMMERCE EXTERIEUR DE LA RAYONNE ET DE LA FIBRANNE

En tonnes



Source: B.C.S.I.

Taux de croissance moyen de la production et des exportations
de fibranne et de rayonne

en %

	1954-1964		1964-1967	
	Production	Exportations	Production	Exportations
Rayonne.....	1,1	2,3	- 6,1	- 6,2
Fibranne.....	5,6	10,0	- 14,3	- 6,8
Total fibranne + rayonne...	3,6	6,6	- 10,8	- 6,7

Malgré le malaise certain qui règne actuellement dans l'industrie des textiles artificiels, il ne semble pas que la chute de production, constatée depuis 1964, doive se poursuivre à long terme. En effet, la réticence de la consommation finale vis-à-vis de ces produits devrait être compensée par le développement de la consommation de certaines qualités de produits indispensables. Ainsi la rayonne à haute ténacité, non concurrencée par les polyamides, a un avenir favorable du fait qu'elle est liée à l'industrie des pneumatiques, donc à l'industrie automobile, qui est en expansion continue. Cependant la rayonne de qualité courante verra son marché capté, de plus en plus, par les fibres synthétiques, pour des raisons de qualité et de rentabilité. La fibranne, grâce à ses qualités propres, devrait maintenir à son avantage la compétition avec le coton.

Par conséquent, si certains débouchés de la rayonne ou de la fibranne tendent à disparaître, d'autres se maintiendront et même se développeront. Malgré la grande difficulté que présente une prévision à long terme dans le secteur de l'industrie textile, il semble donc raisonnable d'admettre pour l'horizon 1985 une production comparable à celle de l'époque actuelle, soit environ 100 000 à 120 000 tonnes, pour ce qui concerne la seule viscose pour la rayonne et la fibranne et 140 000 à 150 000 tonnes pour l'ensemble de la viscose toutes utilisations.

Principaux producteurs français de pâte au sulfate

	Localisation des unités de production	Gare	Production de pâtes au sulfate	
			en t/j	en % par rap- port au total
La Cellulose du Pin.....	Bègles (Gironde)	Bordeaux Saint-Jean	e 120	7,2
	Facture-Bigarros (Gironde)	Facture	e 410	24,5
La Rochette-Cenpa.....	Roquefort (Landes)	Roquefort	e 95	5,7
	Tarascon-sur-Rhône	Tarascon-sur-Rhône	b 270	16,1
Papeterie de Gascogne.....	Mimizan (Landes)	Mimizan-Bel-Air	e 180	10,7
Société Calaisienne des Pâtes à Papier.....	Calais (Pas-de-Calais)	Calais maritime	100	6,0
La Cellulose d'Aquitaine..	Saint-Gaudens (Haute-Garonne)		b 240	14,3
Rey (produits chimiques et cellulose).....	Saillat (Haute-Vienne)		b 260	15,5
			Total 1 675 (1)	100,0

e : écrue b : blanchie

(1) En supposant que toutes les usines marchent toute l'année durant (soit 365 jours), nous aurions une production intérieure de pâtes au sulfate de 611 375 tonnes alors que la production pour 1966 était de 584 400 tonnes. Cette différence tient à ce que les productions relevées correspondent à la période de début de l'année 1967 et que certaines unités ne travaillent pas 365 jours ; toutefois il est intéressant de noter que cet écart est relativement faible (+ 4,6 %).

Source : Annuaire de la Papeterie française en 1966

D'ailleurs, cette tendance à la stabilisation sera favorisée par une baisse prévisible du prix de la soude, qui permettra un prix de revient de fabrication de la viscosse sensiblement moins élevé, puisque le prix de la soude intervient pour plus de 10 % dans l'élaboration du produit fini. Quant à l'évolution future de la consommation spécifique de soude, il n'y a pas de grands changements à attendre : la soude est le seul produit adéquat, et, d'ailleurs, la baisse prévisible de son prix n'incitera certainement pas les utilisateurs à chercher des substituts.

Nous devrions également assister à une stabilisation des importations et des exportations, puisque les industriels français, grâce à la légère baisse du prix de revient unitaire, pourraient mieux défendre leurs intérêts sur le plan international.

En conclusion, dans le secteur de la viscosse, notamment pour les textiles artificiels, nous retiendrons une consommation de soude d'environ 95 000 tonnes (de NaOH 100 %) pour l'année 1985 (1).

3°) Pâtes à papier

a) La structure de l'industrie

La branche "papiers et cartons" comprend environ 200 sociétés, dont de nombreuses sont de petite taille ; celles dont le chiffre d'affaires dépasse 200 millions de francs (chiffres 1964) sont les Sociétés Havas, la Cellulose du Pin, la Rochette-Cenpa et les Papeteries de France. Les producteurs de pâte, également très nombreux, sont le plus souvent intégrés verticalement à une papeterie et éventuellement même à une société de transformation ; c'est le cas déjà de la Cellulose du Pin et de la Rochette-Cenpa. Sur environ 80 producteurs de pâte en France, 3 seulement travaillent indépendamment des papeteries ou transformeurs et ils commercialisent donc leur production.

Parmi ces producteurs, seuls ceux fabriquant des pâtes au sulfate (ou pâtes à la soude) utilisent d'une manière substantielle la soude (non commercialisée). Dans le tableau ci-contre figurent les principaux producteurs qui représentent plus de 90 % de la production française de pâte au sulfate.

(1) En 1967, la production a été plus faible, mais nous sommes aussi en présence d'une année conjoncturelle mauvaise.

b) Les procédés de fabrication

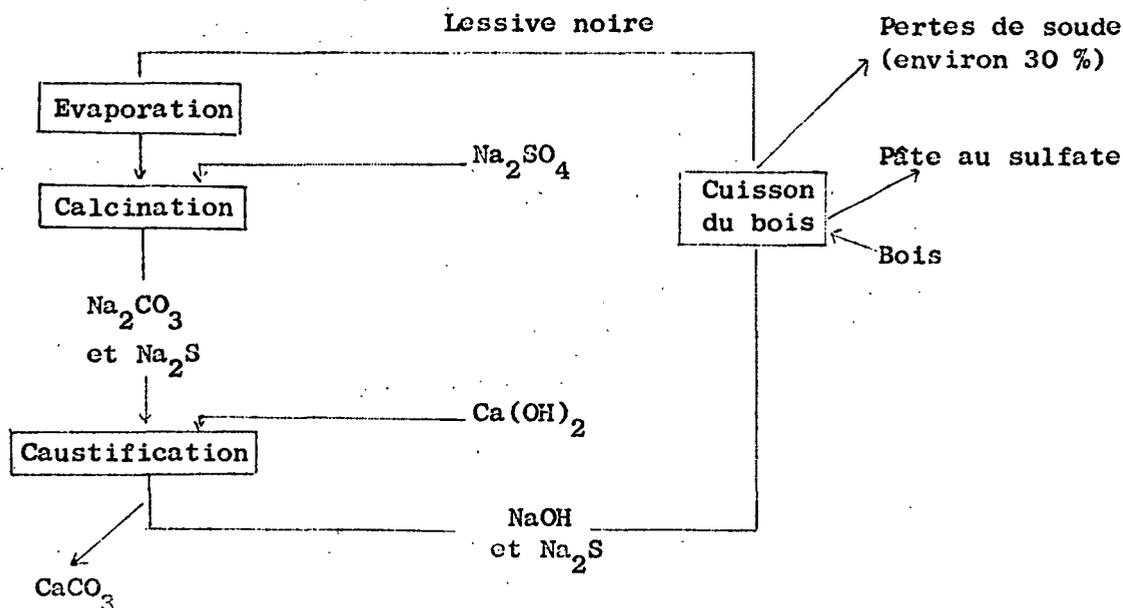
Industriellement, les procédés d'obtention de pâtes à papier sont multiples. Actuellement, on utilise en plus ou moins grande quantité les pâtes mécaniques de bois, les pâtes chimiques de bois, les pâtes mi-chimiques de bois, les pâtes de récupération de papiers ou de vieux chiffons, enfin les pâtes de plantes annuelles, comme celles provenant de paille, d'alfa, de bagasses et de roseaux.

Les pâtes de bois, qui sont les plus importantes, résultent de la séparation mécanique (par désintégrateur à disque ou défibreur à meules), ou chimique (réaction à chaud de l'anhydride sulfureux ou de la soude) des fibres cellulosiques qui se trouvent dans la matière première, et qui sont liées entre elles par la lignine et l'hemicellulose ; cela afin de faire apparaître les fibres à l'état individuel pour supprimer la rigidité de la matière première et permettre aux usines à papier de fabriquer la feuille.

En faisant le bilan de l'emploi de la soude dans ces différents procédés, nous voyons qu'elle intervient essentiellement dans trois procédés et dans l'opération de blanchiment.

- Procédé au sulfate (pâte kraft)

Dans le procédé dit au sulfate ou à la soude (qui théoriquement devrait s'appeler le procédé au sulfure de sodium et à la soude), nous avons une consommation importante de soude qui n'est pas livrée par les soudières ou les chloriers, mais régénérée à l'intérieur de l'usine fabriquant la pâte ; en effet "la lessive noire" résultant de la solution de soude caustique accompagnée de sulfure de sodium qui a débarrassé le bois de la lignine au cours de l'opération de cuisson, est calcinée suivant le processus représenté par le schéma suivant :



En fait, du point de vue de l'approvisionnement de l'usine en matières premières, ce procédé de fabrication une fois mis en route n'implique plus qu'une consommation de sulfate de sodium et de chaux. Quantitativement, on peut dire que, en règle générale, il faut environ 20 à 40 kg de sulfate de sodium (Na_2SO_4) pour fabriquer 100 kg de pâte sèche à 38%. Ce sulfate de sodium fournit des ions Na pour la régénération de la soude et du sulfure de sodium.

Ce procédé n'implique donc qu'une consommation de soude au moment du démarrage, et une consommation permanente de sulfate de sodium, cela parce que ce produit se trouve sur le marché à un prix nettement inférieur à celui de la soude ; dans le cas où la soude verrait son prix

nettement baisser, ce qui n'est pas exclu à long terme, il se pourrait que le procédé de recyclage soit délaissé au profit d'un autre impliquant une consommation de soude commercialisée (c'est-à-dire sans régénération) (1).

Cette méthode confère au papier une résistance mécanique supérieure (2) qui répond aux caractéristiques exigées pour les papiers ou cartons d'emballage. Le progrès réalisé ces dernières années sur cette qualité de pâte a permis de l'utiliser non seulement pour l'emballage (puisque à l'origine sa teinte était brunâtre) mais encore pour des papiers impression écriture, en traitant à cet effet les résineux, le hêtre et l'eucalyptus. Ainsi, ce papier rivalise en blancheur avec les meilleures pâtes au bisulfite, tout en conservant sa solidité supérieure et en permettant également une meilleure opacité à la "main".

- Procédé au bisulfite

Nous pouvons mentionner que dans la catégorie des pâtes chimiques, le procédé nécessaire à l'élaboration des pâtes au bisulfite, en ce qui concerne la France, n'entraîne actuellement aucune utilisation de la soude puisque la cuisson du bois s'effectue à l'aide du bisulfite de chaux (3) ou d'ammonium (4), à l'exception de "La Cellulose d'Alizai" qui utilise le procédé au bisulfite de sodium.

Or, dans ce domaine, on peut peut-être s'attendre à une évolution vers la consommation de soude, si l'on considère que certains pays à techniques de production très modernes, comme les pays scandinaves, utilisent maintenant le bisulfite de sodium, en remplacement du bisulfite

-
- (1) En effet, sans régénération de la soude, il faudrait théoriquement 374,7 kg d'"alkali actif" par tonne de pâte écrue, ce qui reviendrait à une consommation spécifique de 484 kg de soude. Cette quantité de soude très élevée permet de croire que la conversion du procédé avec régénération en procédé sans régénération ne pourra être totale, mais pourrait, si les conditions technico-économiques le permettaient, absorber facilement l'excédent de soude.
 - (2) D'où le nom de pâte kraft, du mot allemand **Kraft** = force
 - (3) Les usines employant ce procédé sont La Calaisienne, la Cellulose de Strasbourg, la Papeterie de Novillards (Doubs), la Papeterie de Modane et la Papeterie de Navarre.
 - (4) Seule l'usine de Tartas (Cellulose du Pin) emploie de procédé.

de chaux, cela pour éviter les sérieux problèmes posés par la pollution croissante des eaux due à l'évacuation des pertes de bisulfite de chaux (1). Dans ce cas, le nouveau procédé au bisulfite de sodium impliquerait une récupération par recyclage qui s'accompagnerait d'une consommation de soude relativement importante. Il semble très probable que certaines des usines travaillant au bisulfite de chaux se convertissent au procédé du bisulfite de sodium, d'autant que les modifications d'installations à apporter sont minimales.

- Procédé au monosulfite

Ces pâtes mi-chimiques sont produites à partir du traitement de la paille ou de bois de taillis pour la fabrication de cartons cannelures. Le traitement de la paille nécessite un mélange de soude caustique et de chaux ou de la soude caustique seule, alors que pour le bois de taillis l'attaque se fait par le monosulfite de sodium. Bien que ce genre de pâtes représente en tonnage une production faible par rapport aux pâtes au sulfate, leur production augmente légèrement.

Il est admis que la consommation de soude s'élève à environ 3,2 % du poids de la pâte traitée. Les prévisions de consommation de soude dans la fabrication de cette pâte devraient normalement découler de celle de la production, à savoir la poursuite d'un taux de croissance annuel moyen peu élevé.

A cette occasion, nous signalons que pour les pâtes de récupération, au cours de l'opération de désencrage, le vieux papier subit une cuisson en présence éventuellement de soude caustique pour assurer la fonction de saponification.

(1) En ce qui concerne la France, ce problème de la pollution des eaux limite la production des pâtes au bisulfite, malgré les qualités que ces pâtes confèrent au papier ; d'ailleurs les chiffres de production confirment le handicap de cette situation. En outre, on peut ajouter que le procédé au bisulfite de sodium rend plus facile la préparation des lessives de cuisson, de même que la pâte obtenue est de meilleure qualité.

(2) En fait, ce procédé implique des consommations de :

9 % de Na_2SO_3
 3 % de Na_2CO_3 (ou 3,2 % de NaOH)

- Le blanchiment

L'opération de blanchiment s'effectue toujours en présence d'un agent oxydant qui se combine aux matières (essentiellement la lignine ou l'hemicellulose) que l'on veut éliminer des pâtes écrues ; cette première phase de l'opération est toujours suivie d'un lavage par dissolution dans un bain alcalin et peut être répétée plusieurs fois. L'agent oxydant est généralement le chlore gazeux ou l'hypochlorite de sodium, et le produit alcalin est la soude ou le carbonate (1).

La consommation de soude dans le blanchiment varie beaucoup d'un procédé à l'autre, et ces procédés sont très nombreux mais, en moyenne, pour fixer un ordre de grandeurs, on peut admettre que le blanchiment demande en poids de soude environ 6,3 % du poids de la pâte traitée.

La quantité de pâte blanchie devrait croître avec la production totale de pâtes au cours des prochaines années de manière plus que concomitante, d'autant que l'on s'oriente, en ce qui concerne la France, vers une intensification de la fabrication de pâtes à fibres courtes, provenant de bois feuillus dont la France dispose en grande quantité ; en effet toutes les pâtes chimiques à fibres courtes sont nécessairement blanchies, à l'exception des fibres courtes mi-chimiques.

En conclusion, dans la plupart des procédés étudiés, on remarque que la soude, lorsqu'elle n'est pas déjà utilisée exclusivement, pourrait être d'un emploi plus généralisé, donc plus important, dans l'industrie des pâtes à papier. Il se dessine par conséquent dans ce débouché un fort potentiel d'expansion de l'emploi de la soude.

c) L'activité industrielle et les perspectives d'évolution

Du point de vue de la consommation de soude, deux productions seulement justifient une analyse : la fabrication de la pâte au sulfate et le blanchiment. En outre, une faible consommation de soude peut éventuellement intervenir dans la fabrication des pâtes mécaniques et mi-chimiques.

(1) La soude est souvent utilisée quand l'agent oxydant a été le chlore ; pour d'autres agents oxydants, on fait généralement appel au carbonate.

Si l'on s'en réfère au tableau et au graphique 13, la production de pâte au sulfate, qui implique une forte consommation de soude, s'est développée plus rapidement que la production des pâtes mécaniques et mi-chimiques ; ainsi, en 1952, les pâtes au sulfate ne représentaient que le quart de l'ensemble des pâtes mécaniques et mi-chimiques, alors qu'aujourd'hui la première catégorie de pâte a dépassé la seconde. Notons que ces deux types de pâtes ne constituent d'ailleurs pas la totalité de la production puisqu'il existe notamment des pâtes au bisulfite. Ainsi la part des autres pâtes, par rapport à la production totale, est passée de façon assez progressive de 32,4 % en 1952 à 24,6 % en 1967 (essentiellement représentée par les pâtes au bisulfite), alors que pour les pâtes kraft les pourcentages sont passés de 13,5 % à 38,6 %.

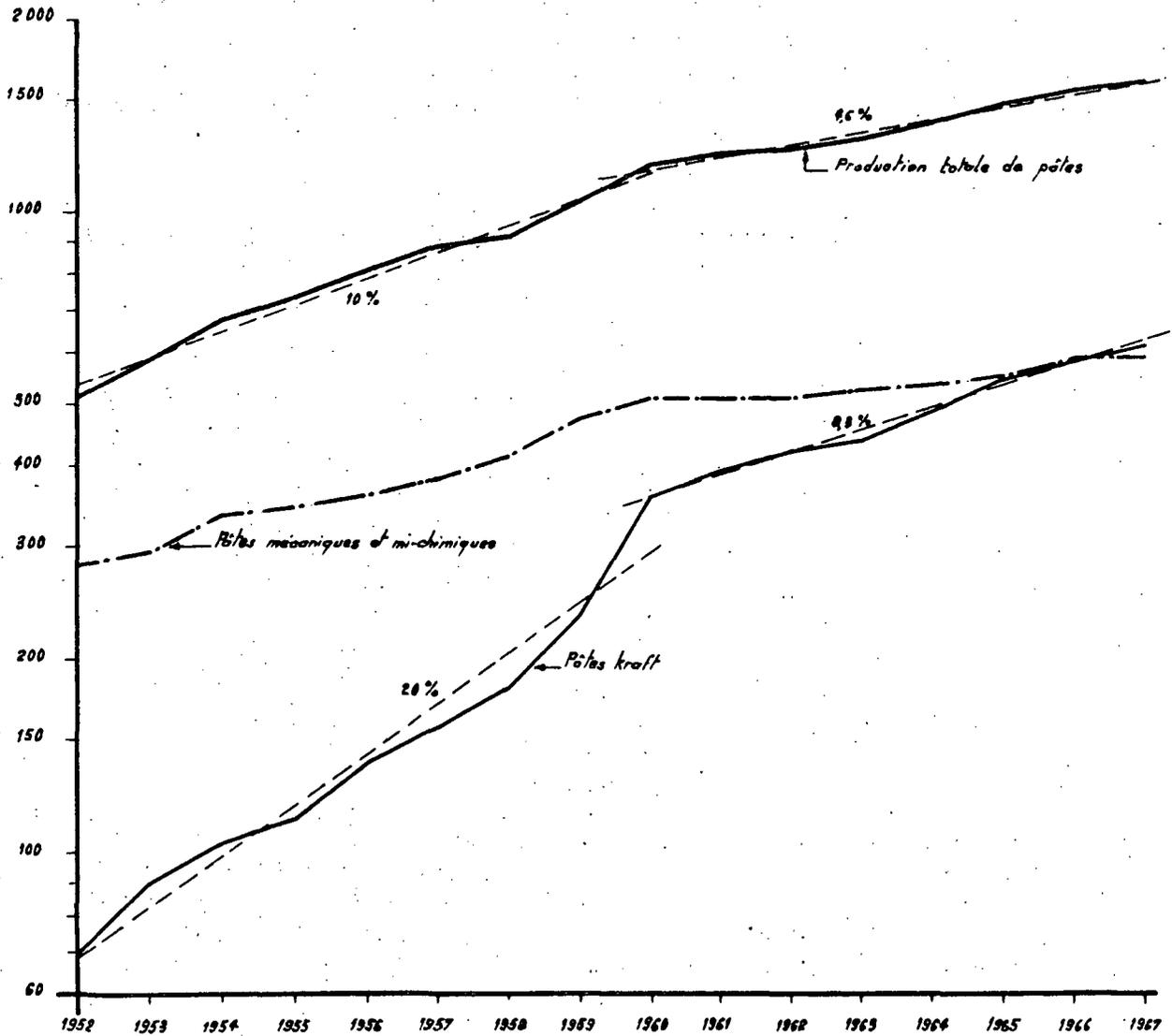
Tableau 13

Production de pâte à papier					
				en tonnes	
	Pâtes kraft	Pâtes mécaniques et mi-chimiques	Production totale	en % du total	
				Pâtes kraft	Pâtes mécaniques et mi-chimiques
1952.....	70 000	280 150	516 450	13,5	54,2
1953.....	89 325	296 250	584 400	15,2	50,6
1954.....	100 325	334 950	676 200	14,8	49,5
1955.....	112 080	344 325	734 600	15,2	46,8
1956.....	137 550	359 650	804 400	17,0	44,7
1957.....	156 000	381 500	880 500	17,7	43,3
1958.....	180 100	413 000	913 300	19,7	45,2
1959.....	235 050	471 000	1 041 400	22,5	45,2
1960.....	356 100	513 300	1 184 700	30,0	43,3
1961.....	392 300	510 400	1 239 500	31,6	41,1
1962.....	420 200	511 000	1 255 200	33,4	40,7
1963.....	438 200	522 800	1 300 700	33,6	40,1
1964.....	488 400	535 500	1 376 700	35,4	38,8
1965.....	545 900	549 600	1 470 800	37,1	37,3
1966.....	584 400	585 100	1 549 100	37,7	37,7
1967.....	615 600	588 000	1 599 600	38,6	36,7

Source : B.C.S.I.

EVOLUTIONS COMPAREES DES PRODUCTIONS DES DIFFERENTES FORMES DE PATES
ET DE LA PRODUCTION TOTALE

En milliers de tonnes



Source : B.C.S.I.

Cette progression très importante des pâtes kraft, surtout par rapport aux autres pâtes, provient du fait que cette production récente est en pleine expansion : en dépit des investissements élevés qu'elle exige pour sa mise en place, elle semble actuellement occuper une position privilégiée dans l'équipement de nouvelles unités, en raison des avantages techniques qu'elle présente.

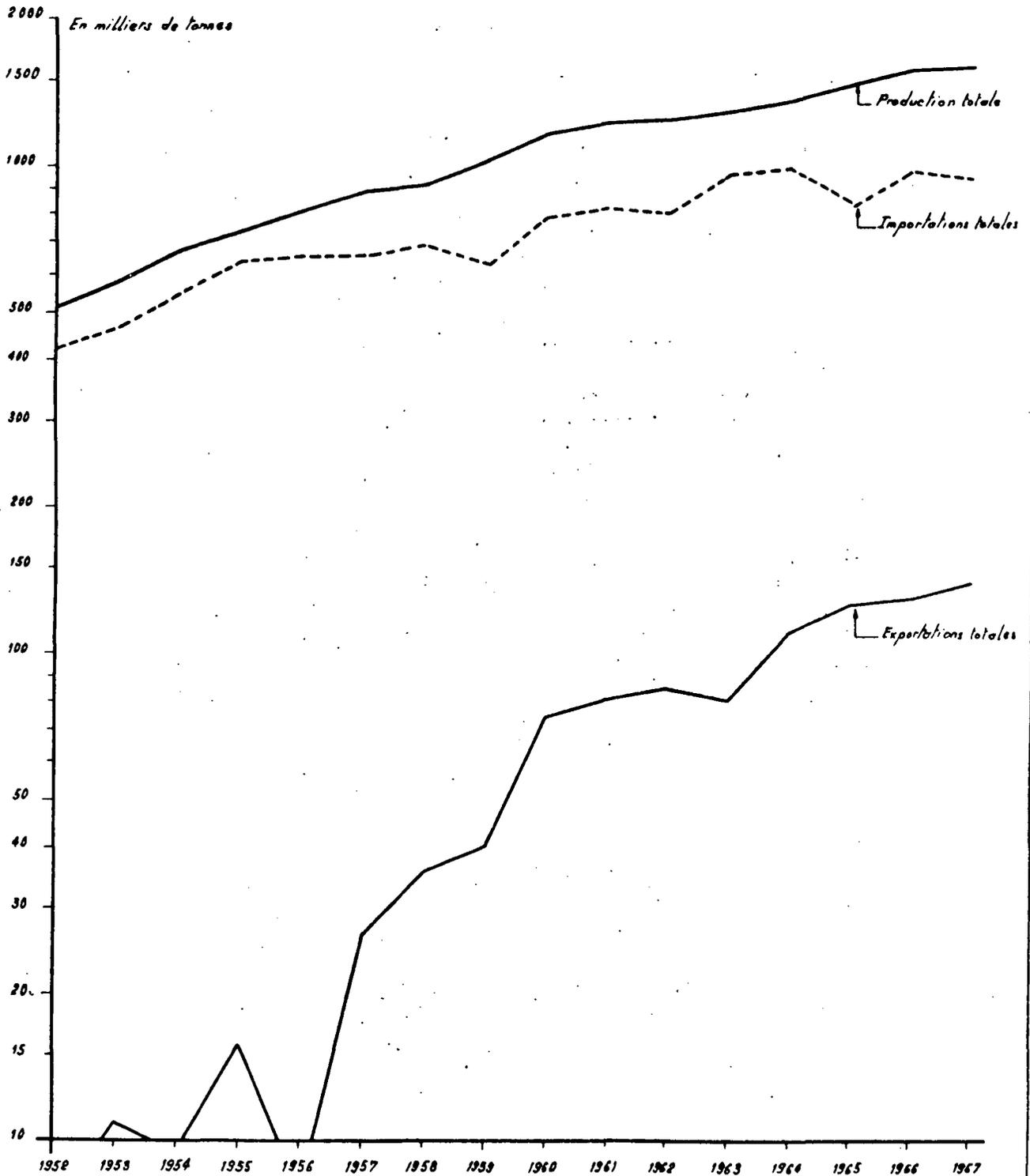
<u>Taux de croissance annuel moyen des pâtes à papier</u>		
	en %	
	1952-1960	1960-1967
Pâtes kraft.....	20	8,3
Pâtes mécaniques et mi-chimiques.....	3	2
Total pâtes.....	11	4,4

Nous pouvons donc admettre que la progression de la production de pâtes kraft restera supérieure à la production totale de pâte, tant que l'on n'aura pas atteint le pourcentage d'environ 60 % constaté chez les pays les plus gros producteurs (Etats-Unis). En France, ce pourcentage ne sera vraisemblablement pas atteint avant 1980 ; c'est pourquoi nous maintiendrons le taux de croissance à 8,3 %. Pour les pâtes mi-chimiques, conformément à ce qui a été dit dans le paragraphe précédent, nous conserverons également le taux de 2 %.

*
*
*

En ce qui concerne les échanges de pâtes avec l'extérieur, ils devraient continuer à augmenter en valeur absolue, bien que leur part, relativement à la production, soit en faible diminution. En effet, en examinant le tableau et le graphique 14, on note que l'écart entre la production et les importations augmente, ces dernières ayant pratiquement atteint un plafond, tandis que la production continue de croître régulière-

EVOLUTIONS COMPAREES DE LA PRODUCTION ET DU COMMERCE EXTERIEUR
DE PATES A PAPIER



Source : B.C.S.I.

ment. Par contre, les exportations, quoique quantitativement nettement inférieures aux importations, présentent, surtout pour la période 1960-1967, un rythme d'expansion soutenu. L'évolution du commerce extérieur ne devrait donc pas modifier sensiblement la situation actuelle.

Tableau 14

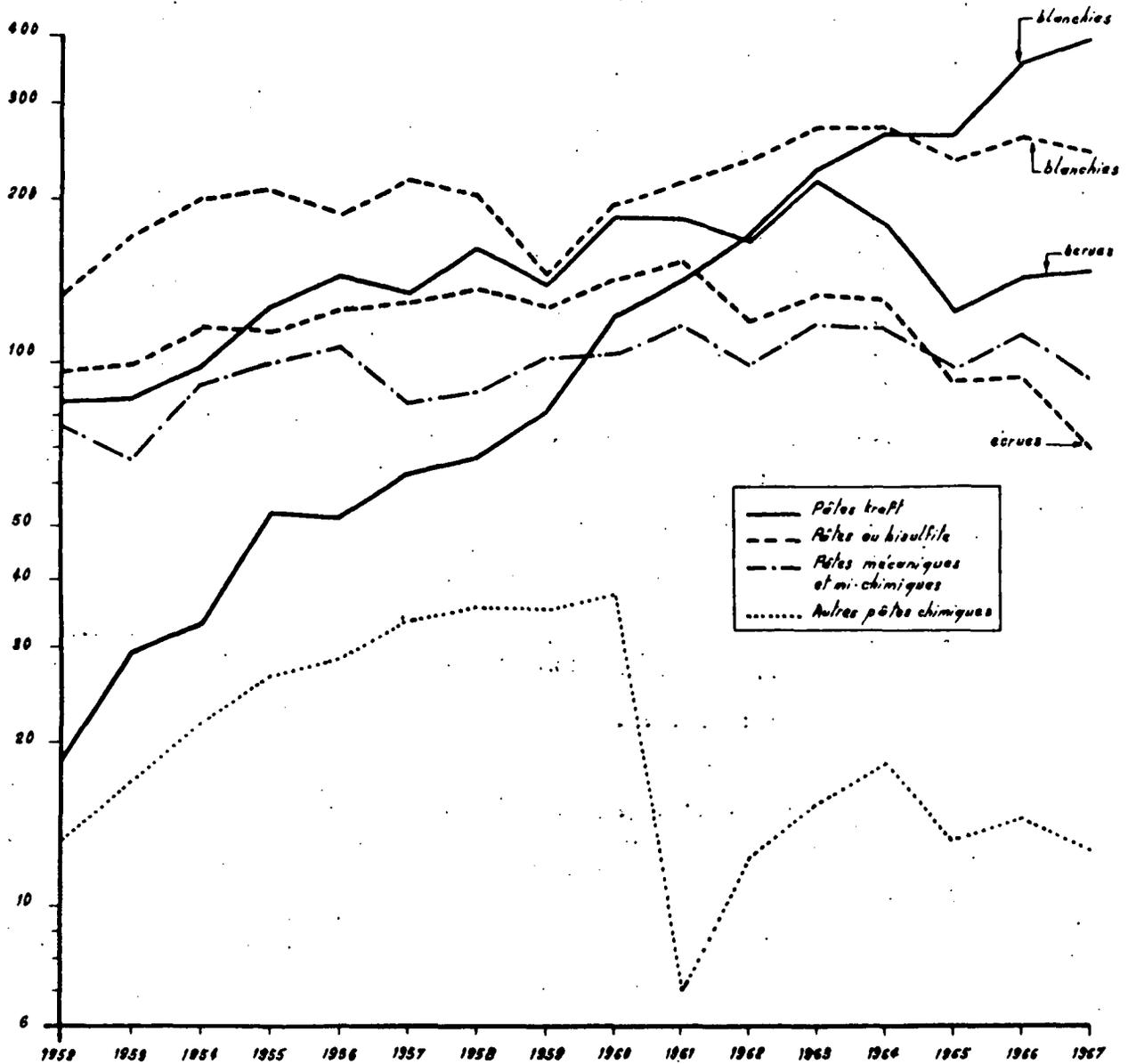
<u>Comparaison de la production et du commerce extérieur</u> <u>de pâte à papier</u>			
	Production	Importations	Exportations
	en tonnes		
1952...	516 450	422 700	7 090
1953...	584 400	469 700	10 800
1954...	676 200	558 700	9 550
1955...	734 600	630 700	15 725
1956...	304 400	645 500	7 900
1957...	630 500	658 500	26 500
1958...	913 300	691 900	35 500
1959...	1 041 400	627 200	41 250
1960...	1 184 700	787 100	74 100
1961...	1 239 500	814 000	61 400
1962...	1 255 200	802 000	65 000
1963...	1 300 700	971 400	80 300
1964...	1 376 700	981 200	111 900
1965...	1 470 800	925 300	126 200
1966...	1 549 100	932 900	129 100
1967...	1 599 600	951 900	141 600

Source : B.C.S.I.

Si l'on ventile les différentes qualités de pâtes pour les importations, comme il a été fait dans le tableau et le graphique 15, on constate que le taux de croissance global de ces importations est conditionné essentiellement par les pâtes kraft blanchies, puisque seules elles présentent un taux de croissance régulier et très élevé. Le plafonnement s'explique par la chute nette des importations des autres catégories de pâtes.

VENTILATION DES IMPORTATIONS DE PATES A PAPIER PAR CATEGORIE

En milliers de tonnes



Source : B. C. S. I.

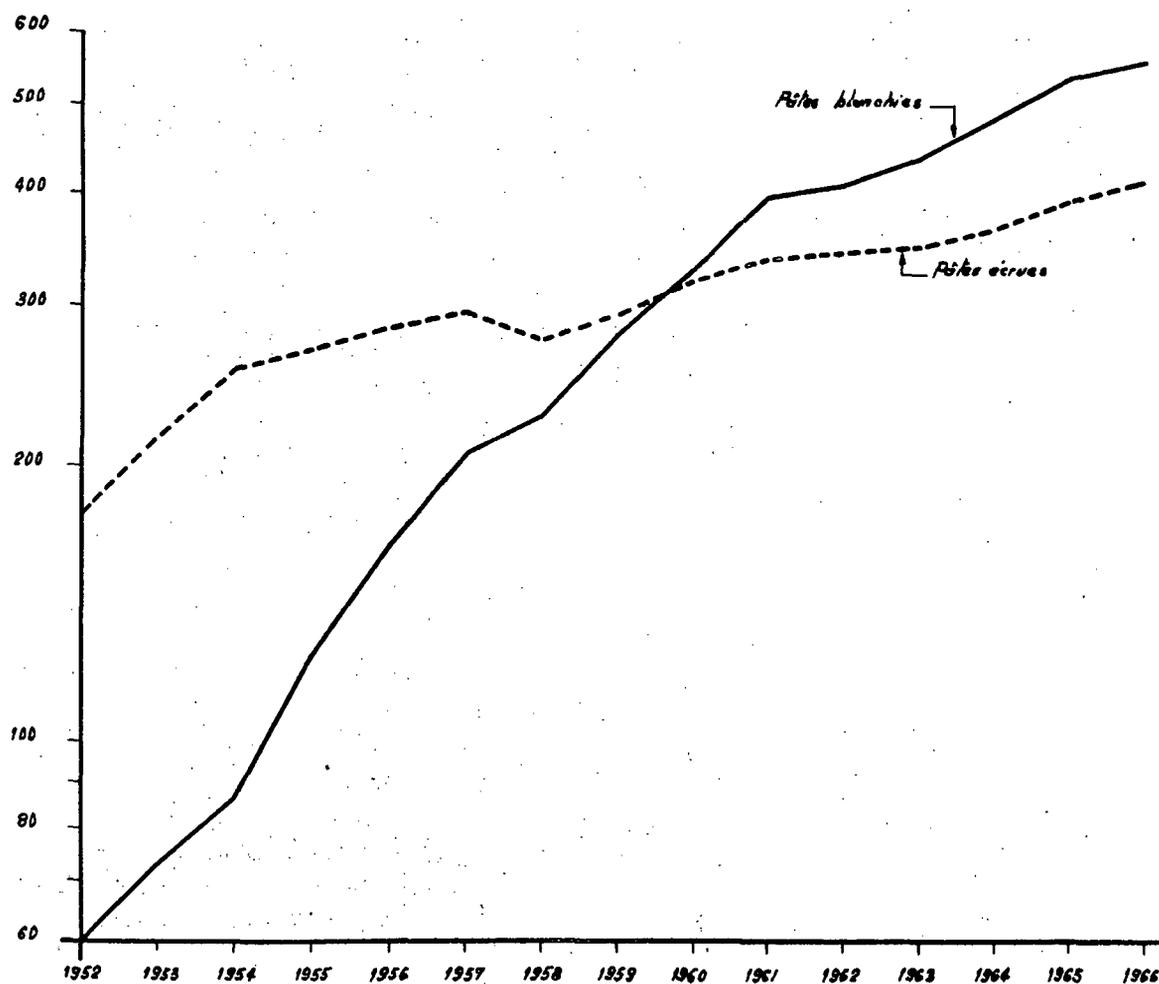
Tableau 15

Ventilation des importations de pâte à papier par catégorie en tonnes

	Pâtes mécaniques et mi-chimiques	Pâtes au bisulfite		Pâtes kraft		Autres pâtes chimiques
		écrues	blanchies	écrues	blanchies	
1952...	77 400	96 400	132 300	85 000	18 500	13 050
1953...	67 050	98 800	171 250	85 900	29 500	17 200
1954...	91 300	115 200	199 300	98 100	33 000	21 800
1955...	100 500	114 200	208 750	127 700	53 100	26 450
1956...	106 750	125 700	188 300	143 550	53 300	26 400
1957...	85 450	128 350	215 600	132 550	62 600	33 450
1958...	89 100	136 400	200 800	163 000	66 800	35 800
1959...	102 100	125 400	145 700	138 200	30 600	35 300
1960...	103 800	142 300	193 000	187 400	122 900	37 700
1961...	116 600	154 000	210 500	185 200	140 700	7 000
1962...	100 000	118 100	232 600	168 800	170 200	12 300
1963...	116 200	131 500	273 700	208 950	225 600	15 450
1964...	115 500	130 400	271 600	178 900	266 400	18 400
1965...	98 700	91 700	234 500	123 800	263 200	13 400
1966...	112 900	94 300	258 400	144 600	358 200	14 500
1967...	93 200	69 900	243 500	147 200	385 500	12 600

Source : B.C.S.I.

Quant aux opérations de blanchiment, il suffit de consulter le tableau et la figure 16 pour voir que la quantité des pâtes blanchies a dépassé depuis 1959 celle de pâtes écrues, et cela parallèlement au développement de l'utilisation des pâtes au sulfate pour l'impression et l'écriture ; d'ailleurs, le taux de croissance sur 1960-1967 de la quantité de pâtes blanchies, soit 7,3 %, ne diffère que peu de celui qui détermine le développement des pâtes au sulfate.

EVOLUTIONS COMPAREES DES PRODUCTIONS DE PATES ECRUES ET BLANCHIES*En milliers de tonnes*

Source : B.C.S.T.

Tableau 16

<u>Production de pâtes à papier écrues et blanchies</u>		
en tonnes		
	écrues	blanchies
1952.....	176 275	60 025
1953.....	215 025	73 125
1954.....	254 975	86 225
1955.....	266 845	123 430
1956.....	282 700	162 050
1957.....	295 300	203 700
1958.....	273 500	226 800
1959.....	292 600	277 800
1960.....	317 600	353 800
1961.....	332 900	396 200
1962.....	340 300	403 900
1963.....	345 300	432 500
1964.....	361 600	479 600
1965.....	389 300	531 900
1966.....	408 700	555 300
1967.....	430 300	580 000

Source : B.C.S.I.

Compte tenu des impératifs techniques auxquels sont astreints les producteurs français, de la diversité des procédés employés et du renouvellement très lent du matériel, nous avons admis que la progression des pâtes blanchies se poursuivrait au taux de 7,3 %, taux calculé sur la période 1960-1967.

Ainsi, après avoir passé en revue les différents paramètres de substitution et de développement caractérisant l'emploi de la soude dans l'industrie des pâtes à papier, nous sommes en mesure, compte tenu des calculs qui figurent dans le tableau ci-après, de prévoir une consommation d'environ 136 000 tonnes de soude en 1985 dans ce débouché.

Prévisions de consommation de soude en 1985 par les pâtes à papier

en tonnes

Pâtes à papier		Consommation de soude en 1967		Taux de croissance admis pour 1967-1985 en %	Consommation de soude en 1985
Types	Production 1967	spécifique en %	totale approchée		
Au sulfate.....	615 600	0,8	4 900	8,3	21 000
Au monosulfite.	117 000	3,2	3 800	2,0	5 500
Divers.....	580 000	6,8	9 000	4,6*	20 000
Pâtes blanchies	867 000	1,0	<u>39 500</u>	7,3	<u>140 000</u>
Total...			57 200		126 500

* Taux de croissance correspondant à celui de la production totale de pâte à papier

4°) Chimie

La branche chimie représente une consommation de soude d'environ 135 500 tonnes, soit 26,1 % de la consommation globale déterminée dans le Ve Plan. Cette quantité se répartit à peu près également dans les trois sous-branches : chimie minérale, chimie organique et parachimie ; nous allons donc étudier séparément l'évolution à attendre pour chacune d'elles.

a) Chimie minérale

Dans la chimie minérale, le secteur hypochlorite de soude occupe une place très importante. Il comprend d'une part "l'extrait de javel" obtenu par adsorption du chlore gazeux dans la lessive, d'autre part, "l'eau de javel" composée d'extrait de javel et d'eau.

Si l'on consulte les chiffres de production de ces deux produits, on s'aperçoit que l'eau de javel a constamment diminué ces dernières années (279 300 tonnes en 1959 contre 143 700 tonnes de produits en

1966), alors que l'extrait de javel est passé de 13 800 tonnes de chlore en 1959 à 27 400 tonnes en 1966, ce qui se traduit, compte tenu de la disparité de taux de croissance, par un maintien de la production globale de ce secteur. La différence de consommation de ces deux produits s'explique par le fait que l'extrait de javel concentré présente quant à son transport et à son encombrement, beaucoup plus de commodité. Du point de vue de la consommation de la soude, il est difficile d'avancer une valeur spécifique puisque celle-ci dépend du degré chlorimétrique de la solution à fabriquer ; actuellement les organismes spécialisés admettent une consommation totale d'environ 35 000 tonnes dans ce secteur ; l'utilisation de la soude dans ce procédé ne semble pas devoir être menacée par d'autres substituts éventuels, de même que la quantité nécessaire à concentration égale de chlore ne devrait pas changer sensiblement à long terme.

La soude est également utilisée, mais en plus faible quantité, pour les fabrications de l'anhydride sulfureux, de produits oxygénés, de silicates et de phosphates.

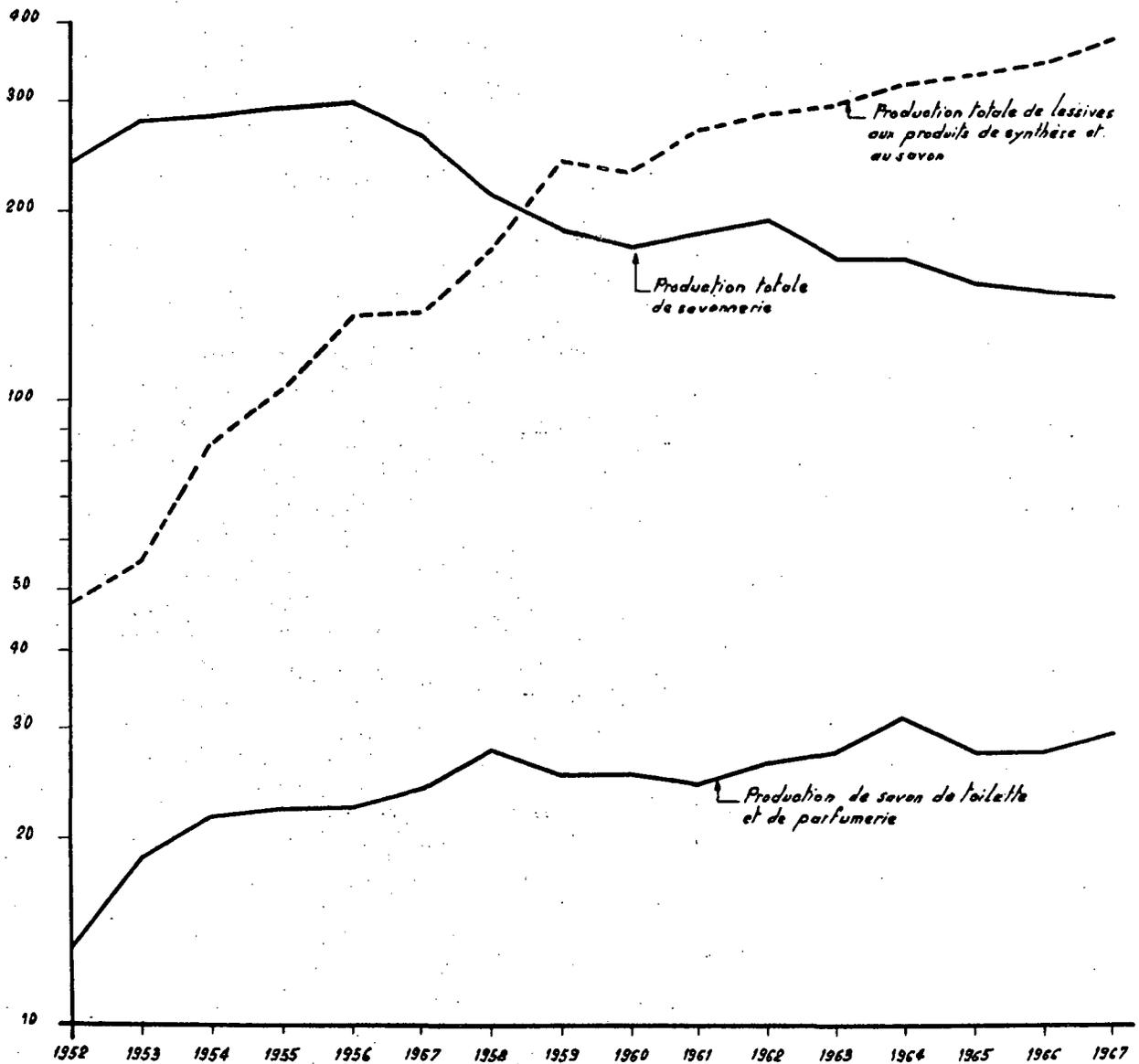
En résumé, en tenant compte de l'évolution globale de la branche "chimie minérale", nous devrions aboutir pour 1985 à une consommation de soude probable résultant d'une augmentation annuelle moyenne de l'ordre de 9 %. Le taux de croissance de la chimie minérale (compte non tenu du poste minéraux divers), calculé par le B.I.P.E., était de 9 % sur la période 1956-1965 et de 9,3 % sur la période 1956-1966.

b) Chimie organique

La soude est notamment consommée dans certains procédés de fabrication des phénols ou des benzols ; en effet, le procédé Dow et le procédé de sulfuration se servent de la soude pour hydrolyser le phénylsulfonate ou le chlorobenzène. Bien que la consommation spécifique de soude dans ces deux procédés soit assez élevée dans le cadre national, cela n'a qu'une très faible incidence, ces procédés étant relativement peu employés en France. A longue échéance, il ne semble pas que leur application se généralise ; au contraire, d'autres techniques de production, comme le procédé au cumène qui n'utilise pas de soude, pourraient dans un avenir proche être préférées aux procédés actuellement en application.

EVOLUTIONS COMPAREES DES PRODUCTIONS
DES DIFFERENTES FORMES DE SAVONS ET DETERGENTS

En milliers de tonnes



Source : B.C.S.I

La fabrication des matières premières pour l'industrie des textiles synthétiques, des résines et des matières plastiques nécessite également de la soude, mais à la suite de la mise en service en 1966 de nouveaux procédés cette consommation a sensiblement diminué.

En ce qui concerne le développement de la consommation de la soude en chimie organique, nous avons donc tenu compte d'une disparition quantitative d'environ un tiers de ces débouchés et nous avons appliqué un taux moyen d'expansion de 16 % (le taux d'expansion B.I.P.E. calculé sur la période 1956-1966 est de 16,5 %).

c) Parachimie

L'utilisation de la soude dans cette sous-branche est faite essentiellement par les détergents et les savons avant leur conditionne-

Tableau 17

<u>Production de savonnerie</u>			
en tonnes de produits bruts			
	savons	dont savons de parfumerie	lessives
1952...	241 435	13 425	47 115
1953...	274 300	18 650	55 200
1954...	237 900	21 880	34 200
1955...	290 150	22 200	100 300
1956...	296 050	22 650	134 750
1957...	263 450	24 100	136 700
1958...	210 250	27 700	172 000
1959...	185 400	25 050	241 400
1960...	177 160	24 950	230 840
1961...	184 300	24 500	268 200
1962...	190 800	26 400	286 700
1963...	164 150	27 600	296 000
1964...	164 650	31 150	316 500
1965...	151 150	27 450	330 300
1966...	149 800	27 050	339 400
1967...	146 160	29 760	372 540

ment ; dans cette ordre d'idées nous pourrions citer les savons de toilette, de ménage et industriels, les poudres de lessive et détergents de synthèse. Nous voyons dans le tableau et le graphique 17 que la production de savons est en baisse constante, alors que les poudres de lessive indiquent une croissance soutenue.

Dans le tableau suivant, on peut juger de la différence dans l'évolution de ces deux produits, différence qui résulte de la concurrence exercée par les détergents sur les savons, bien qu'une part de ces derniers, à savoir les savons de toilette et de luxe, ne soit pas touchée.

	Taux de croissance annuel moyen en pourcentage	
	1952/1959	1959/1967
Total savons.....	- 3,9	- 3,0
dont savons de toilette et parfumerie	+ 9,3	+ 2,2
Lessives au produits de synthèse et aux savons.....	+ 26,4	+ 5,6

Quant au commerce extérieur, l'industrie française exporte plus de produits qu'elle n'en importe ; le solde excédentaire de ces échanges représente en moyenne, depuis quelques années, environ 3 à 4 % de la production.

Pour les perspectives d'évolution à long terme, bien que dans ce domaine le progrès technique soit assez rapide, nous pouvons admettre que la production de poudres de lessive continuera à augmenter suivant le taux de ces dernières années, soit 5,6 %, et la chute enregistrée pour les savons devrait atteindre progressivement un seuil vers 1980, correspondant aux productions des qualités courantes de savons (notamment savons de ménage). En ce qui concerne le commerce extérieur, nous maintenons, par rapport à la production, le même volume des échanges. Il est bien entendu que les transactions porteront essentiellement sur les lessives et les savons de parfumerie et non plus sur les savons de ménage.

Du point de vue de la consommation de soude, nous savons qu'elle est utilisée comme neutralisant des savons et détergents par l'intermédiaire des alcali-benzène-sulfonates pour les premiers ou des tripolyphosphates de sodium pour les seconds. Une évaluation de consommation par type de produit varie avec les procédés utilisés qui sont propres à chaque entreprise ; seule une estimation globale pour ces deux genres de produits est possible. C'est pourquoi nous nous contenterons de prendre comme taux de croissance annuel moyen d'ici à 1985, celui obtenu par combinaison des deux taux + 5,6 % et - 3,0 % à des pondérations (1) correspondantes aux quantités des deux produits considérés (c'est-à-dire la production des savonneries et celle des lessives aux produits de synthèse et au savon) ; nous obtenons alors l'équation suivante :

$$0,335 \times 5,6 - 0,166 = 4,177$$

qui donne comme taux de croissance approximatif moyen sur la période 1967-1985 environ 4,2 %.

5°) Divers

Nous regroupons dans cette catégorie les applications de la soude dans la pharmacie, le pétrole, les corps gras, les produits alimentaires et le traitement 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 5,6 %.

(1) Nous avons extrapolé les productions pour 1975, date médiane de la période de croissance, considérée de manière à substituer une pondération moyenne à une pondération annuelle qui rendrait les calculs laborieux.

6°) Tableau synoptique

Si nous récapitulons les résultats de l'analyse des différents débouchés de la soude, nous trouvons, conformément aux éléments de calculs présentés dans le tableau ci-après, un taux de croissance annuel moyen d'ici à 1985 de l'ordre de 5,7 %.

<u>Prévisions de consommation de soude en 1985</u>			
Débouchés	Consommation en 1967	Taux de croissance 1967-1985 en %	en tonnes Consommation en 1985
Alumine.....	164 000	-	145 000
Viscose.....	85 500	-	95 000
Cellulose.....	57 200	6,8	186 500
Chimie minérale.....	51 000*	9,0	240 000
Chimie organique.....	28 000	16,0	405 000
Parachimie.....	42 500*	4,2	89 000
Divers.....	<u>91 500*</u>	5,6	<u>245 000</u>
Total.....	519 700	5,7	1 405 500

* Consommation en 1965 d'après le Ve Plan ; nous avons admis qu'en 1967 ces débouchés ne s'étaient pas modifiés notablement

Signalons que le taux de croissance prévu dans les travaux du Ve Plan pour l'horizon 1970, à savoir 6,9 %, diffère sensiblement de celui que nous retenons pour 1985, l'évolution de certains débouchés ayant été appréciée de manière assez divergente.

B - LES DEBOUCHES DU CARBONATE DE SOUDE ET LEUR SUBSTITUTION EVENTUELLE EN DEBOUCHES DE LA SOUDE

Avant d'étudier les débouchés du carbonate de soude, notons que malgré les excédents prévisibles à court terme de la soude, il est encore commercialisé à un prix inférieur à ce produit et que la stabilité de ses débouchés fera vraisemblablement place à des modifications plus ou moins profondes au cours de la période qui nous sépare de l'horizon 1985.

1°) Verre

a) Structure de l'industrie

L'industrie française du verre, très concentrée, est dominée par deux groupes d'importances sensiblement égales : Saint-Gobain et Boussois-Souchon-Neuvesel, qui fournissent environ 85 % de la production totale de verre en France. Dans les 15 % restants de cette production nous pouvons citer les sociétés Desjonquères et de La Verballe qui ont des activités beaucoup plus spécialisées et qui malgré leur faible importance du point de vue tonnage, ne manquent pas d'être très dynamiques.

L'implantation des unités a été réalisée en fonction de la qualité de verre fabriqué. Ainsi, par exemple, les unités de production de verre creux sont situées autant que possible près des centres consommateurs au détriment parfois même de la situation des matières premières, à savoir essentiellement, des carrières de sables primaires et secondaires, cela afin d'éviter le transport de bouteilles dont le rapport poids/volume très faible entraîne des transports avals très onéreux. En revanche, les unités de verre plat sont généralement implantées à proximité directe des matières premières très pondéreuses, c'est-à-dire du sable qui représente environ 70 % du poids des matières premières nécessaires, cela parce que les transports de verre plat sont plus économiques du fait d'un encombrement minimum. C'est ainsi que nous pouvons expliquer l'implantation des différentes unités de Saint-Gobain et Boussois-Souchon-Neuvesel qui figurent dans les tableaux pages 98 et 99, où nous remarquerons que chacune des deux sociétés a consommé à peu près la même quantité de carbonate en 1966, ce qui pour l'ensemble, donne 338 000 tonnes, soit environ 90 % de la consommation par l'industrie du verre.

Approvisionnement en carbonate de la société Saint-Gobain

Usines*	Production	Quantité	Transport	
		t/an	Mode	Remarques
Thourotte (Oise).....	Verre plat	21 000	S.N.C.F.	Wagon isolé
Saint-Gobain.....	Verre coulé moulage	13 500	S.N.C.F.-péniche	Reprise à Chauny
Chalon-sur-Saône.....	Vitre et verre coulé	14 400	Péniche	
Aniche.....	Vitre	11 700	S.N.C.F.	Wagon isolé
Rentigny (Liancourt).....	Fibres de verre	6 800	S.N.C.F.	Wagon isolé
Vauxcot (Soissons).....	Bouteilles	35 100	Péniche	S.N.C.F.
Cognac.....	Bouteilles	36 000	S.N.C.F.	Trains complets
Saint-Etienne.....	Bouteilles	7 200	S.N.C.F.	Wagon isolé
Sucy-en-Brie (Paris).....	Flacons	11 700	S.N.C.F.	Wagon isolé
Lagneux (Ain).....	Flacons	10 000	S.N.C.F.	Wagon isolé
La Chapelle - Saint-Mesmin	Gobelets ménagers	9 100	S.N.C.F.	Wagon isolé
Total.....		176 500		

* Toutes ces usines sont approvisionnées par l'usine de Varangeville de la société "Les Soudières Réunies"

Approvisionnement en carbonate de la société Boussois-Souchon-Neuvesel

Usines*	Quantité	Transport		Fournisseurs	
	t/an	Mode	Remarques	Lieu	Sociétés
Gironcourt (Vosges)...	20 000	S.N.C.F.	Wagon-trémie	Varangeville-Dombasle	Soudières Réunies-Solvay
Givors (Rhône).....	10 000	S.N.C.F.	Wagon-trémie	Varangeville-Dombasle	Soudières Réunies-Solvay
Labegude (Ardèche)....	5 000	S.N.C.F.	Wagon-trémie	Varangeville-Dombasle	Soudières Réunies-Solvay
Marseille (Bouches-du- Rhône).....	5 000	S.N.C.F.	Wagon air pulsé	Dombasle	Solvay
Masnières (Nord).....	9 500	Péniche	250 t	Varangeville-Dombasle	Soudières Réunies-Solvay
Puy-Guillaume (Puy-de- Dôme).....	12 000	S.N.C.F.	Wagon trémie	Tavaux	Solvay
Reims (Marne).....	25 000	Péniche	250 t	Varangeville-Dombasle	Soudières Réunies-Solvay
Rive-de-Gier (Loire)..	8 000	S.N.C.F.	Wagon trémie	Varangeville-Dombasle	Soudières Réunies-Solvay
Veauche (Loire).....	22 000	S.N.C.F.	Wagon trémie	Tavaux	Solvay
Aniche (Nord).....	6 500	-	-	Dombasle-Sarralbe	Solvay
Aniche (Nord).....	6 500	-	-	La Madeleine-Varangeville	Soudières Réunies
Boussois-sur-Sambre (Nord).....	10 500	-	-	La Madeleine-Varangeville	Soudières Réunies
Boussois-sur-Sambre (Nord).....	10 500	-	-	Dombasle-Sarralbe	Solvay
Wingles (Pas-de-Calais)	11 000	-	-	Dombasle-Sarralbe	Solvay
Total....	161 500				

* Toutes ces usines fabriquent du verre creux, Aniche produit en outre du verre plat

b) La consommation du carbonate de soude par le verre

L'ion Na_2O apporté par le carbonate de soude qui entre dans la composition du verre a un rôle de fondant qui le rend indispensable ; cet élément alcalin peut d'ailleurs être fourni par d'autres matières premières comme les feldspaths, mais ce second apport est de moins en moins recherché car la teneur en Na_2O des minerais naturels n'est pas constante et, par conséquent, rend l'élaboration des mélanges beaucoup plus aléatoire. Actuellement, on tend de plus en plus vers l'utilisation de sables purs (naturellement ou après lavage) et vers l'ajout individuel d'autres composants comme le carbonate de soude, l'oxyde de fer ou encore l'alumine hydratée, de manière à doser les mélanges sans difficultés. Cette considération amène à penser que les pourcentages d'utilisation en ions alcalins dans les différentes formes de verre ne seront plus susceptibles de varier sensiblement, sauf évidemment dans le cas où l'on transformerait radicalement la technique verrière.

Habituellement, le verre plat et le verre creux mécanique nécessitent une teneur en ion Na_2O de l'ordre de 11 à 15 % en poids, tandis que le verre à la main n'exige que 7 % environ. Dans le tableau page 107 nous avons donné les consommations spécifiques de carbonate de soude en % en poids, telles qu'elles résultent de la ventilation de la consommation de ce produit par l'industrie verrière.

Les consommations par catégorie de verre ne devraient pas varier sensiblement à long terme, mais le changement est plutôt à attendre dans la consommation spécifique globale de l'ensemble de la production verrière. En effet, chaque catégorie de verre implique une consommation spécifique qui lui est propre ; or les parts dans la production verrière et les taux de progression diffèrent également d'une catégorie à l'autre. Nous allons donc étudier maintenant ces évolutions.

c) L'activité industrielle et les perspectives d'évolution

Comme on peut le constater dans le tableau et le graphique 18, la production française de verre croît rapidement et surtout très régulièrement.

Le verre plat est employé dans le bâtiment et l'industrie automobile, qui sont des débouchés à croissance régulière sur le moyen terme. Le verre creux mécanique est notamment utilisé dans l'emballage des produits alimentaires, secteur également en progression soutenue ("emballage perdu"). La production de verre à la main est liée à la consommation des ménages, directement ou non (dans ce dernier cas, par exemple, en ce qui concerne les tubes pour télévision). Enfin deux autres secteurs d'importance bien moindre, les fibres de verre et les moulages, complètent la production. La production de fibres de verre, encore relativement peu élevée en tonnage, croît assez fortement ; par contre, les moulages font exception, parce que leur application (autrefois ils étaient utilisés principalement dans la fabrication de toitures transparentes pour les bâtiments industriels) touche essentiellement à la décoration dont on connaît l'évolution capricieuse dans l'utilisation de certains matériaux (cf. tableau et graphique 19).

Pour les cinq grandes catégories de verre, les taux d'accroissement sont les suivants pour la période 1961-1966 :

- verre plat : en pondérant les trends des productions de ce poste (glaces brutes, verres à vitres, verres coulés), nous obtenons un taux de croissance légèrement supérieur à + 6,8 %.

- verre creux mécanique : le trend a pour équation

$$y = 0,04027 x + 4,32722$$

ce qui donne un taux de progression de + 9,7 %.

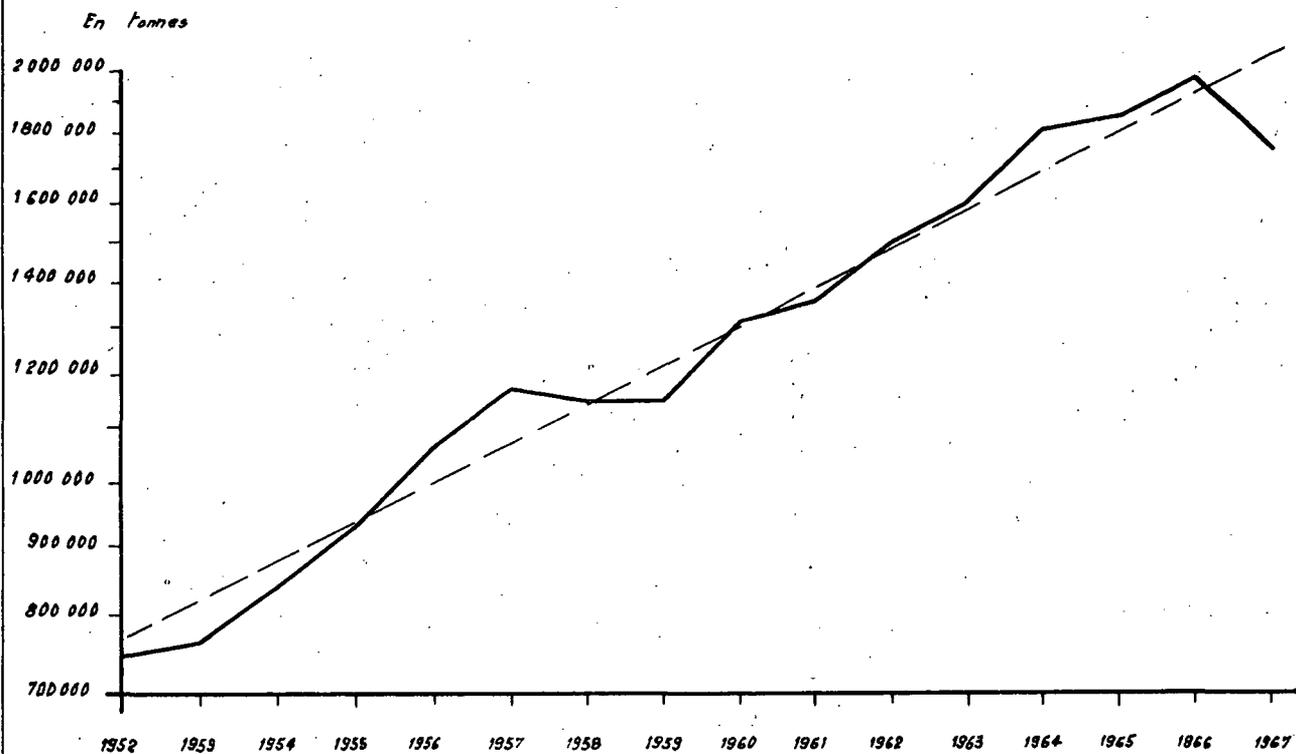
PRODUCTION TOTALE DE VERRE EN FRANCE

Tableau 18

1952 ...	746 690	1960 ...	1 306 100
1953 ...	763 890	1961 ...	1 350 850
1954 ...	836 250	1962 ...	1 482 500
1955 ...	925 330	1963 ...	1 589 400
1956 ...	1 057 700	1964 ...	1 801 200
1957 ...	1 163 000	1965 ...	1 859 050
1958 ...	1 148 700	1966 ...	1 958 750
1959 ...	1 144 550	1967 ...	1 744 200

Source : B.C.S.I.

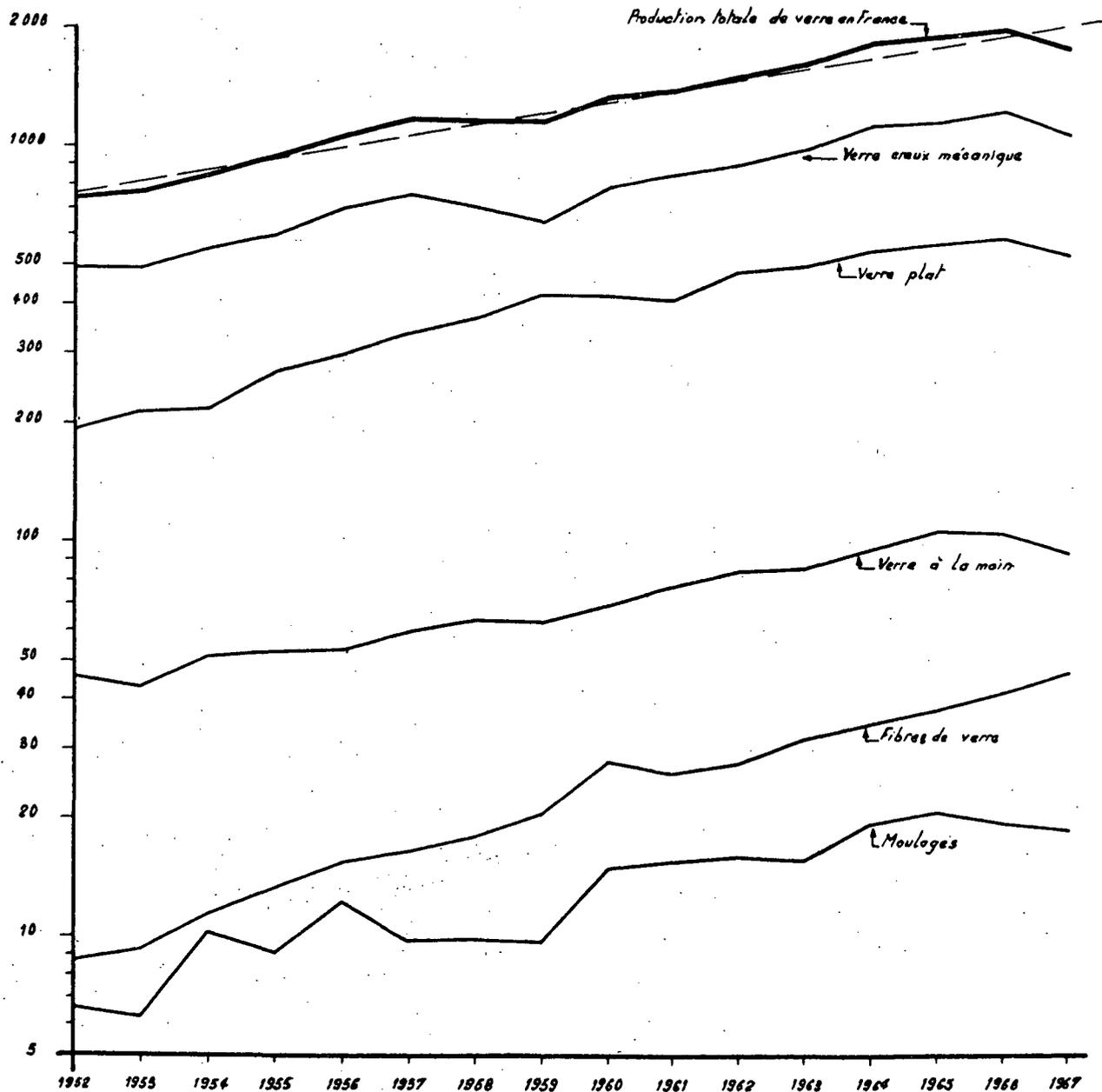
Tableau 19

<u>Production française de verre par catégories</u>					
	en tonnes				
	Verre plat	Moulages	Fibre de verre	Verre creux mécanique	Verre à la main
1952.....	191 570	6 600	8 615	494 050	45 855
1953.....	212 565	6 350	9 220	492 110	43 645
1954.....	214 640	10 210	11 300	549 140	50 960
1955.....	260 640	9 130	13 210	590 050	52 300
1956.....	292 950	12 280	15 320	683 570	53 580
1957.....	329 450	9 800	16 250	747 650	59 850
1958.....	362 650	9 900	17 700	695 850	62 600
1959.....	415 530	9 720	20 360	636 760	62 180
1960.....	415 950	14 950	27 730	779 310	68 160
1961.....	402 720	15 290	25 730	831 860	75 250
1962.....	474 270	15 730	27 120	881 880	83 500
1963.....	491 200	15 400	31 650	966 200	84 950
1964.....	539 250	19 150	34 450	1 113 150	95 200
1965.....	562 350	20 600	37 500	1 133 150	105 450
1966.....	575 600	19 250	41 770	1 217 450	104 680
1967.....	522 960	18 720	46 620	1 062 180	93 720

Source : B.C.S.I.

PRODUCTION TOTALE DE VERRE ET VENTILATION PAR QUALITE

En milliers de tonnes



Source : B.C.S.I.

- verre à la main : l'équation du trend est

$$y = 0,03475 x + 3,79710$$

soit un taux de + 8,3 %

- pour les moulages et les fibres de verre, nous avons respectivement les taux de + 4,7 % et de + 10,4 %.

Nous avons admis que ces taux devraient, en moyenne, se maintenir d'ici à 1985, compte tenu du fait que les débouchés dépendent de postes économiquement stables et, de surcroît, du maintien prévisible du commerce extérieur.

En effet, pour ce dernier poste, l'observation du tableau et du graphique 20 permet de constater que si les exportations ont suivi le même rythme de croissance que celui de la production, il n'en a pas été de même pour les importations ; celles-ci ont été sujettes à des fluctuations importantes jusqu'en 1958, date à partir de laquelle il y a eu implantation d'unités très modernes et concurrentielles sur les marchés extérieurs (notamment en Italie) et, par voie de conséquence, des flux d'importations plus soutenus et plus réguliers. Néanmoins, nous assistons actuellement à une stabilisation des importations qui, d'ailleurs, ne représentent grère que 5 % de la production française. Nous admettons par conséquent que ces échanges avec l'extérieur ne changeront pas de manière notable, relativement à la production.

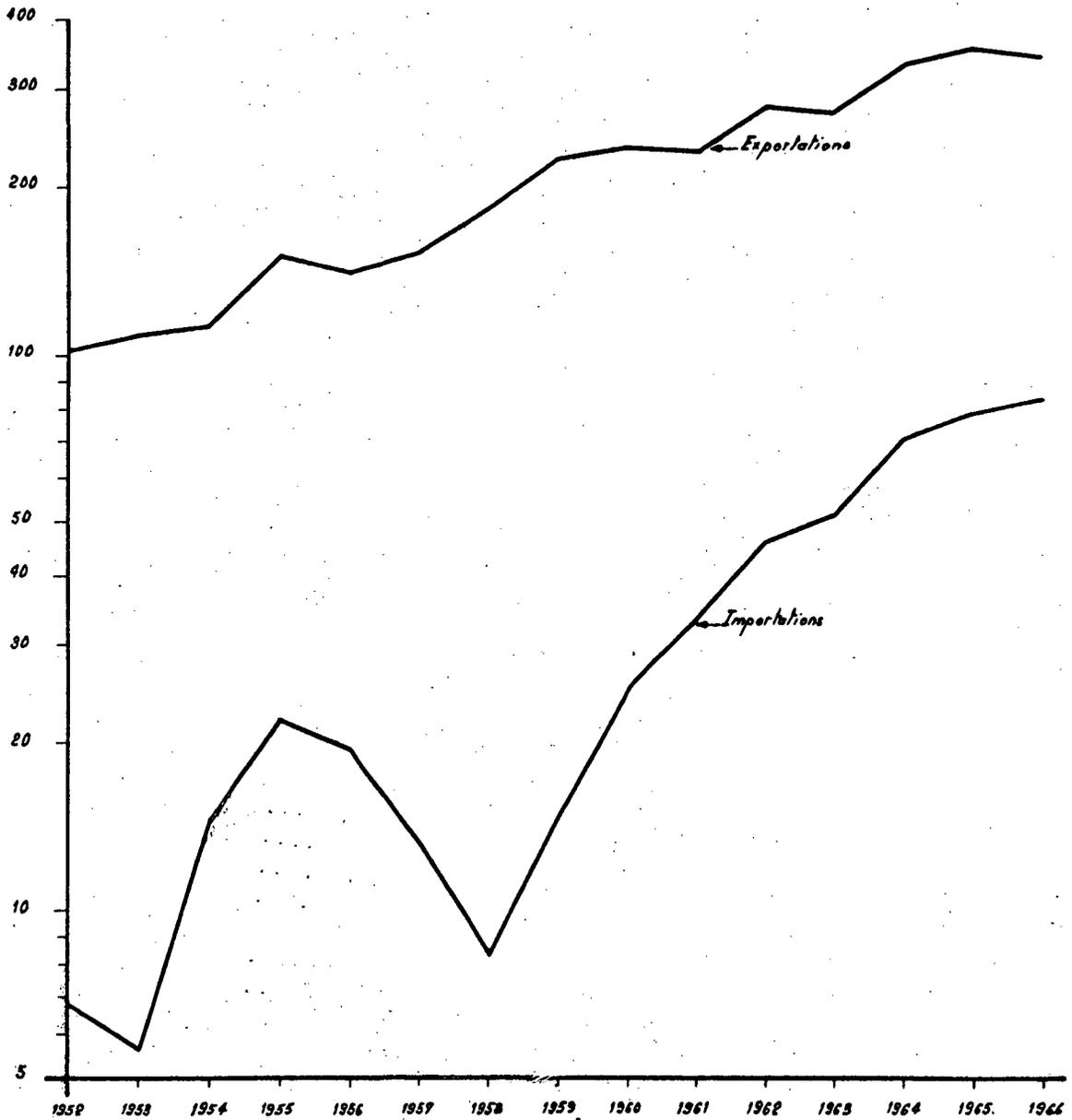
Tableau 20

Commerce extérieur du verre					
			en tonnes		
	Importations	Exportations		Importations	Exportations
1952.....	6 350	103 150	1960.....	25 245	238 050
1953.....	5 610	109 660	1961.....	33 230	232 800
1954.....	14 530	113 010	1962.....	46 270	281 400
1955.....	22 200	150 130	1963.....	51 800	273 800
1956.....	19 400	141 000	1964.....	70 420	336 600
1957.....	13 400	154 370	1965.....	73 400	351 240
1958.....	8 400	182 300	1966.....	83 770	339 020
1959.....	14 700	229 800			

Source : B.C.S.I.

COMMERCE EXTERIEUR DU VERRE

En milliers de tonnes



Source : B.C.S. 2

Conformément à cette analyse, nous avons appliqué le taux de croissance spécifique à chaque qualité de verre, à partir de 1967, et en négligeant les variations de stocks chez l'utilisateur. Comme le montre le tableau ci-après, on aboutit à une consommation de 1 763 000 tonnes de carbonate en 1985, ce qui correspond à un taux de croissance global annuel moyen de l'ordre de 9 % sur la période 1967-1985, taux plus élevé que celui de la production de verre qui est de 7,7 % pour la période 1961-1966. Cette différence tient à la fois aux quantités produites de chaque catégorie de verre et aux variations des consommations spécifiques de soude.

Evolution de la production verrière et prévisions de consommation
de carbonate de soude

	Taux de croissance 1961-1966 en %	Consommation de carbonate		
		1967		1985
		en tonnes	en %	en tonnes
Verre plat.....	+ 6,8	103 000	19,7	336 000
Moulages.....	+ 4,7	900	4,8	2 500
Fibres de verre.....	+ 10,4	4 700	10,1	28 000
Verre creux mécanique..	+ 9,7	254 400	24,0	1 350 000
Verre à la main.....	+ 8,3	11 100	11,8	46 500
Total.....	+ 7,7	374 100	21,4	1 763 000

d) La substitution du carbonate par la soude

Il est difficile d'avancer des chiffres précis pour évaluer le degré de substitution du carbonate par la soude en 1985, parce que les facteurs techniques prédominent sur les facteurs économiques. Bien que de nombreux travaux de recherche soient axés sur l'utilisation éventuelle de la soude dans cette industrie, nous pouvons dire qu'à l'heure actuelle aucun procédé de fabrication adéquat n'a été découvert. En effet, le gaz carbonique apporté par le carbonate a des propriétés très bénéfiques (élimination des impuretés entraînées par la remontée des bulles de CO₂ à la

surface du verre en fusion), qui disparaissent quand on utilise la soude. Cette substitution qui, de toute façon, ne dépasse pas 10 % n'a été opérée que dans des cas très particuliers et ne semble pas amorcer une extension, même à long terme, de ce genre de consommation.

C'est pourquoi, malgré la progression dans l'utilisation de l'ion Na_2O par la soude constatée ces dernières années (cf. graphique 5), progression à laquelle le verre a faiblement participé, nous ne prévoyons aucun changement sensible sur la période 1968-1985.

2°) Chimie

a) Chimie minérale

L'industrie chimique minérale représente le second débouché du carbonate, soit environ 30 % de la consommation française totale de ce produit. L'élément moteur de cette consommation (70 % de ce poste) est constitué par l'industrie des polyphosphates de soude dont le procédé de fabrication, schématiquement, consiste en la dissolution de l'ion Na_2O dans l'acide phosphorique. Les principales unités de production sont les suivantes :

Progil	Lyon
Péchiney-Saint-Gobain..	Rouen
Ugine-Kuhlmann.....	Lille

On admettra que la progression de l'ensemble des débouchés du carbonate de soude en chimie minérale sera comparable à celle de ce secteur, soit 9 %.

Ici, contrairement à ce que nous avons prévu pour le verre, tout le carbonate utilisé est destiné à être remplacé par la soude, car seul le facteur économique intervient ; or, nous pouvons prévoir une baisse très sensible du prix de la soude au cours des prochaines années, d'autant plus que ce prix est actuellement artificiellement maintenu à un niveau anormalement élevé, si l'on s'en réfère à la distorsion existant entre l'offre et la demande. D'ailleurs, en ce qui concerne ce poste, la substitution a déjà été largement amorcée.

b) Chimie organique et parachimie

Ce secteur consomme environ 7,5 % de la production de carbonate de soude. Une analyse détaillée de ce poste n'est pas possible dans le cadre fixé pour cette étude, car, actuellement, les applications sont très nombreuses et, toutes d'importance relativement faible du point de vue des tonnages consommés. Signalons, par exemple, que les tripolyphosphates sont utilisés dans la fabrication des poudres à laver, et cette opération implique à ce nouveau stade de fabrication une consommation de carbonate techniquement non substituable par la soude. En définitive, nous affecterons à ces débouchés, le trend de la parachimie, soit 6,1 % pour la période 1956-1966.

3°) Métallurgie

Actuellement, la métallurgie consomme environ 9 % de la production de carbonate de soude, lequel est essentiellement utilisé dans la sidérurgie (désulfuration et déphosphoration), et en quantité nettement inférieure dans les métaux spéciaux.

a) Sidérurgie

La sidérurgie a utilisé en 1967 environ 60 000 tonnes de carbonate de soude dont les principales destinations peuvent être ventilées comme suit :

- hauts fourneaux pour la désulfuration : 21 500 tonnes dans la rigole avant le mélangeur, 13 000 tonnes entre le mélangeur et le convertisseur.

- aciéries Thomas pour la déphosphoration : 22 300 tonnes se répartissant ainsi :

6 400 tonnes à Sollac
 7 400 tonnes à Longwy
 1 400 tonnes à Réhon
 3 000 tonnes à Mayeuvre
 2 200 tonnes à Caen
 1 900 tonnes à Thionville

- le solde, soit environ 3 000 tonnes, est utilisé pour le 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, une baisse 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 en 1985, pour une production totale d'environ 28 millions de tonnes d'acier, la part traitée sur fours Thomas aura diminué au profit de celle des fours à oxygène (qui devrait alors atteindre 60 % du total) et des fours électriques. Compte tenu également de l'importation de minerais non phosphoreux, nous pouvons admettre une diminution de près de 50 % de la consommation du carbonate par ce débouché, soit un tonnage absorbé de 10 000 tonnes environ.

En définitive, nous prévoyons donc une consommation totale de l'ordre de 40 000 tonnes de carbonate, chiffre en baisse notable par rapport à celui enregistré en 1967. Nous devons toutefois insister sur le fait que cette consommation augmentera au cours des prochaines années pour passer par un maximum vers 1975 (environ 70 000 à 75 000 tonnes). Par conséquent, du point de vue de la consommation de carbonate, nous serons en 1985, en phase décroissante. Nous pouvons signaler à cette occasion que les unités de Longwy, Mayeuvre et Thionville auront vraisemblablement disparu d'ici à 1985, ce qui supprimera les approvisionnements correspondants en carbonate.

En ce qui concerne la substitution du carbonate par la soude 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 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 1985 sensiblement la même consommation de carbonate de soude, à savoir environ 15 000 tonnes.

4°) Divers

Les autres applications du carbonate de soude 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. La consommation du carbonate, dans ces débouchés, devrait augmenter légèrement avec un rythme de croissance annuel moyen d'environ 2 %. En effet, malgré le développement notable des celluloses et du ciment, les autres débouchés sont en voie de disparition du point de vue de la consommation de carbonate. Il faut noter, par ailleurs, qu'il n'y aura pas de substitution du carbonate par la soude dans ce poste.

5°) Tableau synoptique

Nous avons récapitulé les résultats de l'analyse des secteurs consommateurs du carbonate de soude dans le tableau ci-après. Au total, on aboutit à une consommation de 3 308 000 tonnes de carbonate de soude en 1985.

Nous avons admis pour 1967 les consommations de carbonate de soude prévues par le Ve Plan pour 1985, sauf en ce qui concerne le verre et la sidérurgie, où nous avons pu déterminer la consommation précise de 1967. D'après nos estimations, pour les autres débouchés, les consommations de ces deux années sont très proches.

<u>Prévisions de consommation de carbonate de soude en 1985</u>				
en tonnes				
Débouchés	Consommation en 1967	Taux de croissance 1967-1985 en %	Consommation en 1985	Substitution de la soude au carbonate
Verre.....	374 100	+ 7,7	1 763 000	Pas de substitution
Chimie minérale...	246 000	+ 9,0	1 156 000	Substitution totale
Chimie organique et parachimie.....	62 400	+ 6,1	204 000	Pas de substitution
Métallurgie.....	75 000	-	55 000	Substitutions se compensant pour les métaux non ferreux
Divers.....	87 600	+ 2,0	130 000	Pas de substitution
Total....	845 100	+ 7,9	3 308 000	

C - CONSOMMATION GLOBALE DE SOUDE ET DE CARBONATE EN 1985

Après avoir analysé systématiquement les principaux secteurs industriels consommant soit de la soude caustique, soit du carbonate de soude et en tenant compte, le cas échéant, du développement du commerce extérieur, nous prévoyons une consommation totale de soude et de carbonate en 1985, respectivement de 1 405 500 tonnes et de 3 308 000 tonnes.

Nous n'avons pas tenu compte, dans ce bilan, de la substitution du carbonate par la soude, alors que celle-ci aura lieu très vraisemblablement en totalité pour le poste chimie minérale. En effet, après avoir examiné la tendance de cette substitution (explicitée dans le chapitre I), nous avons trouvé une progression dans la part de l'utilisation de l'ion Na_2O pour la soude caustique de l'ordre de 0,4 % par an, pour la période 1952-1967 ; maintenant, si nous faisons passer toute l'utilisation de l'ion Na_2O par le carbonate relative au poste chimie minérale dans les utilisations de la soude, nous aurons pour 1985 la ventilation suivante :

Na₂O par la soude :

$$1\,405\,500 + (1\,156\,000 \times 0,75) = 2\,272\,500 \text{ t de NaOH}$$

Na₂O par le carbonate :

$$(3\,308\,000 - 1\,156\,000) \times 0,75 = 1\,614\,000 \text{ t de NaOH}$$

soit en pourcentage par :

$$\text{la soude } \frac{2\,272\,500}{3\,886\,500} = 58,5$$

$$\text{le carbonate } \frac{1\,614\,000}{3\,886\,500} = 41,5$$

Cette nouvelle répartition donne une progression annuelle moyenne de cette substitution à l'avantage de la soude sur la période 1967-1985 d'environ 1 %(1). Si nous examinons la courbe de la figure 5, celle-ci indique depuis 1965 (2) un très fort pourcentage qui traduit un taux de progression largement supérieur à 1 % et qui, compte tenu des circonstances, devrait persister. Ainsi nous pouvons admettre que techniquement cette rapidité de substitution est possible.

Donc, pour nos prévisions en 1985, nous adopterons la ventilation de la consommation par secteur avec substitution de la soude au carbonate, ce qui donne la nouvelle répartition suivante :

<u>Consommation de soude et de carbonate en 1985</u>		en tonnes	
Soude		Carbonate	
Alumine.....	145 000	Verre.....	1 763 000
Viscose.....	95 000	Chimie organique...}	204 000
Cellulose.....	186 500	Parachimie.....}	
Chimie minérale....	1 165 500	Métallurgie.....	55 000
Chimie organique...	405 000	Divers.....	130 000
Parachimie.....	39 000		
Divers.....	245 000		
Total....	2 272 500	Total...	2 152 000

(1) En effet, le pourcentage d'utilisation de l'ion Na₂O par la soude passe de 51,9 % en 1967 à 58,5 % en 1985

(2) Cette époque coïncide d'ailleurs avec le début d'une saturation des débouchés traditionnels de la soude caustique par rapport à la production

Ces nouveaux résultats conduisent aux taux de croissance qui figurent dans le tableau ci-dessous.

<u>Taux de croissance</u>			
	en %		
	Ve Plan 1965-1970	Sans substitution 1967-1985	Avec substitution 1967-1985
Soude....	6,9	5,7	8,5
Carbonate	5,7	7,9	5,3

III - LES TENDANCES DU COMMERCE EXTERIEUR

A - SOUDE CAUSTIQUE

Nous avons vu, dans le chapitre I, qu'actuellement les échanges avec les autres pays sont relativement peu élevés ; en 1967, par exemple, sur une production totale de soude de 876 240 tonnes, il a été importé 24 870 tonnes de NaOH et exporté 184 034 tonnes de NaOH, soit respectivement 3 % et 21 %. Il y aura, au cours des prochaines années, une certaine progression à exporter de la part de tous les pays européens du fait de la quantité croissante de soude offerte pour une demande intérieure moins croissante. C'est ainsi que le pourcentage des importations, en ce qui concerne la France, devrait légèrement augmenter tout en restant inférieur à 10 % en 1985. Par ailleurs, le pourcentage des exportations ayant déjà atteint un niveau non négligeable, il ne devrait plus pouvoir dépasser les valeurs actuelles.

La majeure partie des exportations s'effectuera surtout à partir de l'unité de Lavéra (Marseille), à destination de la Guinée et surtout de l'Australie où le traitement de la bauxite de Weipa en emploiera un fort tonnage ; ainsi, une part importante des exportations se fera sous forme de lessive à 48 % de NaOH, part qui pourrait s'élever à environ la moitié du total.

Les importations, beaucoup plus morcelées, continueront de provenir essentiellement des pays du Marché commun, dont l'Italie qui semble avoir pris un certain marché en France. Ici, la soude caustique sous forme solide devrait représenter la moitié du total importé.

B - CARBONATE DE SOUDE

La France exporte du carbonate dans des proportions assez importantes (22 % environ), mais n'en importe pratiquement pas. Cette situation est due à la grande capacité de production des unités de Dombasle (Solvay), comparativement à la demande intérieure, alors que dans les pays voisins les capacités satisfont surtout la demande intérieure. Il est difficile de prévoir comment les autres pays s'équiperont d'ici à 1985, et en particulier nos meilleurs clients, à savoir l'U.R.S.S., l'Allemagne et la Suède. De toute manière, la plupart des unités de la C.E.E. appartiennent à Solvay qui, ainsi, exerce un monopole éliminant toute concurrence véritable entre les unités productrices des différents pays. La part des exportations devrait normalement diminuer, si l'on considère que Solvay, pour des raisons économiques, implanterait ses nouvelles capacités de production à forte rentabilité dans le nord de l'Allemagne et les Pays-Bas (proximité de très importantes carrières de calcaire et de mines de sel gemme d'exploitation facile, de même que disponibilité de combustibles à très bas prix). Ainsi, on peut penser que les exportations françaises de carbonate ne dépasseront pas 10 % de la production en 1985. En outre, les importations devraient rester négligeables.

IV - CONCLUSION : PREVISIONS DE PRODUCTION

Ayant analysé successivement la demande de soude et de carbonate sur le plan intérieur et extérieur, nous sommes en mesure de suggérer les chiffres suivants de production pour l'horizon 1985 :

	Consommation	Importations	Exportations	Production
Soude (en tonnes de NaOH)....	2 273 000	225 000	450 000	2 500 000
Carbonate (en tonnes de Na ₂ CO ₃).....	2 152 000	-	215 000	2 370 000

Nous voyons, par conséquent, que la production de soude (en tonnes de produits purs) devrait être supérieure à celle de carbonate, ce qui n'est pas le cas actuellement. La localisation des unités se fait de plus en plus vers l'axe Rhône-Alpes, alors qu'il y a quelques années encore ce centre se situait dans l'est de la France. Au contraire, pour ce qui est du carbonate, aucun changement dans ce domaine n'est à prévoir.

La substitution partielle de la soude au carbonate, le déplacement des centres de production de la soude, vont entraîner des modifications dans les flux de transport, modifications que nous allons essayer d'appréhender dans le chapitre suivant.

Chapitre III

CONCLUSION : LES FLUX DE TRANSPORT EN 1985

I - HYPOTHESES DE PRODUCTION

Compte tenu des résultats des deux premiers chapitres, nous allons évaluer des hypothèses d'augmentation de capacité ou de création de nouvelles unités de production de produits sodiques d'ici à 1985.

A - LA SOUDE CAUSTIQUE

L'électrolyse reste maintenant le seul procédé de fabrication de la soude qui est obtenue en tant que sous-produit du chlore. Ce dernier, en effet, par son taux de consommation plus élevé conditionne l'industrie de la soude et, par suite, les investissements qui lui sont affectés. Ce phénomène s'est également traduit chez Solvay, producteur traditionnel de produits sodiques, qui au cours des dernières années a progressivement mis en place sa propre industrie du chlore et de produits dérivés.

Comme l'indique le tableau ci-après, nous avons fait porter les augmentations de production sur certaines unités seulement. Ce choix se justifie par l'analyse, et de la situation de ces usines et du marché détenu par les producteurs.

Les quatre unités de production concernées sont celles de Lavéra, Tavaux, Pont-de-Claix et Jarrie. Ce sont d'ailleurs pratiquement les seules pour lesquelles les sociétés prévoient à moyen terme des augmentations de capacité.

L'unité de Saint-Auban a une implantation peu avantageuse du point de vue de l'approvisionnement en sel et, surtout maintenant, du point de vue de l'approvisionnement en énergie électrique, les ressources hydro-électriques des Alpes n'offrant plus de perspectives prometteuses. La

Producteurs de soude caustique en France en 1966

Localisation et production

	Localisation des usines	Production tonnes/an	
		1966	1965*
Péchiney-Saint-Gobain	Saint-Auban	130 000	160 000
	Lavéra	100 000	470 000
	Saint-Fons	20 000	-
	Wasquehal	11 000	-
			261 000
Solvay	Tavaux	230 000	1 080 000
	Dombasle	30 000	-
		260 000	1 080 000
Progil	Pont-de-Claix	80 000	230 000
Ugine-Kuhlmann	Jarrie	100 000	470 000
	Loos	8 000	-
	L'Estaque	8 000	-
	Brignoud	16 000	-
	Villers-Saint-Paul	8 000	-
		140 000	470 000
S.E.U.B.	Boussens	12 000	-
Cellulose du Rhône	Tarascon	6 000	-
Produits Chimiques d'Harbonnières	Harbonnières	3 000	-
Production totale France		760 000	2 410 000
* Estimation B.I.P.E.			

seule augmentation prévue résulte de la pleine utilisation de la capacité de production. Les autres unités dont la production est inférieure à 20 000 tonnes par an auront fort vraisemblablement disparu d'ici à 1985. En effet, la taille optimale de production se situe à 100 000 tonnes de chlore par an.

Les motivations des augmentations de capacité de production sont variables. Pour l'usine de Lavéra, sa proximité de Salin-de-Giraud et de la centrale thermique au fuel, côté approvisionnement, des usines d'alumine et des raffineries, côté consommation, favorise un accroissement de production de la soude caustique.

Pour les usines de Jarrie et de Pont-de-Claix, situées dans la région de Rhône-Alpes et ayant de fortes capacités, nous admettrons un taux de croissance égal à celui de la consommation de soude. En effet, pour ces unités, l'approvisionnement en énergie électrique et surtout en chlorure de sodium est nettement moins favorable que dans le Midi ou même dans l'est de la France. Les seuls motifs d'extension de ces unités résident dans le fait qu'elles sont proches des régions à consommation relativement importante de chlore et de soude par la grande industrie chimique et l'industrie textile.

Au total, la production de soude caustique s'élèvera à 2 400 000 tonnes en 1985.

Pour conclure, il faut signaler que dans nos prévisions d'augmentation de capacité, nous n'avons pas tenu compte de la demande de chlore, qui actuellement est plus forte que celle de soude. A priori, les nouvelles capacités pourraient donc aisément être atteintes et même dépassées. En fait, il est fort probable que le taux de progression de la production du chlore continue à décroître légèrement, compensé par la plus vive augmentation de celui de la soude, en raison de la substitution partielle du produit au carbonate de soude. En 1985, nous ne prévoyons donc pas d'importants excédents de soude, qui en tout état de cause n'auraient pas d'incidence sur le plan transport.

B - LE CARBONATE DE SOUDE

Comme le montre le tableau ci-dessous, deux producteurs seulement se partagent le marché français du carbonate de soude, d'autant que les importations sont inexistantes.

<u>Producteurs de carbonate de soude en France en 1966</u>			
Localisation et production			
	Localisation des usines	Production tonnes/an	
		1966	1985*
Les Soudières Réunies	La Madeleine-Varangeville	370 000	960 000
Solvay	Sarralbe	170 000	170 000
	Dombasle	360 000	930 000
	Tavaux	230 000	230 000
		760 000	1 330 000
	Production totale France	1 130 000	2 290 000

* Estimation B.I.P.E.

Il semblait donc logique, même a priori, d'appliquer aux augmentations de capacités de production le taux de 5,3 %, taux de croissance de la consommation de carbonate pour la période 1967-1985.

En ce qui concerne Les Soudières Réunies, ce taux donne une production en 1985 de l'ordre du million de tonnes. Cet ordre de gran-

deur ne paraît pas exagéré, si l'on tient compte du fait que pour cette société le marché peut, en grande partie, être considéré comme captif, le principal client étant la Société Saint-Gobain. Or, en 1985, le verre sera le débouché largement prédominant du carbonate.

Nous avons appliqué le même taux pour l'unité de Dombasle de la Société Solvay. Dans le chapitre I, nous avons signalé que cette société utilisait la carbonatation de la soude dans cette usine, afin de résoudre le problème des surplus de soude. Cette opération, que l'on peut qualifier actuellement de non-sens économique, sera vraisemblablement rendue nécessaire à l'avenir. Il est d'ailleurs fort plausible que l'amélioration de la technique et la réduction du prix de la soude à un coût plus réel, rendent cette opération réaliste, sur le plan économique. On aboutit donc à une production de l'ordre de 900 000 tonnes pour cette usine. Les autres unités de Sarralbe et Tavaux ne devraient pas être l'objet d'une augmentation sensible de la capacité de production de Solvay. Cette répartition de la production en 1985 se justifie d'autant mieux que Solvay développe sa production de chlore (donc de soude), avec la mise en place d'une importante capacité de production de monomère de PVC à Tavaux.

On aboutit ainsi à une production de près de 2 300 000 tonnes, ce qui est très proche de la production prévue dans le chapitre II, soit 2 370 000 tonnes. La différence peut être facilement trouvée par une augmentation du pourcentage d'utilisation des capacités.

C - PRODUCTION DE PRODUITS SODIQUES PAR REGION

Selon nos prévisions d'augmentation des capacités de production, nous avons les répartitions régionales suivantes de la production.

1°) Productions régionales de soude électrolytique en 1985

	1966		Prévisions 1985	
	en tonnes	en %	en tonnes	en %
Nord	18 702	2,7	-	-
Franche-Comté	186 241	27,0	1 080 000	45
Alsace-Lorraine	31 040	4,5	-	-
Rhône-Alpes	192 814	27,9	700 000	29
Midi	252 674	36,6	630 000	26
Toulouse	9 072	1,3	-	-
Total ...	690 543	100,0	2 410 000	100

2°) Productions régionales de carbonate de soude en 1985

	En tonnes	
	1966	Prévision 1985
Alsace-Lorraine	900 000	2 060 000
Franche-Comté	230 000	230 000

Au total, trois régions prédomineront dans les transports de produits sodiques en 1985 : l'Alsace-Lorraine, la Franche-Comté et la région Rhône-Alpes.

II - LES FLUX DE TRANSPORT EN 1985

Au préalable, il est nécessaire de rappeler que les tonnages transportés ne correspondent pas à des produits sodiques à 100 %, de sorte que toute correspondance entre les prévisions de flux de transport en 1985 et nos hypothèses de production ne seraient pas significatives.

1°) Trafic ferroviaire

En 1966, la S.N.C.F. a transporté 967 719 tonnes de carbonate de soude et de soude caustique. Le tonnage transporté du tableau 7 représente donc près de 50 % des transports ferroviaires.

Nous avons repris ce tableau pour 1985 en affectant à chaque liaison le taux d'accroissement prévu pour l'industrie consommatrice. Pour les exportations de carbonate de soude que l'on a pu identifier, nous avons maintenu la même valeur pour ces flux en fonction des prévisions du commerce extérieur de ce produit ; c'est le cas notamment des liaisons Sarralbe vers Sarreguemines ou Strasbourg (carbonate de soude).

La plupart des liaisons importantes correspondent d'ailleurs à du carbonate de soude. Les flux de soude caustique sont pour leur majeure partie constitués par des liaisons très faibles de 1 000 à 3 000 tonnes au maximum.

Nous voyons donc d'après le tableau 21 que les tonnages des liaisons supérieures à 10 000 tonnes seront multipliés par quatre en 1985. Il est vraisemblable que peu de liaisons nouvelles importantes apparaîtront en ce qui concerne le carbonate de soude, notamment pour l'industrie verrière, en raison de l'importance des investissements nécessaires pour créer une usine nouvelle dans ce secteur industriel ; il se produira plutôt des augmentations de capacité de production, donc des augmentations des liaisons déjà les plus importantes.

En ce qui concerne la soude solide, il y aura certainement un certain nombre des liaisons les plus faibles qui disparaîtront, en raison de la concentration des industries consommatrices. Cela ne supprimera pas, néanmoins, le morcellement des expéditions.

Tableau 21

Principales liaisons E.N.C.F. pour les transports de soude
et de carbonate de soude en 1965

Gares expéditrices	Gares destinataires	Tonnages transportés en 1966	Prévisions	
			% d'accroissement annuel 1967-1965	Tonnages en 1965
Varangeville	Nogent-l'Artaud	14 982	7,7	62 000
	Gironcourt	20 117	9,7	115 000
	Strasbourg	67 381	-	65 000
	Roubaix	64 536	9,0	330 000
	Thourotte	22 247	6,8	78 000
	Aniche	12 051	6,8	42 000
	Le Tréport	10 015	7,7	40 000
	Petit-Quevilly	30 851	9,0	160 000
	Cognac	28 750	9,7	165 000
	Givors	11 198	9,7	65 000
Sarralbe	Sarreguemines	18 871	-	15 000
	Strasbourg	33 777	-	35 000
Calais	Loos-les-Lille	15 408	9,0	80 000
Tavaux	Roches-Condrieux	79 127	9,0	400 000
	Saint-Galmier	21 612	9,7	125 000
	Port-Louis	14 874	9,0	75 000
	Total	465 807		1 852 000

Au total, les liaisons du tableau 21 devraient représenter en 1985 un pourcentage plus important des produits sodiques transportés par rapport à 1966.

*
*
*

Les transports de lessive de soude sont pour 70 % environ destinés à l'industrie de l'alumine. Les quantités transportées vont s'accroître au cours des prochaines années, en raison de la teneur plus faible en alumine des bauxites. Après être passées par un maximum, ces expéditions diminueront lorsqu'on importera, d'Australie notamment, de la bauxite à haute teneur en alumine, donc nécessitant moins de soude.

La diminution de la consommation spécifique de soude sera en partie compensée par les exportations destinées au traitement sur place de la bauxite d'Australie, de Guinée ou des autres gisements outre-mer appartenant aux sociétés françaises.

Nous obtenons ainsi le tableau 22 où nous notons pratiquement le maintien des livraisons globales en 1985. Les transports en 1966 correspondent en moyenne à dix-huit mois de consommation ; nous avons maintenu cette correspondance pour 1985.

Tableau 22

Transports de lessives de soude en 1985				
			en tonnes	
Gares expéditrices	Sociétés productrices	Gares destinataires	1966	Prévision 1985
Pont-de-Claix	Progil	Saillat*	7 035	32 000
Martigues (Lavéra)	Péchiney-	Salindres	48 121	40 000
Saint-Auban	Saint-Gobain	Salindres	39 567	120 000
		Gardanne	153 797	
Martigues (Lavéra)	Péchiney-	Marseille	-	90 000
	Saint-Gobain			
		Total ...	248 520	282 000

* Consommation pour la pâte à papier ; les autres liaisons concernent l'alumine

Tableau 24

Principaux flux de transports fluviaux de carbonate de soude en 1985

Ports expéditeurs	Ports destinataires	Tonnages transportés en 1966	Prévisions	
			% d'accroissement annuel 1967-1985	Tonnages en 1985
Nancy	Saint-Omer	5 483	9,7	32 000
	Valenciennes	10 795	9,7	62 500
	Berlamont	19 101	9,7	110 000
	Cambrai	6 305	9,7	36 500
	Compiègne	25 922	9,7	150 000
	Reims	22 231	9,7	130 000
	Soissons	16 494	9,7	95 000
	Strasbourg	5 282	-	5 000
	Chalon-sur-Saône	9 300	6,3	32 500
	Belgique	56 531	-	55 000
Pays-Bas		8 997	-	9 000
Sarreguemines	Compiègne	5 397	9,7	31 000
	Soissons	8 513	9,7	50 000
	Belgique	22 859	-	22 000
Strasbourg	Belgique	100 080	-	100 000
	Pays-Bas	6 081	-	5 000
	Total	329 371		925 500

2°) Trafic fluvial

Nous avons noté dans le chapitre I d'une part que pour les soudes le transport par voie fluviale était nettement moins utilisé que le transport par voie ferrée, d'autre part que le remplacement progressif de la soude de caustification par la soude électrolytique avait affaibli les échanges de carbonate et que les transports fluviaux avaient été les plus touchés par cette mutation des procédés de fabrication.

Comme le montre le tableau 23, les transports par canaux de soude caustique sont multipliés par 3,5 environ en 1985, coefficient multiplicateur inférieur à celui des transports ferroviaires. De même que par le passé, les transports fluviaux de carbonate de soude, en 1985, croissent moins vite que les transports de soude caustique (que ces derniers soient d'ailleurs effectués par voie ferrée ou par canaux). Ainsi, d'après le tableau 24, nous voyons que les transports de carbonate de soude ne sont même pas multipliés par trois. Cela est dû, en partie, à la stabilité des exportations. Il faut en outre noter que certaines liaisons (flux d'exportations) sont des reprises de transports S.N.C.F.

Tableau 23

Principaux flux de transports fluviaux de soude caustique en 1985

Ports expéditeurs	Ports destinataires	Tonnages transportés en 1966	Prévisions	
			% d'accroissement annuel 1967-1985	Tonnes en 1985
Conflans	Paris	4 857	8,5	23 000
Nancy	Belgique	13 640	5,0	33 000
Besançon	Calais	8 056	8,5	38 000
	Lille	4 373	8,5	20 000
	Paris	4 445	8,5	21 000
	Belgique	9 259	5,0	22 500
	Total ..	44 630		157 500

En résumé, les transports de soude en 1985 se caractériseront par un nombre très réduit de centres expéditeurs, mais par un éclatement important des liaisons. Parmi ces dernières, les plus importantes à l'heure actuelle verront leur part relative augmenter, en raison des concentrations qui auront lieu dans les industries utilisatrices. Enfin, bien que par rapport à 1966 les transports fluviaux bénéficient de l'accroissement des exportations de soude, le taux de progression des quantités transportées ne croîtra pas aussi vite que celui des tonnages S.N.C.F.

ORGANISMES ET SOCIETES CONSULTES

Boussois-Souchon-Neuvesel
Centre Technique de l'Industrie des Papiers, Cartons et Cellulose
Centre Technique des Industries du Verre
Chambre Syndicale de la Sidérurgie
Chambre Syndicale des Soudières
Direction des Industries Chimiques (ministère de l'Industrie)
Direction des Mines (ministère de l'Industrie)
La Rochette-Cenpa
Office National de la Navigation (O.N.N.)
Péchiney
Péchiney-Saint-Gobain
Saint-Gobain
Solvay
Société Nationale des Chemins de Fer Français (S.N.C.F.)
Syndicat National Professionnel de l'Industrie Electrolytique des
Chlorures Alcalins
Syndicat National des Textiles Artificiels et Synthétiques

