

BUREAU D'INFORMATIONS  
ET DE  
PRÉVISIONS ÉCONOMIQUES

B. I. P. E.

122, Avenue Charles de Gaulle

92 - NEUILLY-SUR-SEINE

Tél. : 722-06-00

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

---

Bauxite - Alumine

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

Juin 1971



## S O M M A I R E

Introduction .....	3
--------------------	---

### Chapitre 1

#### SITUATION ACTUELLE DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM EN FRANCE

I - L'industrie extractive : la bauxite .....	11
A - Production intérieure .....	11
B - Commerce extérieur .....	13
II - L'industrie amont : l'alumine .....	17
A - Production intérieure .....	17
B - Commerce extérieur .....	19
III - L'industrie de transformation de l'alumine .....	23
A - L'industrie de l'aluminium .....	23
1°) Production intérieure .....	23
2°) Commerce extérieur .....	25
B - Autres industries .....	27

### Chapitre 2

#### PERSPECTIVES D'EVOLUTION

I - Analyse des réserves de bauxite et conséquences .....	31
A - Réserves françaises .....	31
B - Réserves mondiales .....	32
C - Conséquences .....	33

II - Futures sources d'approvisionnement des usines françaises d'aluminium .....	35
A - Les unités de production d'alumine .....	35
1°) Nouveaux projets .....	35
2°) Extension des capacités existantes .....	36
B - Le coût de l'énergie électrique et ses conséquences sur les implantations d'usines d'aluminium .....	36
1°) Coût de l'énergie électrique .....	36
2°) Conséquences sur l'implantation des usines .....	38
III - Perspectives de consommation et de production d'aluminium en France .....	41
A - Hypothèse de consommation d'aluminium de première fusion en France en 1975 et 1985 .....	41
B - Hypothèse de production d'aluminium de première fusion .....	46
1°) En 1975 .....	46
2°) En 1985 .....	46
C - Conséquences sur le commerce extérieur de l'aluminium .....	48
IV - Conséquences sur les industries amont : évaluation de la demande d'alumine et de bauxite en 1975 et 1985 .....	49
A - Les coefficients techniques .....	49
B - Evaluation de la demande d'alumine .....	50
1°) Demande intérieure d'alumine .....	50
2°) Commerce extérieur .....	50
3°) Demande globale d'alumine .....	51
4°) Capacités de production .....	52
C - Evaluation de la demande de bauxite .....	53
1°) Demande intérieure globale de bauxite .....	53
2°) Conséquences sur le commerce extérieur de la bauxite .....	54
V - Récapitulatif des hypothèses précédemment retenues .....	54

### Chapitre 3

#### LES FLUX DE TRANSPORT EN 1975 ET 1985

I - Situation actuelle des transports .....	59
A - Les modes de transport et leur évolution .....	59
B - Structure des transports par voie ferrée .....	63

II - Flux de transport en 1975 et 1985 .....	71
A - Flux de transport de bauxite pour alumine .....	71
B - Flux de transport d'alumine pour aluminium .....	75
1°) Transport par voie ferrée .....	75
2°) Transport par route .....	80
3°) Bilan .....	80
C - Flux de transport d'alumine pour exportations .....	81
Conclusion .....	85
Annexe 1 : Hypothèse de consommation d'aluminium en France en 1985 .....	89
Annexe 2 : Organismes et sociétés consultés .....	93

The first part of the document  
 discusses the general principles  
 of the proposed system.  
 It is intended to provide a  
 clear and concise summary  
 of the main points.  
 The second part of the document  
 contains a detailed description  
 of the various components  
 and their functions.  
 This section is intended to  
 provide a more thorough  
 understanding of the system.  
 The third part of the document  
 discusses the implementation  
 and testing procedures.  
 It includes a list of the  
 equipment and materials  
 required for the project.  
 The fourth part of the document  
 contains the results of the  
 tests and a discussion of  
 the findings.  
 The fifth part of the document  
 discusses the conclusions  
 and recommendations.  
 It includes a list of the  
 references used in the  
 document.

## INTRODUCTION

Le Bureau d'Informations et de Prévisions Economiques (B.I.P.E.) effectue un travail permanent de prévision de l'évolution à long terme du progrès des techniques de fabrication et, par suite, 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 (1) a consisté - en 1967 - à étudier les transports lourds dans l'industrie chimique française en 1985. Cela pour trois produits ou groupes de produits : la bauxite et l'alumine, le soufre, la soude et les principaux dérivés. Une deuxième étude nous a été demandée par le S.A.E.I. pour prévoir les mêmes transports lourds à l'horizon 1975 en s'appuyant sur les résultats obtenus pour 1985. Elle a donc pour vocation d'intégrer les prévisions à moyen terme (1975) dans les perspectives à long terme (1985).

Ce présent volume reprend donc le plan de l'étude réalisée en 1967 et intègre ses résultats à ceux de 1985. En raison de l'évolution des politiques industrielles des producteurs, nous avons pu apporter pour 1985 un certain nombre de précisions quant à certaines tendances seulement esquissées en 1967.

---

(1) "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.

En ce qui concerne "la bauxite et l'alumine", nous avons étudié dans une première étape la structure actuelle de l'industrie de l'aluminium, notamment ce qui a trait à l'approvisionnement en bauxite et en alumine.

Nous avons analysé ensuite les perspectives d'évolution de la consommation et de la production de ces produits et leur implication sur les transports.

Nous avons ainsi apprécié la nature et l'importance des réserves françaises de bauxite et ce qu'elles impliquaient quant aux futures sources d'approvisionnement des usines françaises d'aluminium. Nous avons également tenu compte de la politique d'investissements des sociétés pour en tirer des hypothèses de production d'aluminium en France et dégager les conséquences de cette politique sur le commerce extérieur, tant de l'aluminium que des matières premières (bauxite et alumine) en fonction des perspectives de consommation d'aluminium en 1975 et 1985.

Enfin, dans un troisième chapitre, en s'appuyant sur l'évolution passée et la situation actuelle des transports, nous nous sommes efforcés d'établir les flux de transport en 1975 et 1985 en fonction des conclusions tirées des perspectives d'évolution de l'industrie de l'aluminium.

°°

Cette étude a été effectuée par le service "Chimie et Industries Nouvelles" du B.I.P.E. sous la responsabilité de M. Fassinotti. M. Jacques Bernard avait été chargé de l'étude à l'horizon 1985. Mlle Françoise Genty a mené à bien l'étude pour 1975 et révisé les résultats pour 1985. Les conclusions auxquelles nous avons abouti n'engagent que le B.I.P.E.

Chapitre 1

SITUATION ACTUELLE DE L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM EN FRANCE

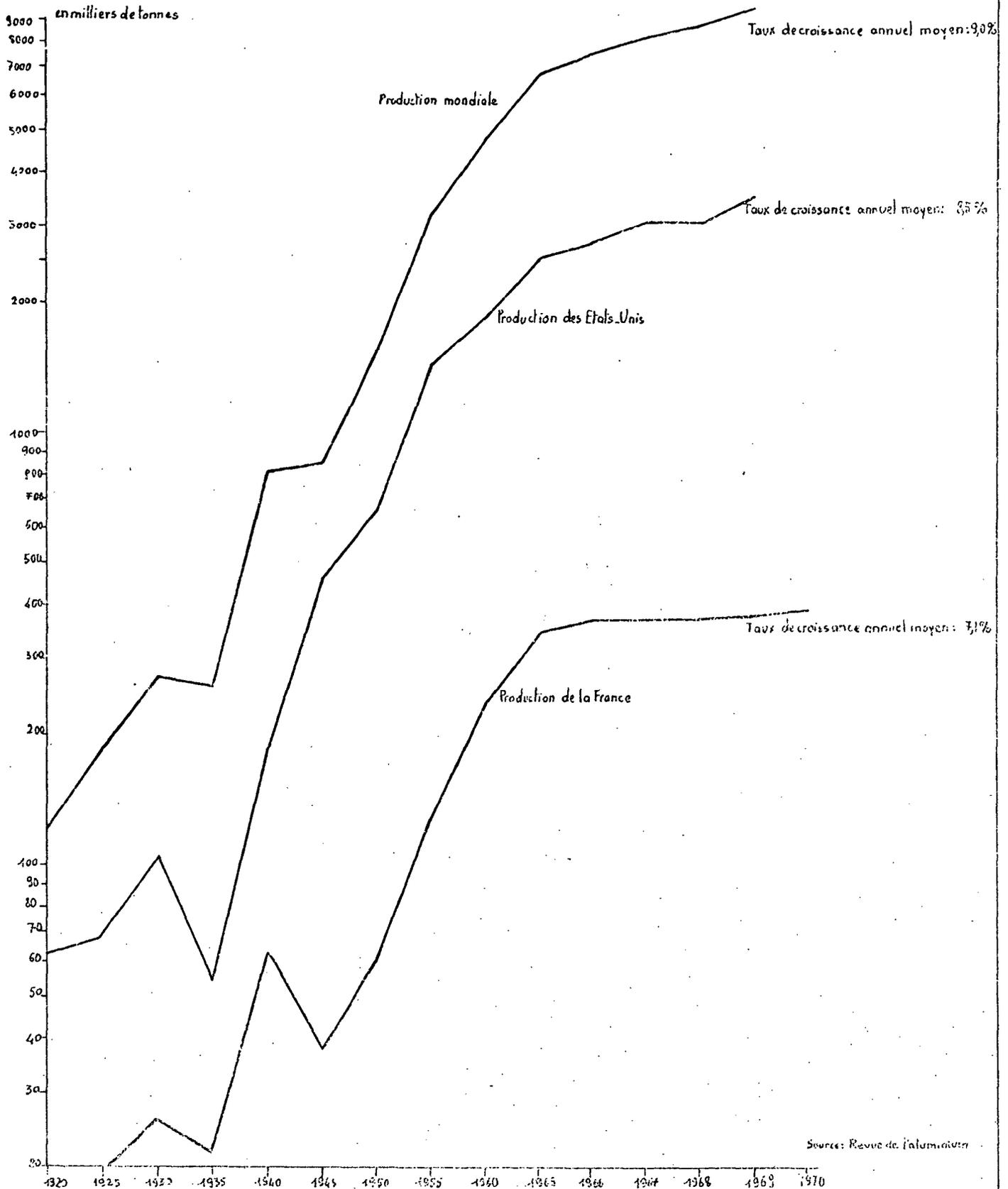


Le nombre croissant de pays assurant leur propre production d'aluminium (six en 1910, trente en 1967 et trente-deux en 1969) prouve le rôle fondamental joué par ce métal dans la vie économique (1).

Ce sont ses propriétés chimiques, mécaniques (légèreté) et électriques qui ont contribué à donner à l'aluminium une place de plus en plus importante dans la métallurgie. A titre d'exemple, en 1968, la France placée au sixième rang mondial (365 700 t) -4e rang mondial en 1966 - derrière les Etats-Unis (2 952 900 t), l'U.R.S.S. (1 550 000 t), le Canada (887 900 t) enfin le Japon et la Norvège (respectivement 478 400 t et 473 600 t), a vu sa production croître de 7,1 % (2) en moyenne par an depuis 1920, et de 8,9 % pendant la période 1954-1967, alors que le taux correspondant pour l'acier brut ne s'élevait qu'à 4,2 %.

- 
- (1) Certains pays ne sont devenus producteurs que grâce à l'implantation chez eux de sociétés de nationalité étrangère, notamment américaines, canadiennes, françaises (par exemple : Pechiney en Grèce, en Espagne, etc.), mais ces implantations confirment l'importance du rôle joué par l'aluminium dès qu'un pays est devenu suffisamment industrialisé pour offrir un débouché à ce métal.
- (2) Tous les taux dont il sera question dans la suite de cette étude sont calculés en taux composés et non en taux arithmétiques.

PRODUCTION D'ALUMINIUM EN FRANCE ,AUX ETATS-UNIS ET DANS LE MONDE



Cette forte expansion de l'aluminium, également enregistrée aux Etats-Unis (cf. figure 1 et tableau 1), s'explique par le développement de ses principaux débouchés : l'équipement des transports (notamment l'automobile), le bâtiment et la construction électrique.

Tableau 1

Evolution de la production d'aluminium de première fusion en France, aux Etats-Unis et dans le monde			
	en tonnes		
	France	Etats-Unis	Monde
1920 .....	12 400	62 600	121 000
1925 .....	19 200	68 000	184 000
1930 .....	25 800	103 900	269 200
1935 .....	21 800	54 100	256 900
1940 .....	61 700	187 100	807 300
1945 .....	37 200	453 500	839 500
1950 .....	60 700	651 800	1 507 000
1955 .....	129 200	1 420 200	3 103 000
1960 .....	235 200	1 827 200	4 635 400
1965 .....	340 500	2 498 800	6 612 400
1966 .....	363 511	2 692 900	7 300 000
1967 .....	361 214	2 965 800	8 000 000
1968 .....	365 743	2 952 900	8 500 000
1969 .....	371 676	3 441 000	9 400 000
1970 .....	381 046°		

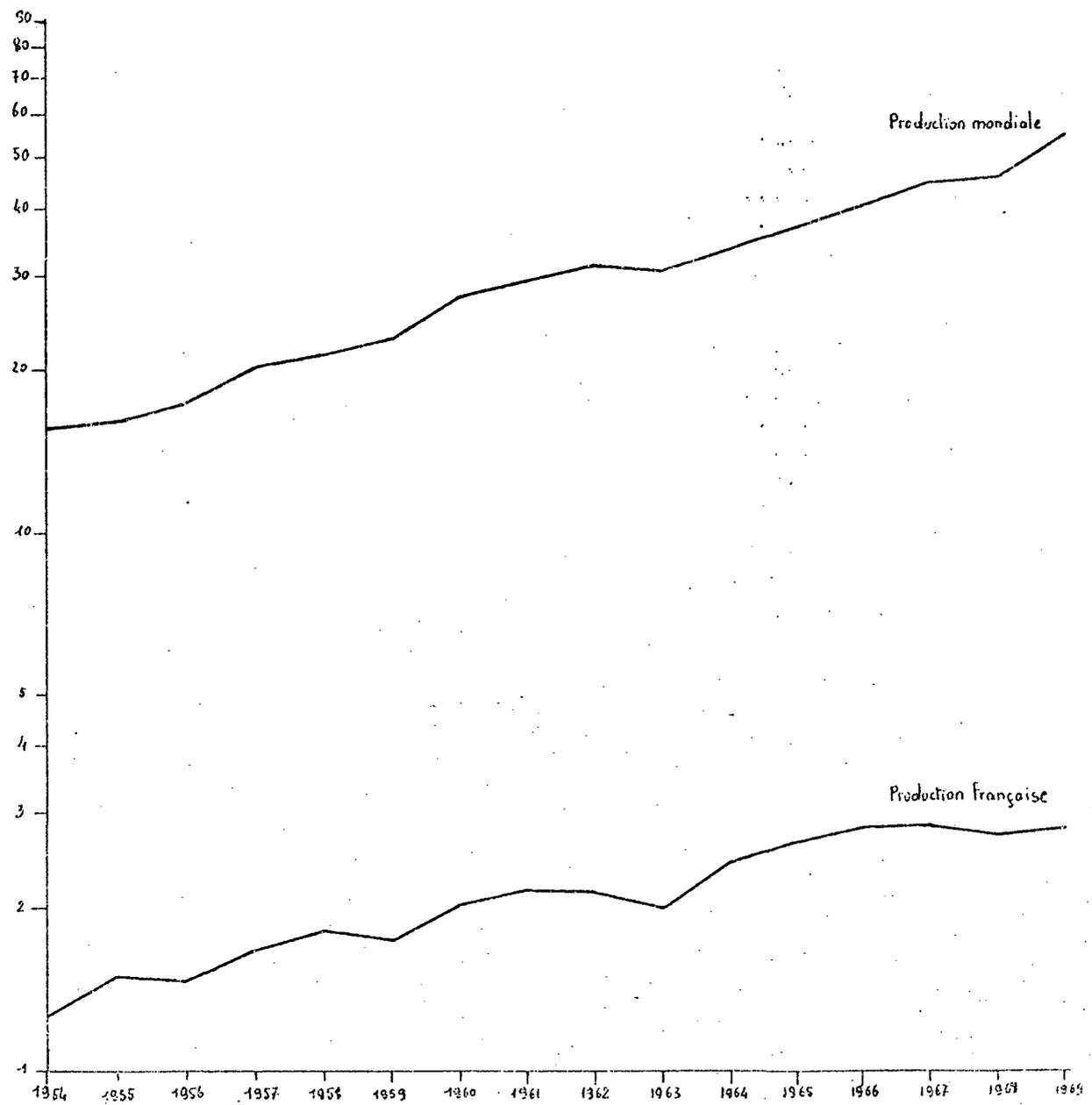
° Dont Pechiney 295 237 tonnes, Ugine-Kuhlmann 85 809 tonnes  
(source : Pechiney)

Source : Revue de l'aluminium, Metallgesellschaft

Le cycle de l'aluminium met en jeu trois types de produits : le minerai (bauxite), un produit intermédiaire (alumine) et enfin le métal (aluminium) que nous examinerons successivement sous l'angle de la production et du commerce extérieur.

PRODUCTION DE BAUXITE EN FRANCE ET DANS LE MONDE

En millions de tonnes de minerai



## I - L'INDUSTRIE EXTRACTIVE : LA BAUXITE

La bauxite, matière première de la fabrication de l'aluminium, est un minerai constitué par un hydrate d'aluminium naturel contenant plus ou moins d'hydrate ferrique. D'après les teneurs respectives de ces deux corps, on distingue :

- la bauxite rouge, 60 à 68 % d' $\text{Al}(\text{OH})_3$  et 12 à 16 % de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$
- la bauxite blanche, 55 à 75 % d' $\text{Al}(\text{OH})_3$  et 1 à 3 % de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$

Ce minerai est obtenu par extraction de mines à ciel ouvert, ou de mines profondes de quelques centaines de mètres. Le minerai rouge est hydraté, puis calciné par le procédé Bayer pour former l'oxyde d'aluminium ou alumine. La phase suivante consiste à électrolyser l'alumine à environ 950°C dans un bain de cryolite servant de fondant. L'aluminium en fusion se dépose en continu sur la cathode alors que l'oxygène brûle le carbone de l'anode.

### A - PRODUCTION INTERIEURE

Les sociétés Pechiney, Bauxite et Aluminium de Provence, Ugine-Kuhlmann, Bauxite de France et Comptoir d'Extraction ont produit en 1969 2 772 700 tonnes de bauxite, toutes qualités, à partir des mines métropolitaines. Pendant la même année, la production de bauxite rouge était d'environ 2 millions et demi de tonnes contre près de 30 000 tonnes de bauxite blanche. 97 % du tonnage de bauxite extrait sont consommés par l'industrie de l'alumine ; le solde qui comprend une part de bauxite blanche est destiné aux produits réfractaires (céramiques), à la métallurgie et à la cimenterie. Les courbes de la figure 2, tracées à partir du tableau 2, montrent une augmentation importante et relativement régulière de l'extraction de bauxite française jusqu'en 1967, puisque le taux de croissance annuel moyen s'élevait à 5,2 % pendant la période 1957-1967. Cette croissance s'est toutefois ralentie au cours des années suivantes (pour des raisons que nous exposerons ultérieurement), et le taux moyen annuel de 4,7 % entre 1959 et 1969 reste nettement inférieur à celui de la production mondiale, soit 10,9 %.

Tableau 2

Production de bauxite en France et dans le monde en milliers de tonnes de minerai		
	Production mondiale	Production française
1954 .....	15 612,9	1 274,8
1955 .....	16 000,7	1 497,0
1956 .....	17 364,6	1 466,0
1957 .....	20 190,4	1 684,5
1958 .....	21 312,2	1 817,2
1959 .....	22 989,5	1 744,9
1960 .....	27 560,2	2 037,7
1961 .....	29 117,8	2 182,0
1962 .....	31 058,7	2 158,3
1963 .....	30 507,6	2 003,1
1964 .....	33 471,7	2 432,7
1965 .....	37 148,9	2 661,8
1966 .....	40 646,2	2 810,6
1967 .....	44 418,8	2 812,6
1968 .....	45 372,2	2 713,0
1969 .....	54 441,3	2 772,7
1970 .....		2 991,6

Source : Minerais et Métaux, B.C.S.I., Metallgesellschaft

Jusqu'en 1969, les lieux d'extraction de ce minerai étaient principalement concentrés en France, dans le Var et l'Hérault (qui représentaient respectivement environ 73 % et 24 % de la production intérieure totale, comme le montre le tableau suivant), les Bouches-du-Rhône et l'Ariège ne totalisant que 3 %. La mise en service par Pechiney de la

mine de Mazaugues-Aval (Var) et d'un nouveau siège à la Rouquette (Hérault) devrait maintenir ces proportions en dépit de la réduction de l'extraction à Bouzigues et à Bédarieux.

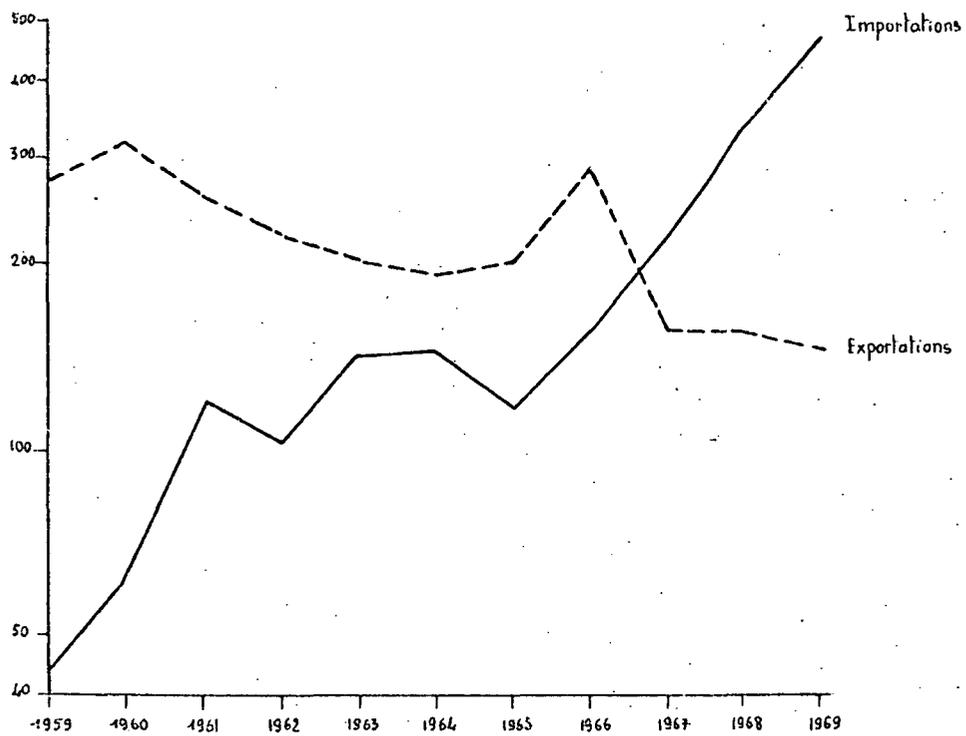
Localisation et production des mines de bauxite			
	Localisation	Tonnage de bauxite extrait	
		1969	1970
Var .....	Brignoles (Les Censies)	2 030 000	2 230 000
Hérault .	{ Bédarieux (Mèze (Sète-Bouzigues))	663 000	74 600

#### B - COMMERCE EXTERIEUR

Comme le montrent la figure 3 et le tableau 3, jusqu'en 1960, la France n'importait pratiquement pas de bauxite. Ces approvisionnements ne s'élevaient qu'à quelques dizaines de milliers de tonnes ; ils constituaient des apports d'équilibrage entre usines métropolitaines et succursales d'outre-mer. En 1966, les importations dépassaient légèrement 150 000 tonnes, soit moins de 6 % de la production intérieure ; à partir de cette date, on a assisté à une forte augmentation correspondant à une importation supplémentaire de bauxite australienne de Weipa qui a porté ces chiffres à 226 000 tonnes en 1967, à la suite de la signature d'un contrat portant sur dix ans et qui doit assurer 600 000 tonnes par an de bauxite aux sociétés françaises. Cette croissance ne s'est pas ralentie jusqu'à maintenant. En 1969, les importations de bauxite s'élevaient à 480 000 tonnes, soit 17,4 % de la production intérieure.

COMMERCE EXTERIEUR FRANCAIS DE LA BAUXITE

En milliers de tonnes

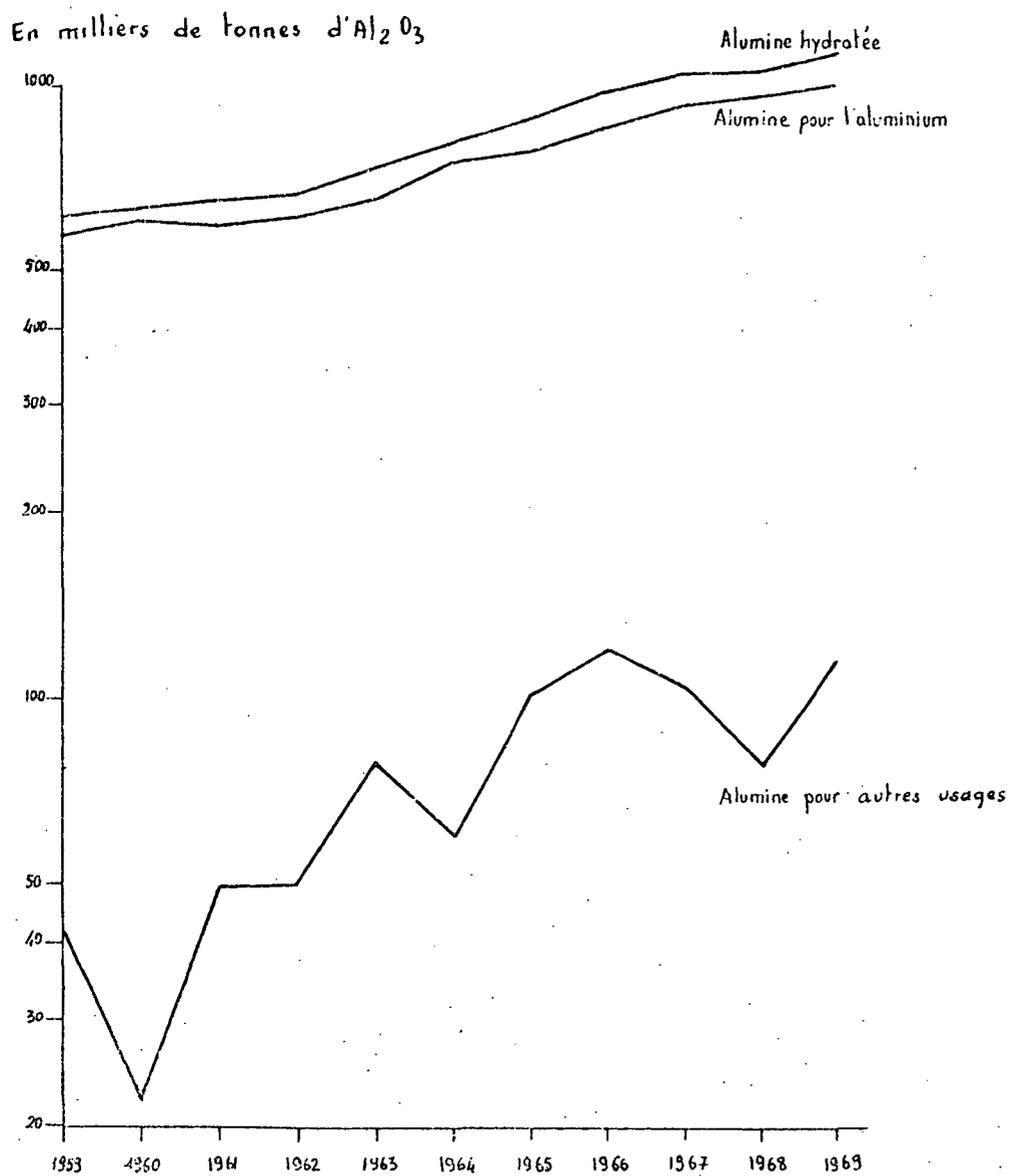


Quant aux exportations dirigées principalement vers l'Allemagne et la Grande-Bretagne, après avoir oscillé entre 200 000 et 300 000 tonnes pendant la période 1959-1966 (cf. figure 3), elles ne représentent plus, actuellement, qu'un pourcentage très faible (5 % environ) de la production intérieure ; ce phénomène est bien entendu lié à la moindre expansion de la production française.

Tableau 3

Commerce extérieur de la bauxite en France		
	en tonnes	
	Importations	Exportations
1959 .....	44 961	275 641
1960 .....	60 645	317 106
1961 .....	120 728	256 312
1962 .....	101 838	226 629
1963 .....	142 499	205 901
1964 .....	145 845	199 634
1965 .....	116 509	201 783
1966 .....	153 556	280 173
1967 .....	226 378	158 256
1968 .....	334 846	157 321
1969 .....	480 000	147 600

Source : B.C.S.I.

PRODUCTION FRANÇAISE D'ALUMINE

II - L'INDUSTRIE AMONT : L'ALUMINEA - PRODUCTION INTERIEURE

En 1969, les trois sociétés Pechiney, Société des Bauxites de France (Alusuisse) et Ugine-Kuhlmann ont produit au total, à partir de la bauxite, 1 105 790 tonnes d'alumine hydratée (en tonnes de  $Al_2O_3$ ) dont 991 240 tonnes - soit 89 % - d'alumine calcinée pour alimenter leurs usines d'électrolyse d'aluminium.

On notera une augmentation relative mais irrégulière de la quantité d'alumine fabriquée pour d'autres usages, comme le montrent le tableau 4 et la figure 4.

Tableau 4

Production française d'alumine			
en tonnes d' $Al_2O_3$			
	Alumine hydratée	Alumine calcinée pour aluminium	Alumine pour autres usages
1959 .....	608 223	566 612	41 611
1960 .....	617 356	595 110	22 246
1961 .....	634 070	584 475	49 595
1962 .....	651 502	602 088	49 414
1963 .....	726 990	649 543	77 447
1964 .....	803 952	744 912	59 040
1965 .....	873 825	772 928	100 897
1966 .....	962 799	844 897	117 902
1967 .....	1 023 588	919 788	103 800
1968 .....	1 029 623	951 862	77 761
1969 .....	1 105 790	991 240	114 550

Source : B.C.S.I.

Sur la période 1959-1969 les taux annuels moyens de croissance de la production d'alumine calcinée pour aluminium et d'alumine pour autres usages ont été respectivement de 5,7 % et 10,7 %. Toutefois, depuis ces dernières années, la part de l'alumine pour autres usages semble se stabiliser.

Les parts respectives de ces utilisations ont évolué comme suit :

en %

	1959	1966	1969
Production d'alumine :			
pour l'aluminium .....	93	88	89,6
pour autres usages .....	7	12	10,4

Signalons que seule l'unité de Salindres consacre un fort pourcentage, soit plus de 50 %, de sa production à des alumines spéciales. Ainsi, il est prévu qu'en 1971 la production totale d'alumine de Salindres atteindra 250 000 tonnes, dont 120 000 destinées à Saint-Gobain pour la production d'alumine spéciale et 30 000 à Pechiney pour les produits fluorés.

Les usines d'alumine ont été implantées, pour la plupart, dans les régions voisines des lieux d'extraction de la bauxite. Une forte concentration d'unités apparaît dans les Bouches-du-Rhône, près de Marseille et une autre partie, plus faible, de la bauxite est traitée à Salindres (Gard). Le tableau suivant précise la localisation de ces unités ainsi que leur production pour 1967 et 1969. Gardanne réalise à elle seule plus de la moitié de la production totale d'alumine.

Régions	Localisation	Sociétés	1967		1969	
			Production (en tonnes)	% du total	Production (en tonnes)	% du total
Bouches-du- Rhône (Marseille)	Gardanne	Pechiney	570 000	54,0	574 000	51,6
	La Barasse	Ugine-Kuhlmann	175 000	16,6	257 000	23,2
	St.Louis-les Aygaldes	Alusuisse (ex.SFIA)	70 000	6,7	4 000 <sup>o</sup>	0,4
Gard	Salindres	Pechiney	240 000	22,7	275 000	24,8
		Total (1) ...	1 055 000	100,0	1 110 000	100,0

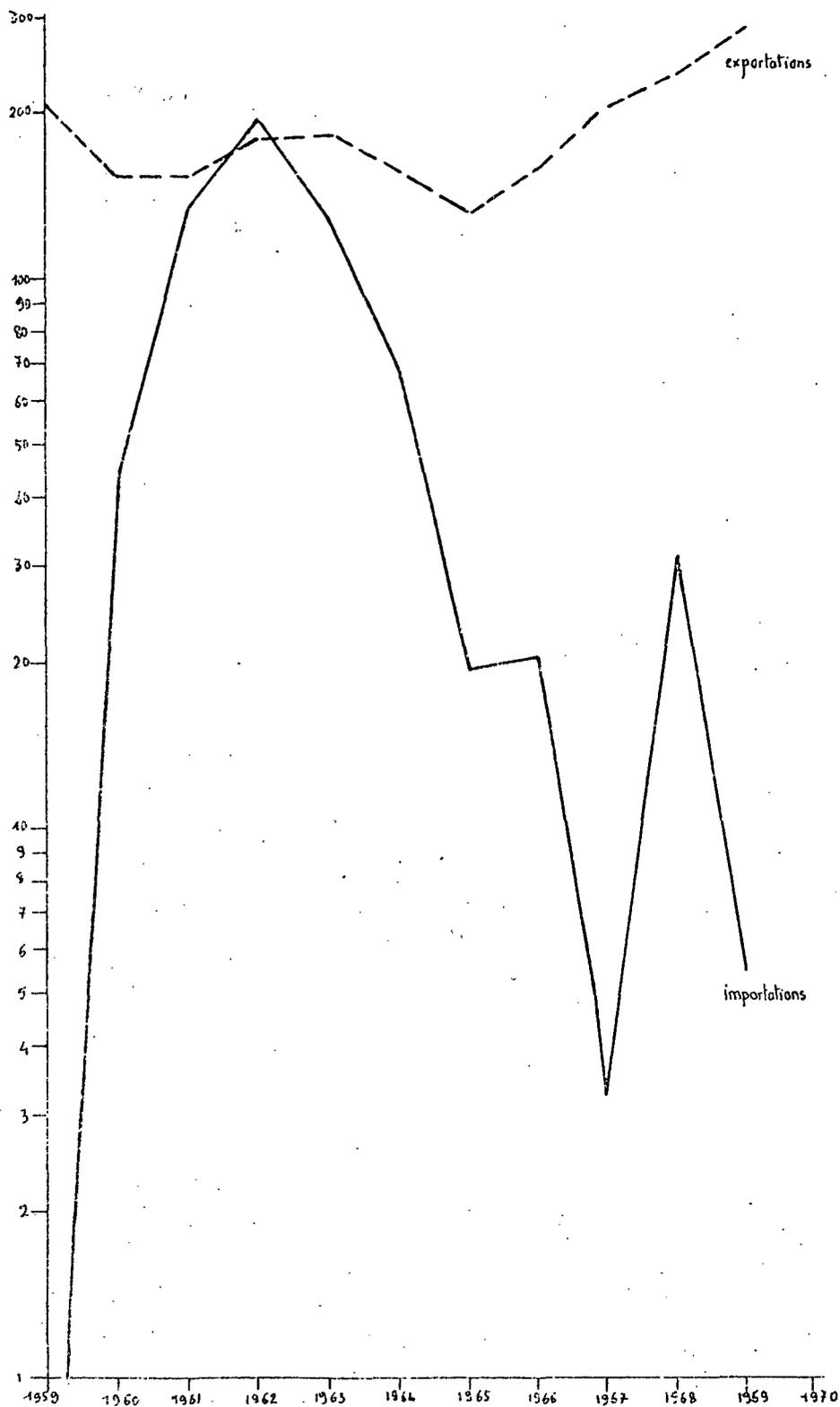
<sup>o</sup> Représentant une queue de fabrication - usine maintenant fermée  
(1) Ces chiffres diffèrent quelque peu de ceux du tableau 4, les sources étant différentes  
Source : Pechiney

#### B - COMMERCE EXTERIEUR

La France n'est pas normalement importatrice d'alumine. Toutefois, comme le montrent la figure 5 et le tableau 5, des importations ont été enregistrées pendant la période 1959-1969. Elles ont été particulièrement élevées de 1961 à 1963, la capacité française de transformation de bauxite étant alors insuffisante. Ces importations provenaient de l'unité de production de Fria en Guinée mise en service à cette époque. Il s'agissait là d'une situation exceptionnelle qui a été renversée avec l'extension des installations de Gardanne en

COMMERCE EXTERIEUR DE L'ALUMINE EN FRANCE

En milliers de tonnes de produit



France (1965-1966) ; depuis, excepté en 1968 année de grèves, les importations françaises ont pratiquement cessé. En 1969, elles n'ont atteint que 5 500 tonnes, soit 0,5 % de la production.

Tableau 5

Commerce extérieur de l'alumine (tous usages)		
en tonnes de produits		
	Importations	Exportations
1959 .....	211	205 316
1960 .....	44 457	154 431
1961 .....	136 000	154 388
1962 .....	195 003	181 202
1963 .....	126 793	183 901
1964 .....	67 068	156 585
1965 .....	19 700	131 726
1966 .....	20 532	158 089
1967 .....	3 270	204 299
1968 .....	31 220	234 063
1969 .....	5 530	285 520

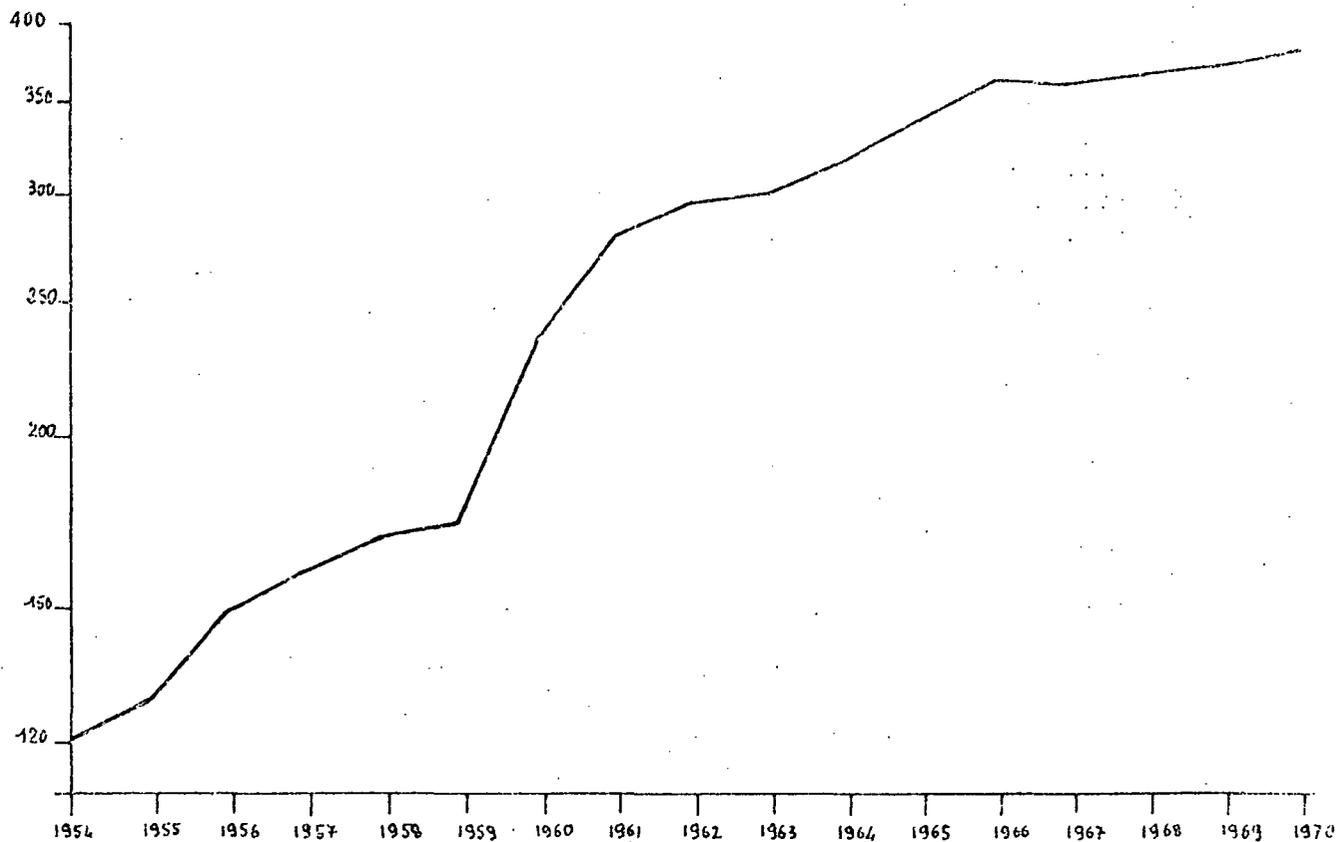
Source : B.C.S.I.

Les exportations françaises d'alumine, par contre, augmentent régulièrement. En 1969, elles représentaient 25,6 % de la production intérieure (1). Le principal pays destinataire est l'Espagne, bénéficiaire d'environ 50 % des exportations totales d'alumine calcinée. Viennent ensuite la Suisse, l'U.R.S.S. et plusieurs Pays de l'Est, en particulier la Hongrie. Les exportations vers l'Italie sont en régression. En ce qui concerne l'alumine hydratée, les pays destinataires sont la Norvège, la Belgique, les Pays-Bas et la Finlande, mais les quantités exportées restent faibles (de l'ordre de 10 % des exportations totales).

(1) Bien que le commerce extérieur soit comptabilisé en tonnes de produits et la production en tonnes d' $Al_2O_3$ , ce pourcentage reste valable, la quasi-totalité du commerce extérieur portant sur l'alumine calcinée que l'on peut assimiler à de l'alumine pure.

PRODUCTION FRANCAISE D'ALUMINIUM DE PREMIERE FUSION

En milliers de tonnes



Source: Minerais et métaux

### III - L'INDUSTRIE DE TRANSFORMATION DE L'ALUMINE

#### A - L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM

##### 1°) Production intérieure

En 1969, les usines d'électrolyse ont produit, à partir de l'alumine calcinée, 371 700 tonnes d'aluminium (aluminium dit de première fusion). Le taux de croissance annuel de la production pour la période 1954-1969 est de 7,8 %. Le tableau et la figure 6 montrent la régularité de cette évolution pour les quinze dernières années ; les dents de scie de la production antérieure à 1954 (cf. figure 1) s'expliquent aisément par la crise économique de 1929 et par la Seconde Guerre mondiale.

Tableau 6

Production française d'aluminium de première fusion			
en milliers de tonnes			
1954 .....	120,2	1963 .....	298,4
1955 .....	129,2	1964 .....	316,0
1956 .....	149,8	1965 .....	340,5
1957 .....	159,8	1966 .....	363,5
1958 .....	168,9	1967 .....	361,2
1959 .....	173,0	1968 .....	365,7
1960 .....	235,2	1969 .....	371,7
1961 .....	279,2	1970° .....	381,1
1962 .....	294,5		
° Estimations Pechiney-Plan			
Source : Minerais et Métaux			

Pour permettre un approvisionnement en énergie électrique dans les meilleures conditions, les unités ont été implantées dans les Alpes et les Pyrénées-Orientales ; celles de St-Jean-de-Maurienne, de Noguères

et de Lannemezan fournissent à elles seules plus de 60 % de l'aluminium français (1). En 1970, les productions d'aluminium des usines de Noguères et St-Jean-de-Maurienne ont augmenté respectivement de 5,3 et de 4,4 % par rapport à 1969.

Le tableau suivant ventile le tonnage d'aluminium de première fusion produit en 1967 et 1969, par région de production et par société productrice.

Ventilation de la production d'aluminium de première fusion				
				en tonnes
Localisation	Sociétés productrices	1967	1969	% de la prod. française
<b>Alpes :</b>				
Chedde (Haute-Savoie)		8 000	8 400	2,26
La Praz (Savoie)		4 000	3 900	1,04
La Saussaz (Savoie)		12 000	13 200	3,55
St-Jean-Maurienne (Savoie)		74 000	76 000	20,45
L'Argentière (Htes-Alpes)		19 000	19 500	5,24
Rioupéroux (Isère)		21 000	22 500	6,05
	Pechiney	138 000	143 500	38,59
Venthon (Savoie)	Ugine-Kuhlmann	27 500	27 800	7,48
	Total ...	165 500	171 300	46,07
<b>Pyrénées :</b>				
Sabart (Ariège)		21 000	21 500	5,78
Auzat (Ariège)		21 000	20 600	5,54
Noguères (Basses-Pyr.)		105 000	102 500	27,57
	Pechiney	147 000	144 600	38,89
Lannemezan (Htes-Pyr.)	Ugine-Kuhlmann	55 000	55 800	15,01
	Total .....	202 000	200 400	53,90
	Total général ...	367 500°	371 700	100,00

° Statistiques de 1968, non remises à jour, d'où une différence avec le total correspondant du tableau 6.  
Source : Minerais et Métaux

(1) Les usines de Noguères et de St-Jean-de-Maurienne font partie de la société Pechiney, l'usine de Lannemezan appartient à la société Ugine-Kuhlmann.

Deux sociétés se partagent donc la production d'aluminium française, Pechiney -de loin le plus gros producteur- représentant à lui seul 77,5 % du total.

## 2°) Commerce extérieur

Les importations d'aluminium brut non allié atteignaient près de 122 000 tonnes en 1969 dont un faible pourcentage provenant de la société à capitaux français. Le tableau 7 et les figures 7a et 7b indiquent l'évolution de ces importations depuis 1954 en valeur absolue et en pourcentage par rapport à la production intérieure. La courbe de l'évolution de la consommation en pourcentage par rapport à la production intérieure apparaît également sur la figure 7b (page 28).

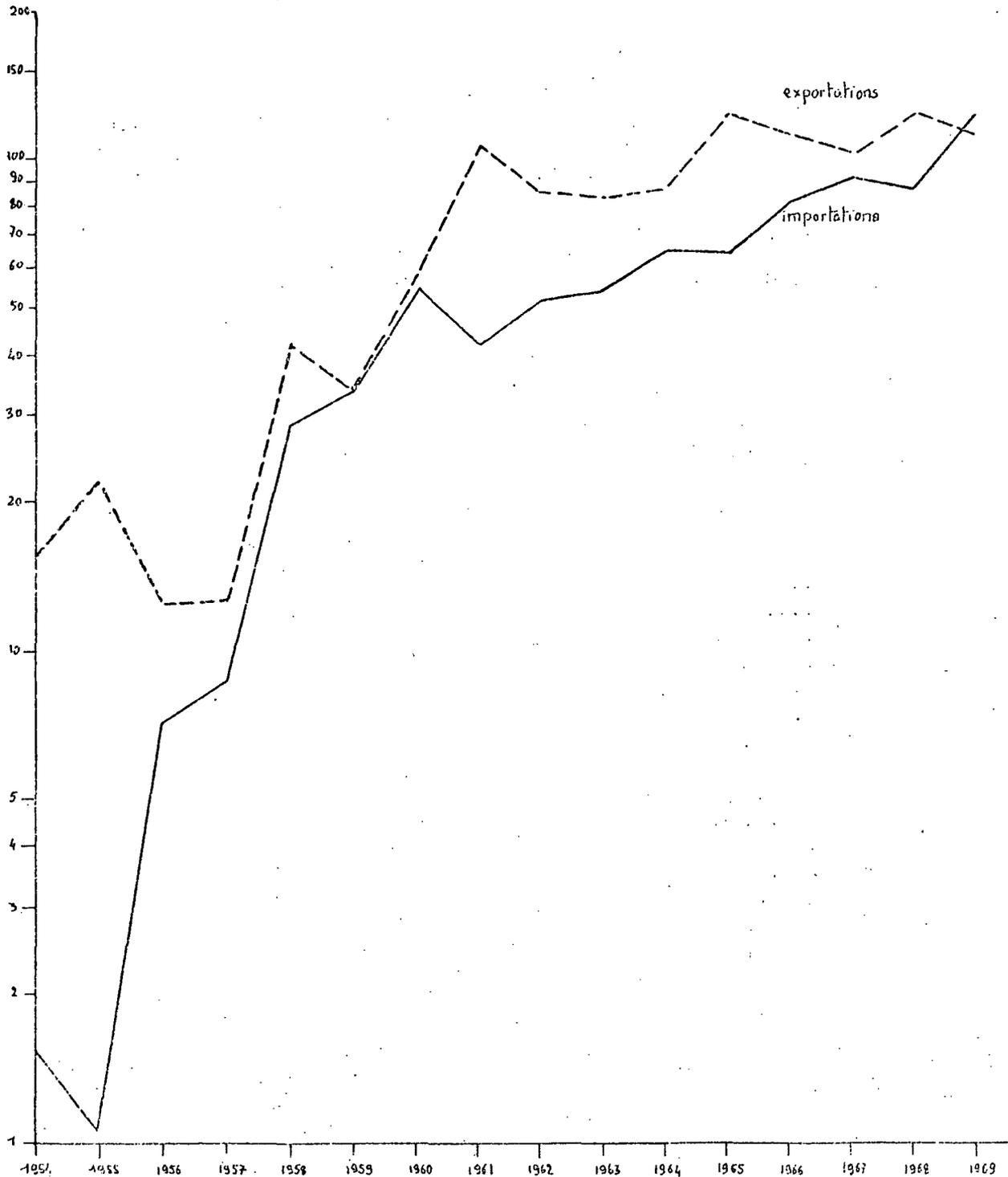
Tableau 7

Commerce extérieur français d'aluminium brut non allié				
	Importations		Exportations	
	Tonnes	% de la production	Tonnes	% de la production
1954 .....	1 590	1,3	16 679	13,9
1955 .....	1 063	0,85	22 149	17,1
1956 .....	7 029	4,7	13 170	8,8
1957 .....	8 827	5,1	13 380	8,3
1958 .....	29 114	17,2	40 294	23,9
1959 .....	33 332	19,3	33 284	19,2
1960 .....	54 143	23,0	57 334	24,4
1961 .....	42 505	15,2	106 456	38,1
1962 .....	50 620	17,2	85 603	29,1
1963 .....	52 747	17,7	83 838	28,1
1964 .....	66 801	21,1	86 780	27,5
1965 .....	65 548	19,3	124 655	36,6
1966 .....	81 308	22,4	112 458	31
1967 .....	92 728	25,7	103 810	28,7
1968 .....	89 277	24,4	122,250	33,4
1969 .....	121 730°	32,7	114 381	30,8

Source : Minerais et Métaux ° Metallgesellschaft

COMMERCE EXTERIEUR FRANCAIS D'ALUMINIUM BRUT NON ALLIE

En milliers de tonnes



Les exportations occupent une large place dans la production française, à savoir 114 400 tonnes en 1969 soit 31 %, mais leur croissance semble accuser un léger ralentissement au cours des dernières années, ce qui a contribué à placer la France au rang des importateurs nets d'aluminium brut (cf. figure 7a).

En 1966, les exportations vers la Belgique totalisaient 66 700 tonnes, mais elles n'ont cessé de décroître pour atteindre 30 456 tonnes en 1969. De même, les exportations à destination de la Grande-Bretagne et de l'Argentine ont fortement diminué entre 1966 et 1969. Par contre, celles dirigées vers l'Allemagne et l'Italie se sont amplifiées et sont passées respectivement de 12 500 à 43 000 et de 5 000 à 25 000 tonnes pendant la même période.

Enfin, il faut signaler que les échanges extérieurs sont souvent difficiles à apprécier statistiquement, étant donné la part importante échangée dans les termes "switch", arrangement tri ou quadripolaire entre sociétés étrangères et leurs filiales, et dont le montant ne figure pas dans les statistiques des importations et exportations.

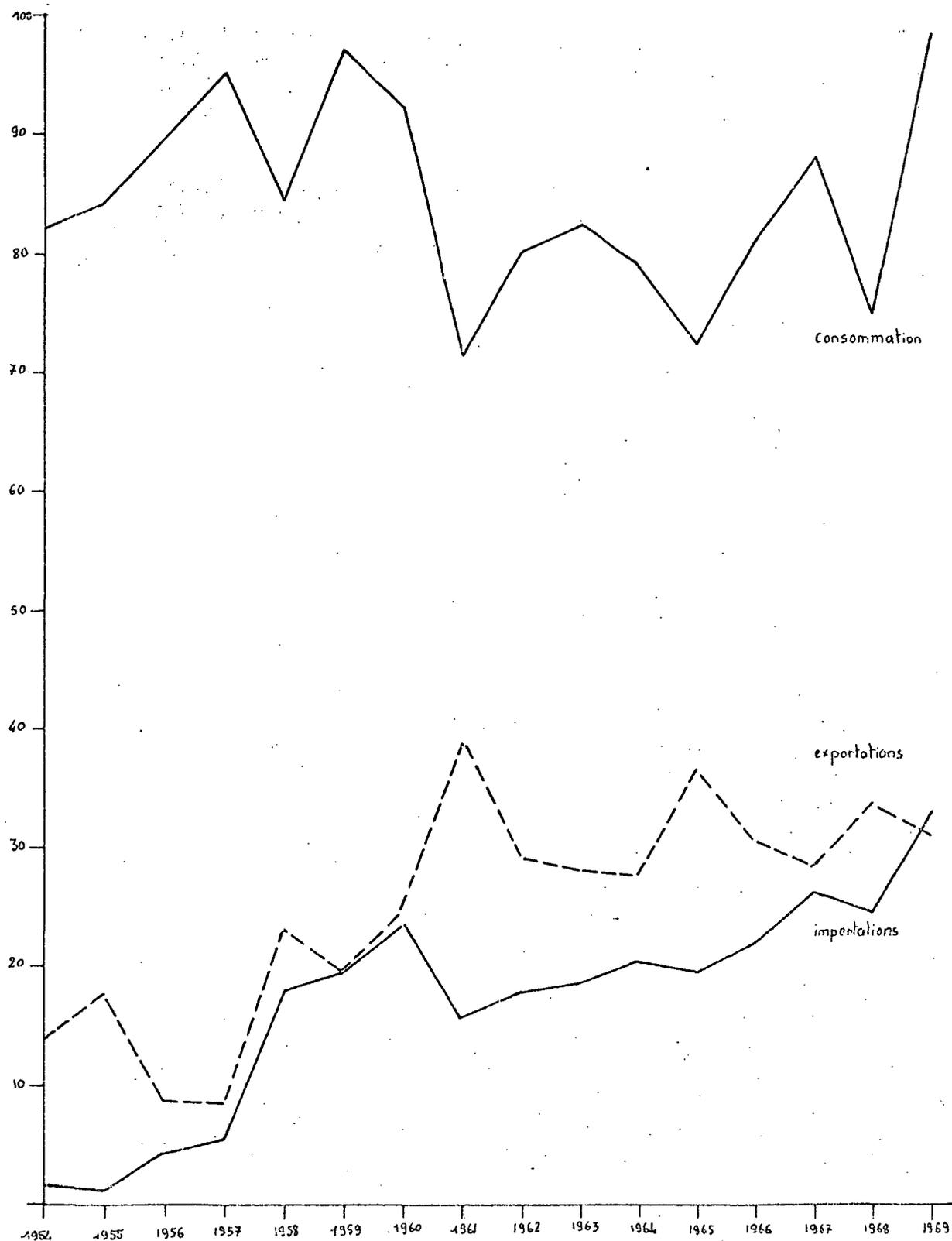
## B - AUTRES INDUSTRIES

L'alumine calcinée s'emploie aussi directement ; il en est ainsi principalement pour la fabrication des abrasifs, des réfractaires et céramiques, de la verrerie et pour l'élaboration des produits fluorés. L'éclatement des livraisons d'alumine vers ces usines et leur faible développement par rapport à l'industrie de l'aluminium ne justifient pas une étude de ces secteurs dans l'optique des transports de produits chimiques pondéreux.

EVOLUTION DE LA CONSOMMATION, DES IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS D'ALUMINIUM BRUT

NON ALLIE, PAR RAPPORT A LA PRODUCTION

En pourcentage



Chapitre 2  
LES PERSPECTIVES D'EVOLUTION



Les perspectives d'évolution, au plan français, de l'industrie de l'aluminium dépendent de deux facteurs principaux liés à l'offre : la nature et l'importance des réserves de bauxite tout d'abord, la localisation des usines de transformation de la bauxite en aluminium ensuite. Le facteur déterminant reste cependant la demande du produit final, l'aluminium ; c'est en effet de la manière dont sera satisfaite cette demande (production intérieure ou importation) que dépendra l'importance de la production d'alumine et de bauxite (ou des importations de ces produits).

On examinera donc successivement les réserves de bauxite, la localisation des unités de fabrication d'alumine et enfin la demande française d'aluminium avec ses répercussions au niveau du produit intermédiaire et de l'extraction.

## I - ANALYSE DES RESERVES DE BAUXITE ET CONSEQUENCES

### A - RESERVES FRANCAISES

Le département du Var fournit la presque totalité de la production française ; bien que ses réserves soient encore importantes, on a commencé à exploiter les bauxites de l'Hérault dès 1950, gisements qui offrent aussi des réserves notables. Remarquons par ailleurs que, dans les Bouches-du-Rhône, le gisement des Baux après avoir été délaissé, intéresse à nouveau des exploitants.

En 1963, les réserves métropolitaines (certaines et probables), en fonction de la qualité du minerai, ont été estimées comme suit :

Quantités (tonnes)	Teneur en silice	Limite de profondeur
30 000 000	moins de 9 %	} 600 mètres
38 000 000	environ 9 %	
50 000 000	moins de 12 %	

Deux facteurs : la profondeur de la mine et la teneur en silice de la bauxite, décident de l'exploitation d'une mine. Nous constatons qu'à l'avenir le progrès technique permettra d'extraire des bauxites de plus en plus profondes (certaines mines dépassent déjà plus de 200 m) et de s'intéresser peut-être à des minerais ayant des teneurs en silice jusqu'à 12 %.

Dans ce dernier cas, le problème réside dans le fait que la séparation alumine-silice entraîne, en même temps que l'élimination de la silice, celle d'une partie de l'alumine. Pour des teneurs élevées en silice, l'entraînement de l'alumine peut être important. Il y a donc un optimum économique à respecter qui correspond à un équilibre technique au-dessus duquel les pertes en alumine, trop importantes, ne permettent plus d'assurer la rentabilité de l'opération.

## B - RESERVES MONDIALES

Les pays tropicaux sont les plus prometteurs en ressources de bauxite ; à titre d'exemple, la Jamaïque déjà intensément exploitée, a produit 7 000 000 tonnes en 1963 ; les plus gros gisements actuellement connus semblent se situer en Australie, en Afrique et aux Caraïbes.

Ainsi, depuis quelques années, sont exploités les gisements d'Afrique (Guinée) et plus récemment ceux d'Australie qui intéressent de plus en plus les gros producteurs d'aluminium.

Selon une estimation récente, les réserves mondiales s'élèveraient à plus de 4 milliards de tonnes, comme le montre le tableau ci-dessous :

Région parisienne	Réserves estimées en 1960 (millions de tonnes)
Afrique	2 000
Australie	1 000
Carafbes	675
Amérique du Sud	450
Source : Industrie minérale - Mars 1962	

Ces régions, bien que situées pour la plupart à de très longues distances des centres consommateurs, offrent des conditions d'extraction telles (gisements de surface, teneur en silice exceptionnellement faible, soit 3 %) que le transport n'est pas prohibitif.

### C - CONSEQUENCES

Par un calcul très approximatif et en supposant dans la période envisagée :

- qu'aucune nouvelle réserve métropolitaine ne soit découverte ;
- que le progrès technique ne permette pas d'exploiter rentablement des mines à plus de 500-600 mètres de profondeur, ou à des teneurs en silice d'environ 12 % ;
- que le rapport actuel production/importation soit conservé ;

- que l'extraction de bauxite française continue de croître au taux de 4,7 % par an  
on détermine une durée de vie des gisements s'étendant au-delà de 1935 (1).

Cependant, les autres gisements de bauxite dans le monde, qui offrent des conditions d'exploitation plus avantageuses, mettent à la disposition de l'industrie de l'aluminium des ressources pratiquement inépuisables. Cette situation explique que les sociétés françaises aient conclu d'importants contrats d'approvisionnements avec des pays étrangers, importations qui résultent aussi de la politique "d'épargne du minerai français", qui a pour but de conserver à la France le plus longtemps possible une part de ses ressources en bauxite rouge.

Il ressort de ces considérations qu'il est plausible de s'attendre d'ici à 1985, à une production intérieure de bauxite stable par rapport à 1969, l'augmentation de la demande future étant satisfaite par les importations. En effet, en 1970, par suite de la réduction de l'extraction dans les mines de l'Hérault, la production n'a atteint que 2 300 000 tonnes environ. Toutefois, la mise en service par Pechiney de la mine de Mazaugues-Aval (Var) et d'un nouveau siège à la Rouquette (Hérault) devrait permettre de rattraper le niveau de 1969. C'est la raison pour laquelle nous pensons que la production française de bauxite demeurera stable à 2 800 000 tonnes en moyenne par an.

- 
- (1) En effet, si : R représente les réserves connues ;  
E la quantité extraite pour l'année de base ;  
i le taux de croissance de l'extraction ;  
n le nombre d'années d'extraction possible (durée de vie) ;

$$\text{on a : } R = E (1 + (1+i) + (1+i)^2 + \dots + (1+i)^n)$$

$$\text{ou } R = E \frac{(1+i)^{n+1} - 1}{i}$$

$$\text{d'où l'on déduit } n = \frac{\text{Log}(\frac{R}{E} + 1)}{\text{Log}(1+i)} - 1$$

## II - FUTURES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT DES USINES FRANÇAISES D'ALUMINIUM

### A - LES UNITES DE PRODUCTION D'ALUMINE

Nous avons vu dans le chapitre 1 qu'en 1971 trois unités de production d'alumine sont en service. Ce sont les unités de Gardanne, Salindres et La Barasse (1).

#### 1°) Nouveaux projets

Aucun investissement n'est prévu pour l'installation de nouvelles unités de transformation de bauxite en alumine en France avant 1974.

A cette date, sous réserve d'accord entre Pechiney et Ugine-Kuhlmann (dans l'éventualité d'une fusion des deux sociétés), une nouvelle unité contrôlée à parts égales par le groupe Pechiney-Ugine-Kuhlmann et la société américaine Kaiser Aluminium & Chemical Corp. devrait être créée à Dunkerque.

La production de cette unité d'une capacité de 1 million de tonnes ne devrait pas avoir d'incidence sur les perspectives d'augmentation de capacité des unités déjà existantes en France. En effet, la totalité de la production de Dunkerque serait destinée à l'approvisionnement des filiales étrangères des sociétés mères.

Cette usine devant être approvisionnée en bauxite d'importation (Guinée pour la part de Pechiney) directement par voie maritime et exportant l'alumine produite également par voie maritime, ou par canaux, son implantation n'interviendra pas dans les perspectives des transports par voie ferrée.

---

(1) L'unité de St-Louis-les-Aygalades de la Société Française pour l'Industrie de l'Aluminium, filiale d'Alusuisse, a été fermée en 1970, car elle n'atteignait pas le seuil de rentabilité. Cette unité ne sera pas remplacée car les projets de nouveaux investissements d'Alusuisse sont prévus en Allemagne.

## 2°) Extension des capacités existantes

Etant donné l'importance des nouveaux investissements prévus par les sociétés françaises à l'étranger et l'implantation prévue d'une unité de production d'alumine (pour l'exportation) en France en 1974, il paraît peu vraisemblable que de nouvelles unités de production d'alumine soient implantées en France avant 1985. Toutefois, l'approvisionnement des usines d'aluminium en France devrait être assuré grâce à l'augmentation des capacités de production des trois unités actuellement en service.

## B - LE COUT DE L'ENERGIE ELECTRIQUE ET SES CONSEQUENCES SUR LES IMPLANTATIONS D'USINES D'ALUMINIUM

En 1965, d'après un rapport de l'O.C.D.E., l'énergie électrique intervenait en France pour plus de 25 % dans le prix de l'aluminium. On conçoit donc que le coût de l'énergie soit un facteur déterminant de l'implantation des unités de production de ce produit.

### 1°) Le coût de l'énergie électrique

Jusqu'à présent, l'électrométallurgie française a été défavorisée par rapport à celle des autres pays ; en effet, le prix du kWh rendu est d'environ 0,10 F (tarif vert), tarif très largement supérieur à celui de la Norvège (qui peut exporter avec plus de facilité son aluminium parce que le prix de l'énergie électrique est très avantageux). De même, au Canada et aux Etats-Unis, les prix du kWh sont plus faibles qu'en France : dans la Tennessee Valley, le coût de l'énergie est le plus faible du monde, avec 0,01 F/kWh. En Grande-Bretagne, les accords d'approvisionnement en énergie électrique obtenus par Alcan et Alusuisse, auprès de la N.C.B., au prix de 3,3 centimes le kWh, ont amené ces producteurs à établir des usines d'électrolyse sur le sol britannique.

En France, la loi de nationalisation stipule qu'E.D.F. doit fournir aux sociétés, pour les centrales qu'elles possédaient en propre auparavant, l'énergie électrique à son prix de revient (0,025 à 0,030 F/kWh). L'entretien des centrales électriques est assuré par des comités mixtes (E.D.F.-société). Pour la demande de surplus d'énergie électrique au-delà des droits, la société doit acheter cette énergie au tarif normal, dit tarif vert.

La situation défavorable de la production d'énergie électrique en France devrait s'atténuer d'ici à 1985, dans l'hypothèse où l'augmentation de la consommation d'électricité serait couverte par les centrales nucléaires et thermiques à combustibles importés. Le remplacement progressif des centrales au charbon, et surtout la mise en place de nouvelles centrales utilisant le fuel d'importation, livré sous contrat à long terme, ou le gaz naturel du gisement de la mer du Nord (dont les réserves sont exceptionnellement importantes : 2 000 milliards de m<sup>3</sup>), abaisseront considérablement le prix de la thermie. Dès 1975, pour l'ensemble du réseau français de distribution, le prix du kWh rendu devrait très vraisemblablement passer à 0,08 F pour atteindre 0,06 F en 1985.

L'obtention d'électricité à partir de centrales nucléaires paraît fournir une solution intéressante (actuellement les prix avoisinent 0,02 à 0,03 F/kWh). L'énergie obtenue en très grandes quantités permettrait un prix de revient particulièrement adapté aux exigences d'une usine d'électrolyse. Malheureusement, l'utilisation industrielle d'une telle énergie ne se fera pas avant 1980, en raison de défaillances pas encore parfaitement maîtrisées, et du choix des filières (en particulier surrégénérateurs) à mettre en place. Notons, toutefois, que le développement des centrales nucléaires surrégénératrices a déjà incité à l'abaissement du prix de l'énergie électrique. C'est cette perspective de développement qui a fait, d'une part, que le gaz de la mer du Nord a été négocié à des prix très bas, nettement inférieurs à ceux du gaz hollandais, d'autre part, que les gisements de lignite allemands sont exploités intensivement pour que leur épuisement ait lieu à peu près en même temps que l'utilisation à l'échelle industrielle de l'énergie électrique produite par les surrégénérateurs.

Actuellement, le problème essentiel en ce qui concerne l'énergie nucléaire dans l'alimentation des usines d'électrolyse est un problème de dimension des centrales. Or les grosses unités d'électrolyse, nécessaires pour que soit rentable une usine, sont sujettes à des arrêts

fréquents, arrêts qui entraînent une baisse rapide de la température des cuves (la température de fusion de l'aluminium est de 950°C, le métal se fige à 640° et forme bloc à moins de 600°). Le temps de refroidissement est en outre trop court pour permettre l'évacuation des cuves en cas de panne, ou le temps d'arrêt nécessaire à l'entretien.

Au total, les risques encourus paraissent nettement trop importants pour qu'on puisse recourir, du moins à moyen terme, de façon intensive à l'énergie nucléaire. Par conséquent, les futures usines de production d'alumine, ne pouvant bénéficier en France d'une énergie à un prix suffisamment intéressant, seront donc très fortement incitées à s'installer à l'étranger dans le proche avenir.

## 2°) Conséquences sur l'implantation des usines

Grâce aux centrales thermiques à combustibles importés et aux nouvelles sources d'approvisionnement en bauxite ou alumine, les usines d'électrolyse de l'aluminium devraient plus être tenues de s'implanter à proximité des sources d'énergie (régions montagneuses) ou des gisements de bauxite (sud de la France), implantations qui ne correspondent pas aux grandes zones de consommation.

Par ailleurs, le coût du kWh en 1985 ne devrait plus mettre les industriels français dans la nécessité d'implanter de nouvelles capacités de production à l'étranger, afin d'offrir sur ces marchés des produits à un prix concurrentiel. Ce phénomène pourrait être accéléré, dans la mesure où l'on assisterait à une politique énergétique commune des pays de la C.E.E.

A l'avenir, les unités de production d'aluminium pourraient être implantées en France d'une manière beaucoup plus fonctionnelle du point de vue des transports amont et aval et/ou des possibilités d'absorption de l'arrière-pays. Ainsi, les zones portuaires de l'ouest et du nord de la France cumuleront les avantages :

- de recevoir facilement les approvisionnements des pays d'outre-mer en alumine (ou éventuellement en bauxite) ainsi que le carburant liquide ou occasionnellement gazeux ;

- de permettre aux producteurs d'aluminium de livrer à des clients français moins éloignés ;
- de pouvoir exporter le métal par voie maritime ou fluviale sans qu'il y ait rupture de charge du côté de l'expéditeur.

Pour la période 1975-1985, les ports de Brest, du Havre et de Dunkerque pourraient, pour des raisons différentes (aménagement du territoire, proximité de la région parisienne, facilités d'échanges avec le Benelux ou plus encore la C.E.E.) avoir une position préférentielle.

Par ailleurs, le port de Marseille de par sa proximité des mines de bauxite et la facilité d'approvisionnement en carburant du Moyen-Orient et grâce au port minéralier de Fos-sur-Mer, en construction, pourrait motiver l'implantation d'une usine d'électrolyse (1).

Toutefois, les projets actuels d'investissement de la première société française productrice d'aluminium indiquent une tendance opposée. En effet, si l'on compare la capacité de production des unités d'électrolyse filiales de la société Pechiney à l'étranger prévue fin janvier 1972 et en janvier 1975, et celles des unités installées en France de cette même société aux mêmes dates, elle aura pratiquement doublé alors qu'en France elle n'aura augmenté que de 13,8 %.

---

(1) Actuellement, les investissements des grandes sociétés mondiales productrices d'aluminium se décident en fonction des facteurs suivants :

- le prix du kWh
- les matières premières dont on peut disposer en fonction de la localisation
- la fiscalité et les conditions de financement

Notons que le prix de la main-d'oeuvre n'intervient pratiquement pas (quand celle-ci n'est pas chère, le rendement tend à baisser) de même que l'avance technique d'une société, avance qui ne subsiste que peu de temps.

Capacité de production des unités d'électrolyse filiales de Pechiney à l'étranger		
	en tonnes	
	Prévue fin janvier 1972	Prévue en janvier 1975
Pays-Bas (Flessingue) (1) .....	127 500	637 000
Grèce .....	150 000	=
Cameroun .....	55 000	+
Espagne .....	88 000	
Etats-Unis :		
Intalco (West Coast) (participation Pechiney = 50 %) .....	234 000	=
Eastalco (contrôle Pechiney à 100 %)	78 000	154 000

(1) Prix indicatif de l'énergie : 0,08 - 0,09 F/kWh

Il faut également noter que la taille des nouvelles sociétés d'électrolyse ne devrait pas à l'avenir être inférieure à une capacité de l'ordre de 200 000 t/an si l'on en juge par les constructions récentes d'usines d'électrolyse aux Etats-Unis par Kaiser Aluminium Chemical Corp. (unité Chalmette, Labrador 233 200 tonnes en 1966) et au Canada par Alcan (unité d'Arvida, Québec, 238 500 tonnes en 1966). A titre indicatif, la société Intalco dans laquelle participe largement Pechiney, a actuellement une capacité de 225 000 t/an. En effet, au-delà de 200 000 tonnes par an, l'augmentation de capacité permet seulement de réduire les frais généraux, mais pas de réduire les frais d'investissements par tonne/an.

Il faut encore tenir compte du fait que l'estimation des projets concernant la France reste prudente, étant donné l'état actuel des pourparlers de fusion entre les deux sociétés françaises productrices d'aluminium, Pechiney et Ugine-Kuhlmann, et que, d'autre part, l'augmentation de capacité de production de l'usine d'aluminium de Flessingue aux Pays-Bas dépend de la mise en service de l'unité de transformation de bauxite en alumine de Dunkerque, elle-même fonction des accords Pechiney-Ugine-Kuhlmann.

C'est pour ces raisons que nous n'avons pas fait l'hypothèse d'une nouvelle unité de production d'aluminium en France, mais seulement celle de l'extension des capacités existantes.

### III - PERSPECTIVES DE CONSOMMATION ET DE PRODUCTION D'ALUMINIUM EN FRANCE

Pour déterminer les flux de transport en 1975 et 1985, nous allons essayer d'évaluer quelle sera la production intérieure d'aluminium. Nous avons auparavant établi des hypothèses de consommation à ces deux horizons afin de bien faire ressortir qu'en raison de certaines conditions d'investissements, l'appareil de production français est loin de satisfaire, et même de vouloir satisfaire, la demande intérieure.

#### A - HYPOTHESE DE CONSOMMATION D'ALUMINIUM DE PREMIERE FUSION EN FRANCE EN 1975 ET 1985

La consommation d'aluminium par tête aux Etats-Unis a été de 15,4 kg en 1966 et 16,6 kg en 1968, alors qu'en France elle n'atteignait respectivement que 6 kg et 5,9 kg. Cette différence importante permet de penser qu'une tendance à l'alignement sur le niveau américain et donc à l'expansion devrait se faire sentir en France d'ici à 1985. En effet, pour des consommations par habitant égales, il existe entre les deux pays un décalage d'environ une quinzaine d'années, ce qui veut dire que dans le cas où la consommation par habitant aux Etats-Unis accuserait une certaine saturation, il faudrait attendre au moins 15 ans pour que pareil phénomène se produise en France. La tendance à l'alignement se traduit d'ailleurs par les taux de progression de la consommation en France et aux Etats-Unis, soit respectivement 6,3 et 5,8 % pour la période 1958-1968 (cf. tableau 8 et figure 8 page suivante).

Un examen statistique de la consommation d'aluminium française et européenne montre que les fluctuations observées en France depuis 1960 sont comparables à celles des autres pays européens (1) (cf. tableau 9 et figure 9). Après une période de quasi-stagnation de 1960 à 1965, deux sauts ont été enregistrés en 1966 et 1969 (le chiffre exact de 1969 pour l'Europe n'est pas encore connu, mais les estimations sont conformes à ce qui vient d'être dit).

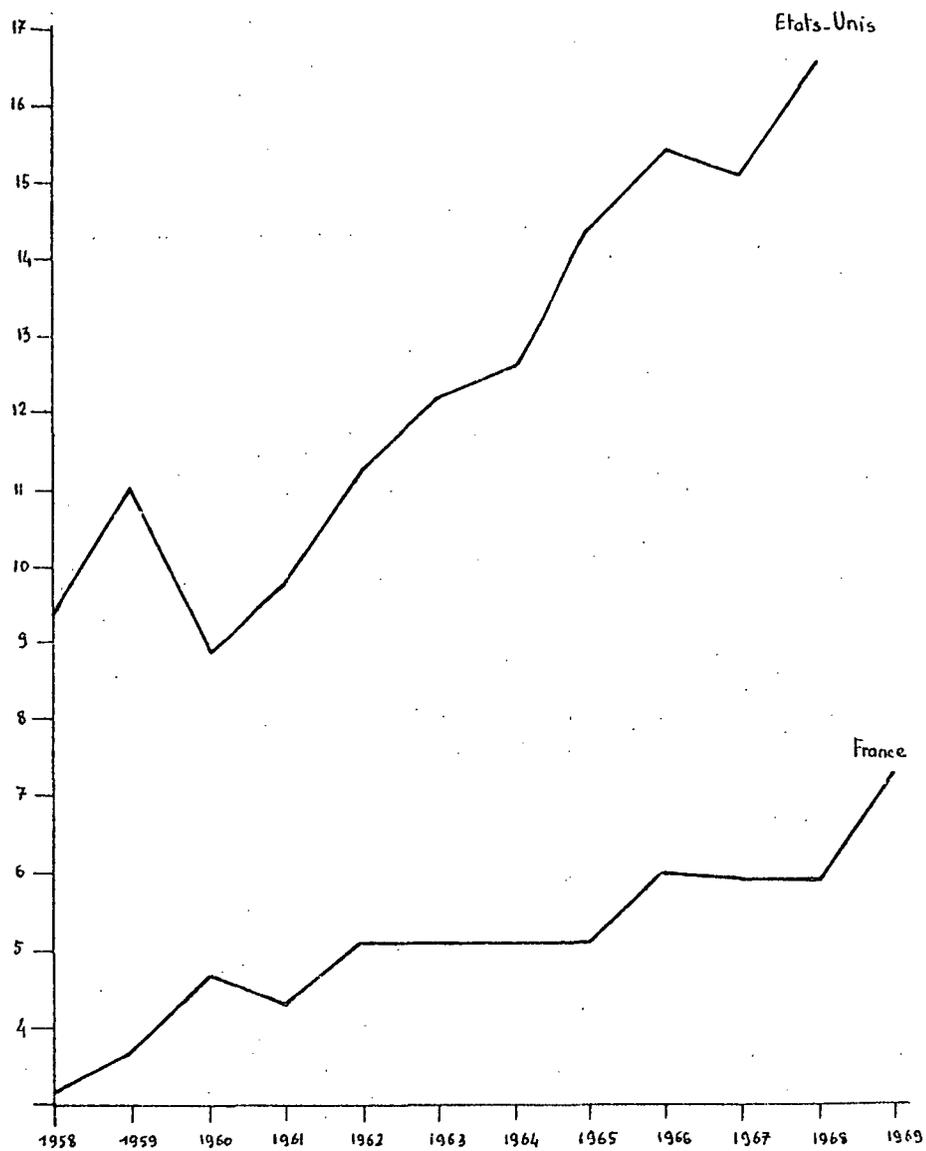
---

(1) La consommation du monde occidental a évolué comme suit (en milliers de tonnes) :

1965 .....	5 225
1966 .....	6 059
1967 .....	5 056

CONSOMMATION D'ALUMINIUM DE PREMIERE FUSION PAR HABITANT EN FRANCE  
ET AUX ETATS-UNIS

En kilogrammes



Source: Annuaire de l'O.N.U.  
Minerais et métaux

Tableau 8

Comparaison de la consommation d'aluminium de première fusion par habitant en France et aux Etats-Unis		
en kg		
	France	Etats-Unis
1958 .....	3,2	9,4
1959 .....	3,7	11,0
1960 .....	4,7	8,9
1961 .....	4,3	9,8
1962 .....	5,1	11,3
1963 .....	5,1	12,2
1964 .....	5,1	12,6
1965 .....	5,1	14,4
1966 .....	6,0	15,4
1967 .....	5,9	15,1
1968 .....	5,9	16,6

Source : Annuaire de l'O.N.U. et Minerais et Métaux

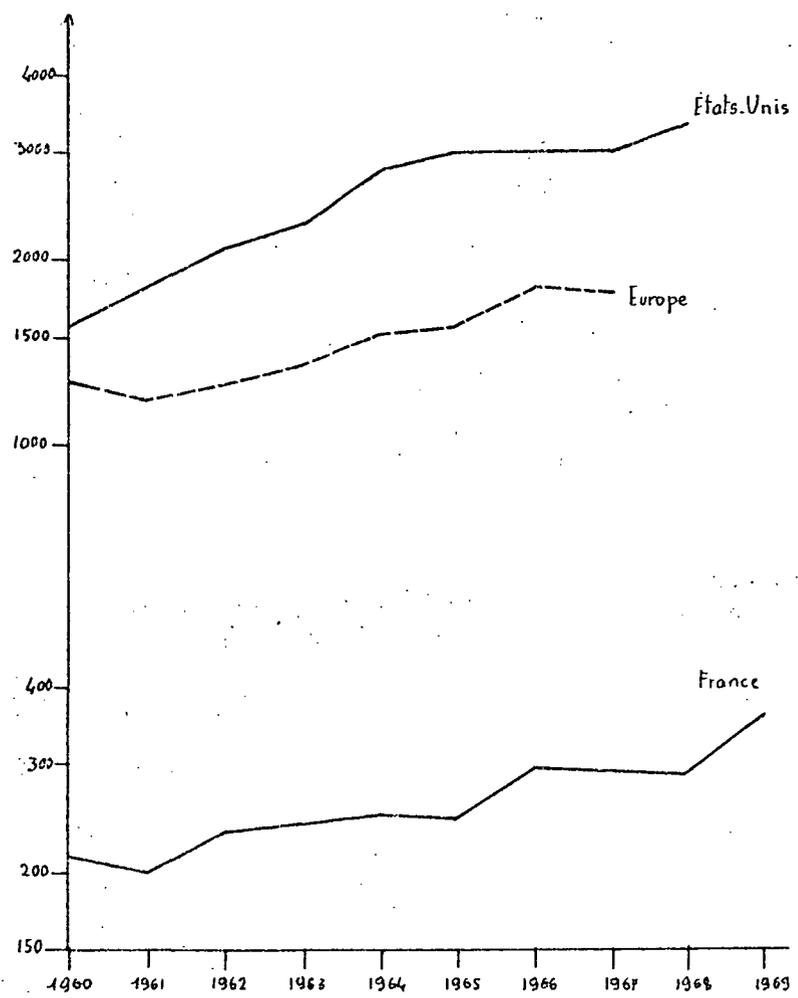
Tableau 9

Comparaison de la consommation d'aluminium de première fusion en France, en Europe et aux Etats-Unis			
en milliers de tonnes			
	France	Europe	Etats-Unis
1957 .....	153,1	-	1 314,4
1958 .....	143,1	-	1 334,0
1959 .....	167,3	-	1 845,3
1960 .....	212,7	1 279	1 541,2
1961 .....	201,2	1 179	1 796,4
1962 .....	235,6	1 254	2 091,3
1963 .....	242,6	1 365	2 299,5
1964 .....	249,3	1 537	2 806,5
1965 .....	248,5	1 574	3 001,6
1966 .....	298,3	1 813	3 003,7
1967 .....	294,0	1 786	3 003,6
1968 .....	293,5	-	3 342,1
1969 .....	367,1	-	-

Source : Minerais et Métaux, Pechiney

CONSOMMATION D'ALUMINIUM DE PREMIERE FUSION EN FRANCE  
AUX ETATS-UNIS ET EN EUROPE

En milliers de tonnes



Source: Metallgesellschaft

Le premier saut de la consommation correspondait à une phase de haute conjoncture ; le second est apparu particulièrement important étant donné la baisse conjoncturelle des années 1967 (ralentissement mondial) et 1968 (grèves françaises). Une croissance annuelle moyenne d'un peu plus de 3 % a été enregistrée en France au cours des deux dernières années.

Un facteur pouvait exercer une incidence sur les transports de bauxite et d'alumine : la production et la consommation de métal de seconde fusion.

Une prévision fondée sur l'évolution de chaque secteur consommateur d'aluminium était très difficile, voire impossible, les statistiques disponibles par secteur consommateur confondant aluminium de première fusion et aluminium de seconde fusion. Or l'évolution de la part de ce dernier est très difficile à déterminer en raison de cycles de réemploi d'une durée variable.

En conséquence, compte tenu de l'existence de statistiques de consommation d'aluminium de première fusion, nous avons pu établir nos prévisions de transports sur ces bases avec l'aide des prévisions concernant l'augmentation des capacités de production. On notera d'ailleurs que l'influence de la part de l'aluminium de seconde fusion dans les prévisions est implicitement prise en considération dans l'estimation de la capacité globale de production d'alumine et d'aluminium de première fusion fournie par les producteurs.

Pour tenir compte dans la mesure du possible de ces paramètres, nous avons utilisé dans l'étude précédente, pour nos prévisions de consommation, la corrélation de la consommation d'aluminium avec l'indice de la production industrielle (cf. annexe). Cette corrélation donnait pour 1985 une consommation d'aluminium de 915 000 tonnes (1).

En fonction des dernières données économiques connues, cette hypothèse de consommation reste valable, et l'interpolation à 1975 qui nous a été seule demandée peut donc être appliquée en toute cohérence. Par interpolation nous obtenons en 1975 une consommation d'aluminium de 630 000 tonnes.

---

(1) On notera que cette consommation, obtenue par voie indirecte (corrélation entre la consommation d'aluminium et indice de la production industrielle) donne des résultats absolument identiques à celle qu'on obtiendrait par comparaison internationale : la consommation par tête sera exactement de 15,5 kg/habitant en 1985.

## B - HYPOTHESE DE PRODUCTION D'ALUMINIUM DE PREMIERE FUSION

### 1°) En 1975

Compte tenu de l'épuisement des ressources hydro-électriques, du coût de l'électricité marginale pour les unités actuelles des Alpes déjà relativement anciennes, et de la forte expansion des filiales des sociétés françaises implantées à l'étranger, les prévisions d'investissements en France des sociétés productrices françaises ne permettent pas d'espérer, dans le cas extrême, une augmentation de capacité supérieure à 20 % d'ici à 1975 pour l'ensemble des unités, soit 470 000 tonnes.

A partir de ce chiffre global, nous avons fait des hypothèses de ventilation de l'augmentation de la capacité de production. Nous avons admis que le taux moyen pourrait être légèrement supérieur dans le cas de l'unité de Saint-Jean-de-Maurienne, la plus importante de cette région. Cela sera réalisé, en grande partie, grâce au progrès technique qui permettra d'obtenir une quantité de métal plus importante pour une consommation d'énergie moindre. Ainsi, le rapport qui était de 20 000 kWh par tonne d'aluminium (en basse tension) en 1949-1950 n'était plus que de 13 000 kWh en 1967 : le rapport le plus faible qu'il soit techniquement possible d'obtenir est de l'ordre de 9 000 kWh, la limite thermodynamique étant de 6 500 kWh. Dans les Pyrénées, l'unité de Lannemezan et l'unité très moderne d'Artix (Noguères) -malgré la limitation du gaz de Lacq mis à sa disposition - pourront accuser une augmentation de près de 50 % en fonction évidemment du coût de l'énergie.

D'ici à 1975, la situation de l'industrie de l'aluminium va donc être radicalement modifiée par la politique d'implantation à l'étranger d'unités de production en raison de conditions d'investissement en France qui n'ont pas été modifiées en temps voulu. La consommation va devenir nettement supérieure à la production et, en 1975, le rapport consommation/production sera égal à 1,42.

### 2°) En 1985

Pour l'horizon 1985, comme nous avons admis l'hypothèse selon laquelle aucune nouvelle unité de production ne sera mise en service avant cette date, la situation ne devrait pas être modifiée par rapport

à 1975, et pour évaluer la capacité de production à cette date, il est permis d'appliquer le ratio précédent. Étant donné une hypothèse de consommation de 915 000 tonnes en 1985, l'application du ratio de 1,42 nous donne une capacité de production d'environ 645 000 tonnes, ce qui représente une augmentation de 37 % par rapport à 1975. Il faut toutefois remarquer que cette hypothèse est optimiste puisqu'elle suppose la possibilité et la volonté des sociétés françaises de satisfaire une part de la croissance de la demande par leurs unités installées en France plutôt que par des importations, soit de leurs filiales étrangères, soit de groupes étrangers.

La ventilation de ce tonnage est présentée dans le tableau ci-dessous. Nous avons, pour 1985, supprimé les usines de Chedde et de La Praz dont les faibles capacités de production ne devraient plus être rentables.

Prévision des capacités de production d'aluminium par unité de production				
	Variation de capacité 1975/1971 (en %)	Hypothèse de production en janvier 1975 (en tonnes)	Variation de capacité 1985/1975 (en %)	Hypothèse de production au 1/1/1985 (en tonnes)
<u>Alpes :</u>				
Chedde .....	10	9 000	-	-
La Praz .....	- 10	3 500	-	-
La Saussaz .....	10	14 500	38	20 000
St-Jean-de-Maurienne	30	98 000	53	155 000
L'Argentière .....	10	20 000	25	25 000
Rioupéroux .....	10	25 000	20	30 000
Venthon .....	15	32 000	10	35 000
<u>Pyrénées :</u>				
Sabart.....	10	23 000	30	30 000
Auzat .....	10	22 000	15	25 000
Noguères .....	50	155 000	55	240 000
Lannemezan .....	22	68 000	25	85 000
Total .....		470 000		645 000

Il faut, bien entendu, considérer les chiffres de production comme plus aléatoires que ceux de la consommation, car leur valeur fait partie de l'hypothèse d'une faible croissance de la capacité de production, laquelle dépend en partie des accords prochains entre les deux compagnies productrices d'aluminium en France, ainsi que du commerce extérieur, dont les fluctuations restent difficiles à prévoir.

### C - CONSEQUENCES SUR LE COMMERCE EXTERIEUR DE L'ALUMINIUM

La production et la consommation d'aluminium de première fusion s'établissent comme suit :

	en tonnes	
	1975	1985
Consommation .....	630 000	915 000
Production .....	470 000	645 000
Déficit .....	160 000	270 000

Le déficit de la production par rapport à la consommation représentera donc près de 30 % en 1975 et 1985. Cette situation qui s'explique rationnellement sur le plan des activités des sociétés françaises, présentera de graves inconvénients pour notre balance commerciale, car le déficit devra être comblé par des importations. Une autre solution est difficilement envisageable puisque déjà s'amorce le circuit : exportation d'alumine de Dunkerque à Flessingue, exportations d'aluminium de Flessingue (1) à destination de la France.

Il est donc difficilement plausible d'admettre la continuité de la progression des exportations ; d'ailleurs -on l'a dit - depuis 1965 celles-ci plafonnent à un niveau moyen de 115 000 tonnes par an et depuis 1969 la France est devenue importateur net. A l'avenir, elles devraient avoir tendance, sinon à diminuer, du moins à plafonner à leur niveau actuel;; les importations d'aluminium pourraient donc approcher de 400 000 tonnes vers 1985.

---

(1) La capacité de cette usine doit atteindre 640 000 tonnes en 1975

IV - CONSEQUENCES SUR LES INDUSTRIES AMONT : EVALUATION DE LA DEMANDE EN ALUMINE  
ET EN BAUXITE EN 1975 ET 1985

A - LES COEFFICIENTS TECHNIQUES

Connaissant la production d'aluminium en 1975 et 1985, il est maintenant nécessaire de déterminer les tonnages de bauxite et d'alumine nécessaires pour cette production.

Les coefficients techniques utilisés sont les suivants : pour obtenir une tonne d'aluminium, on utilise en moyenne 1,88 tonne et au maximum 1,90 tonne d'alumine calcinée (1) (le rapport pondéral de 1,88 correspond donc à de l'aluminium à 99,98 % de pureté).

La quantité nécessaire de bauxite pour obtenir une tonne d'alumine dépend bien entendu de la teneur en  $Al_2O_3$  du minerai. Selon les minerais, la quantité nécessaire peut varier de 2,3 à 2,6-2,7 /tonne. Etant donné la prédominance, en France, de minerais à plus faible teneur, nous avons retenu un coefficient de 2,58. Bien entendu, ce coefficient correspond à une approximation notamment en ce qui concerne la bauxite d'importation plus riche en alumine ; toutefois les limites des erreurs coïncident avec les limites de précision de nos calculs de façon satisfaisante.

---

(1) Ce rapport correspond au rapport moléculaire  $Al_2O_3/Al$ , soit  $(27 \times 2) + (16 \times 3)/(27 \times 2) = 102/54 = 1,88$   
L'alumine hydratée, de formule  $Al_2O_3, 3OH_2$ , contient 53 % d'humidité ( $Al_2O_3, 3OH_2/Al_2O_3 = 156/102 = 1,53$ ) donc pour obtenir une tonne d'aluminium, il faut :  $1,88 \times 1,53 = 156/54 = 2,88$  tonnes d'alumine hydratée.

B - EVALUATION DE LA DEMANDE D'ALUMINE1°) Demande intérieure d'alumine

Compte tenu de ces coefficients techniques, la demande en alumine ( $Al_2O_3$ ) pour l'aluminium sera (en tonnes) de :

- en 1975 :  $470\ 000 \times 1,88 = 884\ 000$
- en 1985 :  $645\ 000 \times 1,88 = 1\ 213\ 000$

On a vu précédemment (cf. chapitre 1) que l'aluminium ne représente que 89 % environ de l'ensemble des utilisations de l'alumine et que ce pourcentage tend à se stabiliser, donc la demande en alumine ( $Al_2O_3$ ) autres usages sera (en tonnes) de :

- en 1975 : 109 000
- en 1985 : 150 000

Dans ces conditions, la demande intérieure d'alumine ( $Al_2O_3$ ) s'élèverait (en tonnes) à :

- en 1975 :  $884\ 000 + 109\ 000 = 993\ 000$
- en 1985 :  $1\ 213\ 000 + 150\ 000 = 1\ 363\ 000$

2°) Commerce extérieur

Nous avons vu que la France n'est normalement pas importatrice d'alumine et nous avons maintenu cette situation comme hypothèse pour 1975 et 1985 pour les unités françaises de production d'aluminium, en nous fondant sur l'extension des capacités de transformation de bauxite, mais aussi sur l'opinion des spécialistes du secteur.

Le problème est plus complexe en ce qui concerne les exportations. Dans l'optique des transports, notamment par voie ferrée, il est bien entendu inutile de prendre en considération l'unité de Dunkerque (1).

Les exportations d'alumine concernent pour 2 % environ l'alumine hydratée, dont une partie est d'ailleurs transportée par canaux (transports dont nous n'avons pas tenu compte ici en raison des faibles tonnages mis en jeu). La quasi-totalité des exportations porte donc sur l'alumine pour aluminium à destination d'une dizaine de pays, dont notamment l'Espagne pour près de 50 %.

Compte tenu, d'une part, de l'expansion des unités de production d'aluminium des filiales étrangères des sociétés françaises (cf. page 40) d'autre part, du ralentissement de la demande mondiale d'aluminium prévue par les experts pour les prochaines années, nous maintenons la quasi-stabilité des exportations françaises d'alumine, soit 300 000 tonnes en 1975 et 350 000 tonnes en 1985. Cela se justifie d'autant mieux que les nouveaux besoins en alumine des sociétés françaises à l'étranger seront satisfaits par Dunkerque.

### 3°) Demande globale d'alumine

La demande globale d'alumine s'établit comme suit (en milliers de tonnes) :

	1975	1985
Demande intérieure . . . .	993	1 363
Exportations . . . . .	300	350
	<hr/>	<hr/>
	1 293	1 713

- (1) La production de Dunkerque est partagée pour moitié entre Pechiney et Kaiser : en ce qui concerne la part de Pechiney, 300 000 tonnes sont destinées à l'usine de Flessingue (Pays-Bas) et 200 000 tonnes à l'usine d'Eastalco (Etats-Unis) dont les transports s'effectueront respectivement par canaux et par mer. En outre, 300 000 tonnes, sur la part impartie à Kaiser, seront transportées par canaux depuis Dunkerque jusqu'à Boerde en Allemagne fédérale ; le solde sera vraisemblablement transporté par bateau.

#### 4°) Capacités de production

Nous avons admis l'hypothèse que la demande intérieure d'alumine serait satisfaite par les trois unités de production française.

On peut penser que Gardanne, grâce à sa situation géographique intéressante, expliquée par la proximité des gisements de bauxite du Var et de Marseille pour la bauxite importée, est l'unité de production dont la capacité pourrait le plus vraisemblablement augmenter au cours des prochaines années. L'unité de Salindres dont actuellement 50 % environ de la production est destinée à des usages autres que l'aluminium, pourrait voir sa capacité de production renforcée. Nous pourrions ainsi obtenir les capacités de production suivantes (1) :

En milliers de tonnes  $Al_2O_3$

	1969	1975	1985
Gardanne .....	575	725	900
Salindres .....	275	300	450
La Barasse .....	260	275	350
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	1 110	1 300	1 700
Dunkerque .....	-	1 000°	1 000°°
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Total .....	1 110	2 300	2 700
° Capacité nominale fin 1974			
°° Il n'a pas été fait d'hypothèse d'augmentation			

Il est évident que le projet de Dunkerque change radicalement la structure de la production prévue antérieurement. Il faut encore souligner le fait que cette prévision reste contingente des décisions prises lors de l'élaboration d'une politique commune après la fusion probable des sociétés françaises Pechiney et Ugine-Kuhlmann.

(1) Pechiney prévoit que la capacité totale de ces deux unités de production atteindra 985 000 tonnes en fin 1972.

C - EVALUATION DE LA DEMANDE DE BAUXITE1°) Demande intérieure globale de bauxite

La demande intérieure de bauxite pour l'industrie de l'alumine s'établit comme suit (en milliers de tonnes) :

- en 1975 :  $993 \times 2,58 = 2\ 562$
- en 1985 :  $1\ 363 \times 2,58 = 3\ 517$

La demande de bauxite pour l'alumine exportée (en admettant l'approximation selon laquelle il ne s'agit que d'alumine calcinée, ce qui est pratiquement le cas) s'élève à (en milliers de tonnes) :

- en 1975 :  $300 \times 2,58 = 774$
- en 1985 :  $350 \times 2,58 = 903$

Nous avons vu, en outre, que 3 % de la bauxite française extraite est utilisée en l'état pour d'autres usages. Comme nous avons maintenu la stabilité de l'extraction pour les années à venir et en supposant que ce pourcentage se maintienne, la demande intérieure en bauxites spéciales serait donc de 85 000 tonnes par an.

En résumé, la demande intérieure s'établit comme suit :

	En milliers de tonnes	
	1975	1985
Demande de bauxite pour l'industrie de l'alumine :		
- pour aluminium et autres usages	2 562	3 517
- pour exportation .....	774	903
Demande de bauxite en l'état pour autres usages .....	85	85
Total .....	<u>3 421</u>	<u>4 505</u>

## 2°) Conséquences sur le commerce extérieur de la bauxite

Nous avons admis que la production conserverait son niveau de 1969, soit 2 800 000 tonnes. Nous admettrons par ailleurs que les exportations de bauxites spéciales seront également maintenues au niveau de 150 000 tonnes, ordre de grandeur des trois dernières années. Le déficit de l'offre s'élèvera donc :

	En milliers de tonnes	
	1975	1985
Emplois		
- demande intérieure .....	3 421	4 505
- exportations .....	150	150
Ressources intérieures .....	2 800	2 800
Déficit .....	771	1 855

Ce déficit sera bien entendu comblé par les importations. C'est ainsi que, déjà en 1968, un contrat avec une société australienne prévoyait l'augmentation des exportations à destination de la France à concurrence de 600 000 tonnes par-an pour les années à venir (1) et que, par exemple, Pechiney mène des études minières en Australie, à Madagascar et au Cameroun, pour préparer les conditions de développement à plus long terme.

## V - RECAPITULATIF DES HYPOTHESES PRECEDEMMENT RETENUES

Nous présentons dans le tableau ci-après les comptes ressources-emplois pour l'alumine et la bauxite tels qu'ils résultent des hypothèses retenues pour la détermination des flux de transport en 1975 et 1985. Compte tenu de la précision des calculs, tous les chiffres ont été arrondis.

---

(1) Suant aux importations de bauxite de l'unité de Dunkerque, elles s'élèveront en 1975 à  $1\ 000\ 000 \times 2,3 = 2\ 300\ 000$  tonnes.

En milliers de tonnes (chiffres arrondis)

	1975	1985
<u>Alumine</u> (en $Al_2O_3$ )		
Emplois :		
- pour aluminium .....	890	1 200
- pour autres usages .....	110	150
Total demande intérieure .....	1 000	1 350
Exportations .....	300	350
Total emplois .....	1 300	1 700
Ressources :		
Capacité de production .....	1 300	1 700
Importations .....	-	-
Total ressources .....	1 300	1 700
<u>Bauxite</u> (en tonnes de produits)		
Emplois :		
- pour aluminium et autres usages .....	2 565	3 520
- pour exportation .....	775	900
- en l'état pour autres usages .....	85	85
Total demande intérieure .....	3 425	4 505
Exportations .....	150	150
Total emplois .....	3 575	4 655
Ressources :		
Production .....	2 800	2 800
Importations .....	775	1 855
Total ressources .....	3 575	4 655



Chapitre 3

LES FLUX DE TRANSPORT EN 1975 ET 1985



Les deux premiers chapitres ont permis d'analyser la situation actuelle et future de l'industrie française de l'aluminium.

On verra dans ce chapitre comment s'organise actuellement puis dans le futur le transport de la bauxite et de l'alumine.

## I - SITUATION ACTUELLE DES TRANSPORTS

### A - LES MODES DE TRANSPORT ET LEUR EVOLUTION

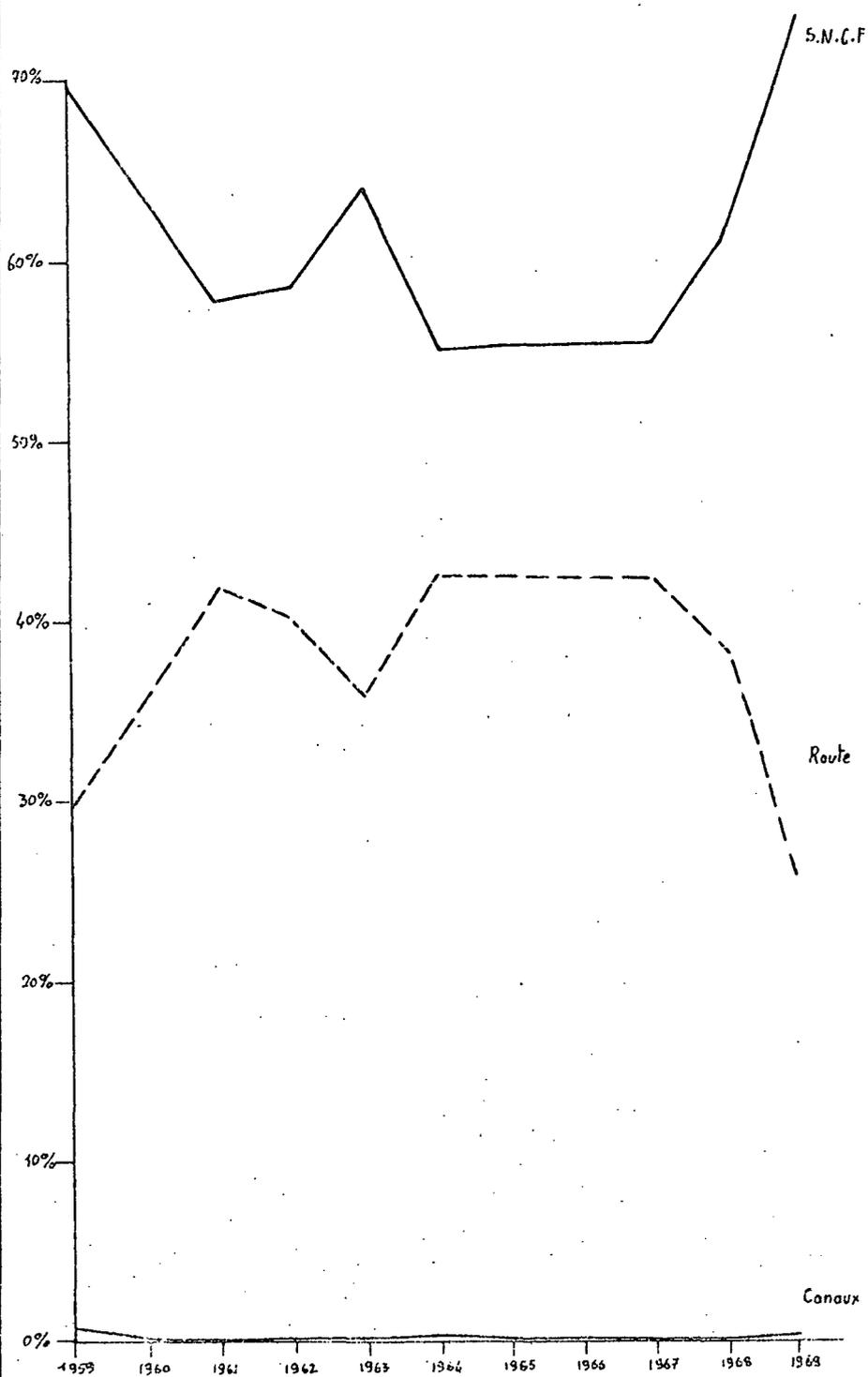
La comparaison entre les divers modes de transport de la bauxite (cf. tableau 10 et figure 10) et de l'alumine (cf. tableau 11 et figure 11) fait apparaître la prépondérance de la voie ferrée et l'importance des transports par route, mais, par contre, la faiblesse des transports par canaux.

Les flux de transports par canaux correspondent, d'une part, à des importations des Pays-Bas vers la Région parisienne et l'est de la France, à destination des cimenteries pour la bauxite, d'autre part aux expéditions de l'usine de Salindres vers la Belgique (région de Gand) pour l'alumine. Ces flux intéressent donc essentiellement les débouchés de la bauxite et de l'alumine autres que l'industrie de l'aluminium ; nous n'en tiendrons pas compte ici.

En ce qui concerne la route, jusqu'en 1969 la part imputée aux transports de bauxite par camions était due en grande partie à l'approvisionnement de l'usine d'Ugine-Kuhlmann de La Barasse en bauxite provenant de la mine du Thoronet. A partir de 1969, toutefois, une nouvelle liaison par chemin de fer entre Luc-le-Cannet et La Barasse a pris en charge cet approvisionnement, la bauxite étant amenée par camions à la gare de Luc-le-Cannet.

IMPORTANCE RELATIVE DES DIFFERENTS MODES DE TRANSPORT DE LA BAUXITE

en pourcentage



Sources : Statistiques S.N.C.F., O.M.N. et B.C.S.I

## Evolution de l'importance relative des différents modes de transport

Tableau 10 : Bauxite

	Production (1) + importations ( en milliers de tonnes)	Transports S.N.C.F. (en milliers de tonnes)	S.N.C.F. P + I (en %)	Canaux (trafic intérieur) (en tonnes)	Canaux P + I (en %)	Solde (trans- ports par route) (2) (en %)
1959 .....	1 790	1 244	69,5	10 200	0,6	29,9
1960 .....	2 098	1 350	64,3	2 230	0,1	35,6
1961 .....	2 303	1 335	57,9	2 800	0,1	42,0
1962 .....	2 260	1 325	58,6	2 090	0,1	40,3
1963 .....	2 146	1 372	63,9	5 480	0,2	35,9
1964 .....	2 579	1 472	57,1	6 160	0,3	42,6
1965 .....	2 779	1 595	57,4	2 270	0,1	42,5
1966 .....	2 965	1 709	57,4	4 120	0,2	42,4
1967 .....	3 039	1 749	57,5	1 530	0,1	42,4
1968 .....	3 048	1 868	61,3	1 320	0,1	38,6
1969 .....	3 253	2 396	73,6	9 950	0,4	26,0

Tableau 11 : alumine

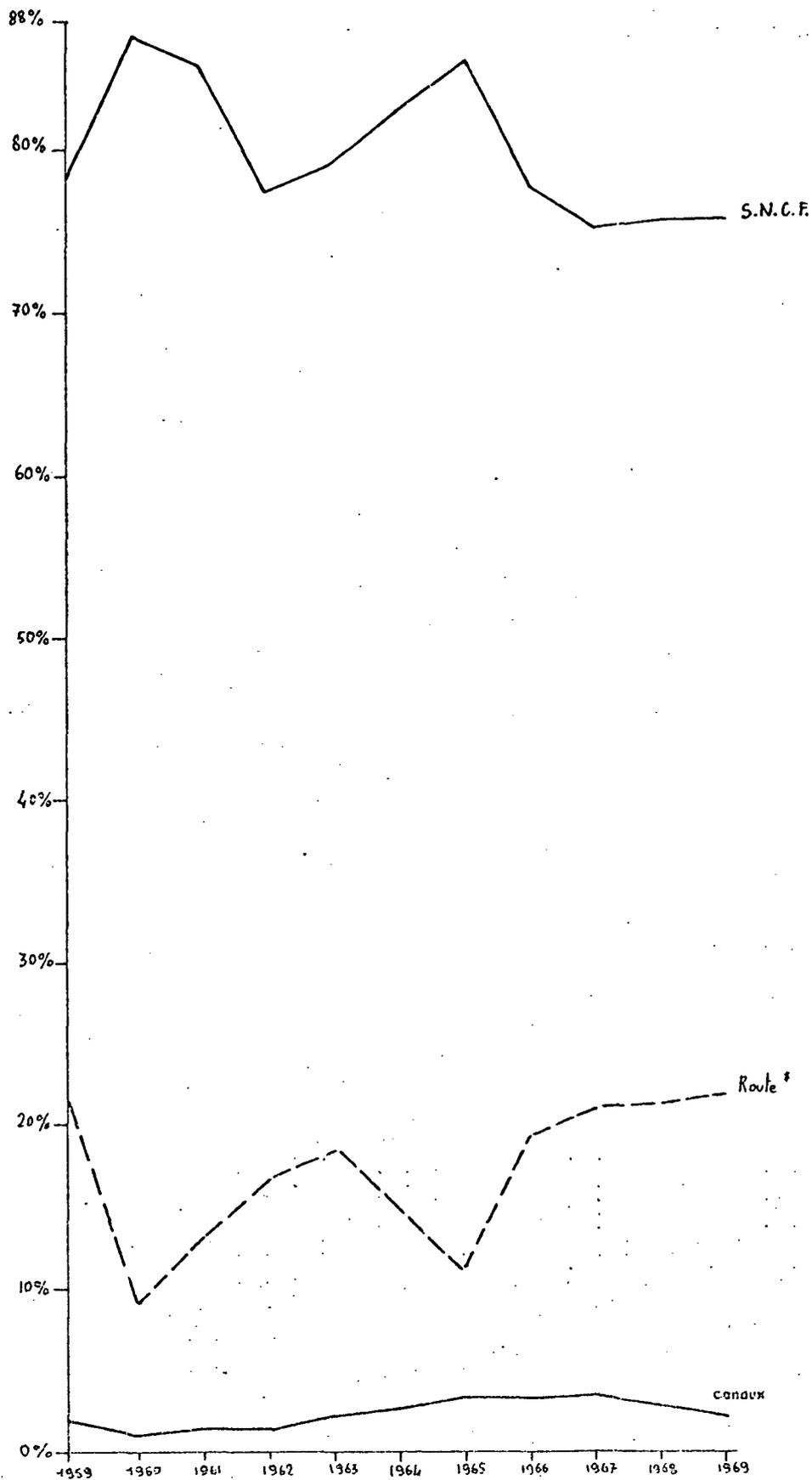
1959 .....	608	475	78,1	11 070	1,8	21,1
1960 .....	662	575	86,9	6,760	1,0	12,1
1961 .....	770	656	85,2	10,460	1,4	13,4
1962 .....	847	655	77,4	11 540	1,4	21,2
1963 .....	854	675	79,0	19 350	2,3	18,7
1964 .....	871	718	82,4	24 190	2,8	14,8
1965 .....	894	764	85,5	30 720	3,4	11,1
1966 .....	983	764	77,7	33 040	3,4	18,9
1967 .....	1 027	772	75,2	36 480	3,6	21,2
1968 .....	1 061	803	75,7	30 530	2,9	21,4
1969 .....	1 111	843	75,8	24 900	2,2	22,0

(1) Production = consommation intérieure + exportations

(2) Transport routier pour l'essentiel + une très faible autoconsommation + les stocks

Source : Statistiques S.N.C.F. et B.C.S.I.

IMPORTANCE RELATIVE DES DIFFERENTS MODES DE TRANSPORT DE L'ALUMINE



\* y compris autoconsommation

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

Les distances très courtes, telles que Villeverac-Mèze, qui séparent certaines autres usines de transformation de leur centre d'approvisionnement sont également parcourues par camions et comptent pour un pourcentage important du tonnage de bauxite transportée. En outre, une grande part de la production de bauxite du centre Brignoles-Les Censies est également transportée par camions à l'usine de La Barasse d'Ugine-Kuhlmann, ce qui s'explique par la faible distance séparant les deux localités.

En ce qui concerne l'alumine, la part transportée par camions, soit un peu plus de 20 %, provient des livraisons effectuées en partie ou en totalité par les unités de Gardanne et de Salindres à certains centres de consommation, notamment l'Argentière (Briançon) et Rioupéroux (Grenoble).

#### B - STRUCTURE DES TRANSPORTS PAR VOIE FERREE

Compte tenu du rapprochement de certaines gares et afin de particulariser chaque liaison importante, la figure 12 des flux alumine-bauxite, issue des tableaux des liaisons, a été tracée schématiquement et sans correspondance géographique ; seuls les emplacements relatifs des villes ont été respectés. La figure 13 caractérise les étapes successives de transformation de la matière, tout en donnant avec précision les éclatements, et, accessoirement, les pertes de produits (cette représentation rend ainsi mieux compte des relations de cause à effet dans le cas production-transport).

Les tableaux ci-après concernant le transport S.N.C.F. de la bauxite et de l'alumine, présentent les caractéristiques des trafics S.N.C.F. valables pour 1966 et 1969. Les expéditions à partir des gares de départ indiquées dans le tableau pour l'année 1969 représentent 98 % du total de bauxite transportée en France par la S.N.C.F. et 99 % du total de l'alumine pendant la même année. Les liaisons entre ces gares expéditrices et les centres de réception dans ces mêmes tableaux totalisent respectivement 97 % et 91 % des tonnages transportés de bauxite et d'alumine. Ainsi, le caractère de concentration géographique de l'industrie de la bauxite et de l'alumine se traduit par l'importance en tonnage d'une dizaine de liaisons par voie ferrée.

Principales liaisons S.N.C.F. par trains complets, groupés et wagons isolés

## Bauxite

1966

Principales gares expéditrices	Total expédié (en tonnes)	Principales gares destinataires	Total reçu (en tonnes)	Importance relative (en %)
Brignoles .....	28 882	Neuenburg	7 630	0,5
Les Censies .....	1 145 065	Jarrie-Vizille	11 349	0,7
Sète .....	2 820	Gardanne	1 145 065	69,4
Bouzigues .....	181 683	Salindres	2 820	0,1
Bédarioux .....	225 940	Salindres	181 683	11,0
Cazouls-les-Béziers ...	74 031	Salindres	225 940	13,7
Port-de-Bouc .....	2 449	Salindres	74 031	4,5
		Jarrie-Vizille	2 108	0,1
Total .....	1 660 810		1 650 626	100
Total transporté S.N.C.F.	1 709 426		1 709 426	
en % .....	97,2 *		96,5 *	

1969

Les Censies .....	932 912	Gardanne	932 912	40,11
Sète .....	284 284	Salindres	284 284	12,10
Luc-le-Cannet .....	505 425	Saint-Marcel	503 243	21,44
Golfe-de-Fos .....	293 166	Gardanne	287 225	12,35
		Salindres	4 338	0,19
Cazol-les-Béziers .....	54 373	Salindres	45 029	1,74
		Marignac	4 408	0,19
Bédarioux .....	247 349	Salindres	237 145	10,20
Bouzigues .....	27 402	Salindres	27 402	1,68
Total .....	2 344 911		2 325 986	100
Total transporté S.N.C.F.	2 395 857		2 395 857	
en %	98,0 *		97,0 *	

\* Total en % des principales liaisons par rapport au total transporté  
Source : S.N.C.F.

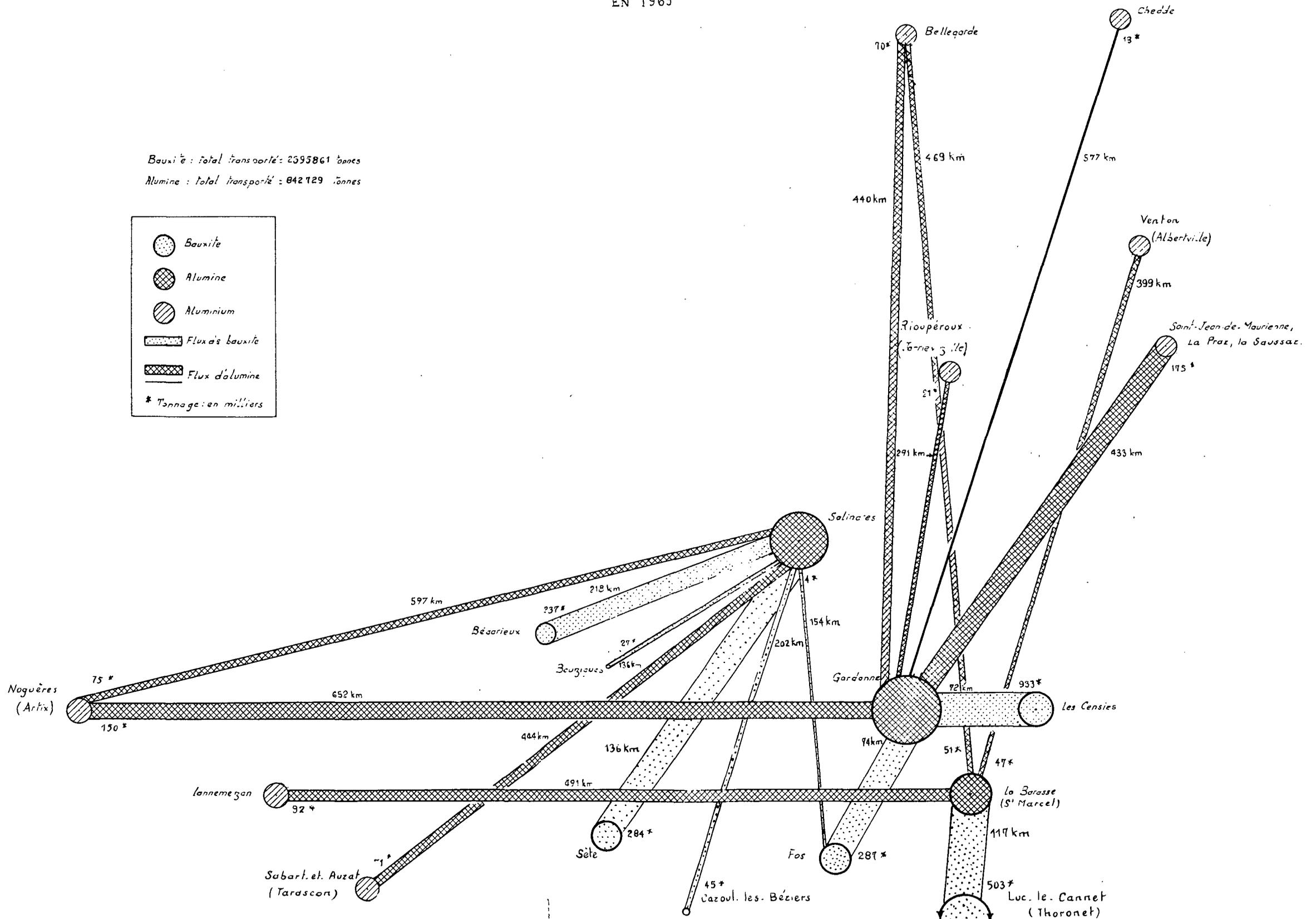
TRANSPORT S.N.C.F. DE BAUXITE ET D'ALUMINE

EN 1969

Bauxite : total transporté : 2395861 tonnes

Alumine : total transporté : 842729 tonnes

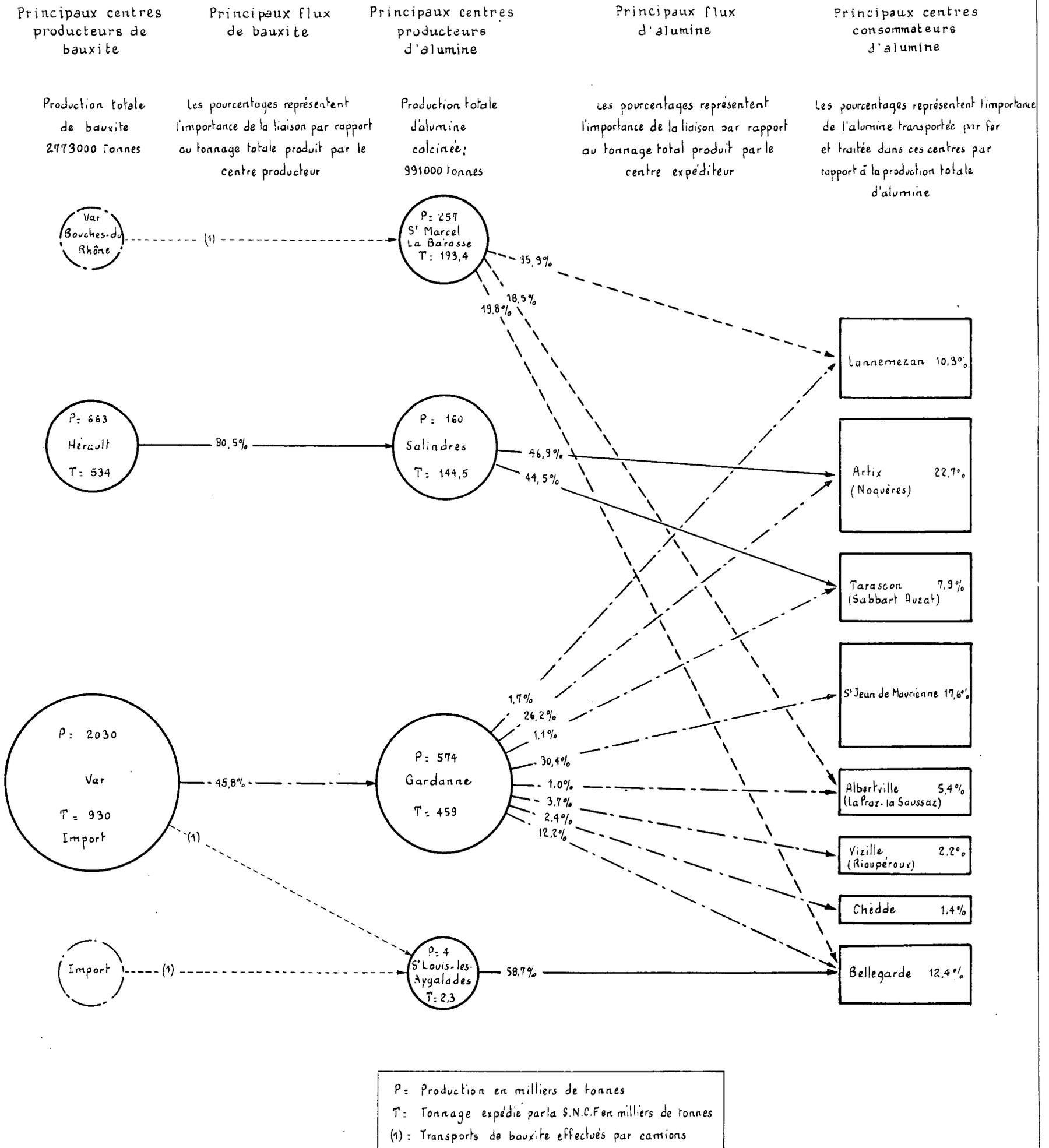
	Bauxite
	Alumine
	Aluminium
	Flux de bauxite
	Flux d'alumine
* Tonnage : en milliers	





RELATION ENTRE LA PRODUCTION ET LE TRANSPORT PAR FER DE LA BAUXITE ET DE L'ALUMINE

(Chiffres de 1969)



49



Principales liaisons S.N.C.F. par trains complets, groupés et wagons isolés

Alumine

1966

Principales gares expéditrices	Total expédié (en tonnes)	Principales gares destinataires	Total reçu (en tonnes)	Importance relative (en %)
St-Louis-les-Aygalades	60 384	Bellegarde (E)	57 873	8,2
St-Marcel-La-Barasse..	89 736	Lannemezan	74 313	10,4
		La Bathie	8 530	1,2
Marseille .....	9 521	Artix	4 635	0,6
Gardanne .....	409 208	Tarascon	7 469	1,1
		Lannemezan	5 888	0,8
		Artix	142 163	19,9
		St-Jean-de-Maurienne	163 934	22,9
		Albertville	47 224	6,6
		Chedde	13 207	1,8
		Vizille	22 001	3,1
Salindres .....	191 824	Tarascon	71 960	10,1
		Lannemezan	17 884	2,5
		Artix	69 244	9,7
		St-Fons	8 209	1,1
Total .....	760 673		714 534	100
Total transporté S.N.C.F.	764 316		764 316	
en % .....	99,5 *		93,4 *	

1969

St-Marcel-La-Barasse ..	208 226	Lannemezan	92 222	11,8
		Albertville	47 589	6,7
St-Louis-les-Aygalades(1)	2 347	Bellegarde (E)	50 885	6,9
Gardanne .....	459 404	Bellegarde (E)	2 347	0,3
		St-Jean-de-Maurienne	174 541	22,9
		Bellegarde (E)	69 901	9,5
		Chedde	13 484	1,6
		Vizille-Terrasse	21 341	2,7
Salindres .....	166 654	Artix	150 042	18,0
		Artix	75 242	10,4
		Tarascon-sur-Ariège	71 342	9,2
Total .....	836 631		766 585	100
Total transporté S.N.C.F.	842 729		842 729	
en % .....	99,5 *		91,0 *	

(1) Usine fermée en 1970

\* Total en % des principales liaisons par rapport au total transporté

E = exportations

Source : S.N.C.F.

En ce qui concerne le rapport des tonnages expédiés par trains complets, on remarque un pourcentage particulièrement élevé aussi bien pour l'alumine que pour la bauxite, comme le montre le tableau ci-dessous. La part du tonnage transporté par trains complets s'est même accrue de 1966 à 1969.

<u>Evolution du transport par trains complets et groupés</u>			
en tonnes			
	Tonnage total transporté S.N.C.F	Tonnage transporté par trains complets	TC/TT(1) (en %)
Bauxite			
1966 .....	1 709 426	1 580 520	93,5
1969 .....	2 395 857	2 250 470	94
Alumine			
1966 .....	764 361	641 110	83,9
1969 .....	842 729	761 853	90,4
(1) TC : transports par trains complets TT : total transporté			

°°

En résumé, les flux de transport se traduisent par une utilisation importante de la voie ferrée (près de 74 % pour la bauxite et plus de 75 % pour l'alumine) avec une prédominance de trains complets (plus de 90 % du tonnage transporté S.N.C.F. en 1969). Dans le cas de la bauxite, le plus faible pourcentage s'explique par une utilisation importante du transport par camions en raison des très faibles distances parcourues. Enfin, les transports par péniche représentent un tonnage transporté insignifiant, tonnage qui d'ailleurs n'intéresse pas l'industrie de l'aluminium.

## II - FLUX EN 1975 ET 1985

D'après notre hypothèse suivant laquelle l'évolution de la production d'aluminium se ferait à partir des unités déjà existantes, et seule une nouvelle unité d'électrolyse d'alumine serait implantée à Dunkerque, dont la production serait destinée à l'exportation et transportée par bateaux, la plus grande partie de l'alumine nécessaire à l'augmentation de la production d'aluminium et de la bauxite utilisée pour la production supplémentaire d'alumine sera transportée par chemin de fer.

### A - FLUX DE TRANSPORT DE BAUXITE POUR ALUMINE

A partir des hypothèses de capacité de production d'alumine, nous avons établi la demande en bauxite pour chaque unité de production comme le montre le tableau ci-dessous.

Demande de bauxite par unité de production d'alumine en milliers de tonnes de produits		
	1975	1985
Gardanne .....	1 870	2 350
Salindres .....	770	1 160
La Barasse .....	700	910
<b>Total .....</b>	<b>3 340</b>	<b>4 420</b>

D'après ce tableau et compte tenu de l'évolution passée des transports, nous avons établi le tableau suivant des principaux flux de transport par fer en 1975 et 1985.

<u>Principaux flux de transport par fer de bauxite en 1975 et 1985</u>				
en milliers de tonnes de produits				
Gare expéditrice	Gare destinataire	1969	1975	1985
Centres miniers du Var	Gardanne	933	950	950
Fos (1) .....	Gardanne	287	750	1 300
Luc-le-Cannet (mine du Thoronet) .....	St-Marcel-La Barasse	503	500	500
Fos (1) .....	-	-	-	300
Bouzigues (2) .....	Salindres	28	(	(
Bédarieux (2) .....	Salindres	237	)	600
Sète (2) .....	Salindres	284	(	(
Cazouls-les-Béziers (2)	Salindres	45	)	)
Fos (1) .....	Salindres	5		25
Divers .....	Divers	4		-
	<b>Total .....</b>	<b>2 326</b>	<b>2 825</b>	<b>3 905</b>

(1) Importations  
(2) Centres miniers de l'Hérault

Pour établir ce tableau, les hypothèses suivantes ont été retenues :

- Ayant admis une production de bauxite stable, nous avons maintenu les tonnages des liaisons à partir des centres miniers français stables, la diminution de production de certaines mines étant compensée par la production de nouvelles mines, lesquelles devraient être desservies par voie ferrée.

- Une nouvelle liaison par voie ferrée Luc-le-Cannet-Saint-Marcel-La Barasse s'étant substituée aux transports par camions, nous avons maintenu cette liaison, le complément des besoins en bauxite continuant d'être assuré par camions. Toutefois, en 1985, l'augmentation de la capacité de production de cette unité nous conduit à prévoir un approvisionnement concomitant en bauxite d'importations à partir de Fos.

- Pour Gardanne, nous avons admis un approvisionnement stable à partir des mines du Var, la demande due à l'augmentation de capacité de production étant satisfaite à partir des importations de Fos. D'ailleurs, en 1971, ce sont près de 450 000 tonnes de bauxite d'importation qui seront transportées de Fos à Gardanne par trains complets.

- Quant à Salindres, usine dont la capacité devrait le moins augmenter, nous avons admis jusqu'en 1975 que l'approvisionnement s'effectuerait essentiellement à partir des centres miniers de l'Hérault (sans qu'il soit possible d'établir des tonnages expédiés par centre minier) ; à partir de 1985, nous avons également admis un approvisionnement important par importations à partir de Fos.

°°

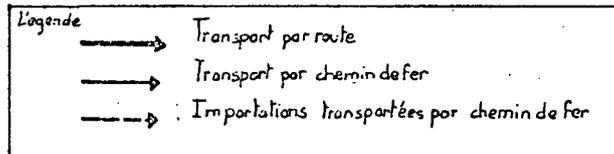
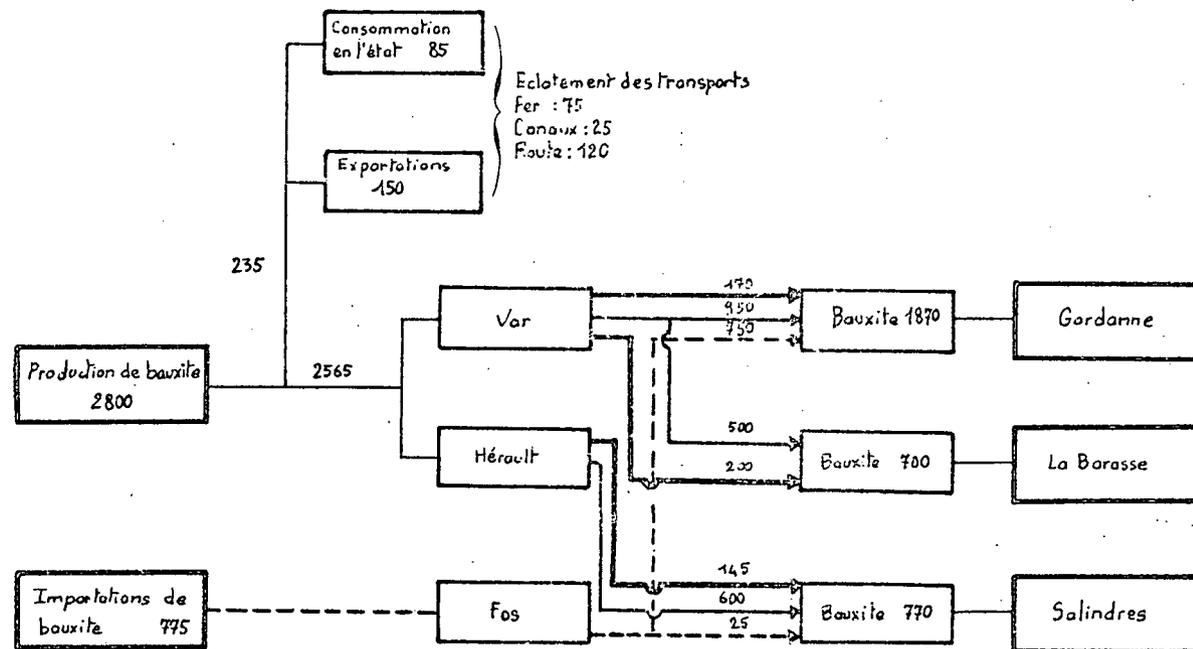
Comme le montrent les tableaux des pages 61 et 69, si l'on admet pour 1975 et 1985 que les tonnages reçus par les usines de transformation de bauxite représentent 97 % du tonnage transporté par la S.N.C.F., les tonnages totaux S.N.C.F. s'élèveront respectivement en 1975 et 1985 à 2,9 et 4,0 millions de tonnes.

L'évolution de l'importance relative des différents modes de transport s'établirait donc comme le montre le tableau ci-dessous.

	En milliers de tonnes		En %		
	Prod. + import. (P + I)	Transport S.N.C.F.	<u>S.N.C.F.</u> P + I	<u>Canaux</u> P + I	<u>Route</u> P + I
1966	2 965	1 709	57,4	0,2	42,4
1969	3 253	2 396	73,6	0,4	26,0
1975	3 575	2 900	81,5	0,5	18,0
1985	4 655	4 000	86,0	0,5	13,5

### MODES DE TRANSPORT DE LA BAUXITE EN 1975

En milliers de tonnes



Il y aurait donc croissance du tonnage transporté par fer et diminution de la part relative de la route.

L'importante diminution du pourcentage transporté par route résulte d'une part de la création d'un nouveau flux Luc-le-Cannet-La Barasse et du fait que les nouvelles mines mises en service seront probablement desservies par voie ferrée d'autre part, de la forte augmentation des importations.

°°

Les divers modes de transport de la bauxite et les quantités transportées s'établissent comme l'indiquent les schémas numéros 14 et 15.

## B - FLUX DE TRANSPORT D'ALUMINE POUR ALUMINIUM

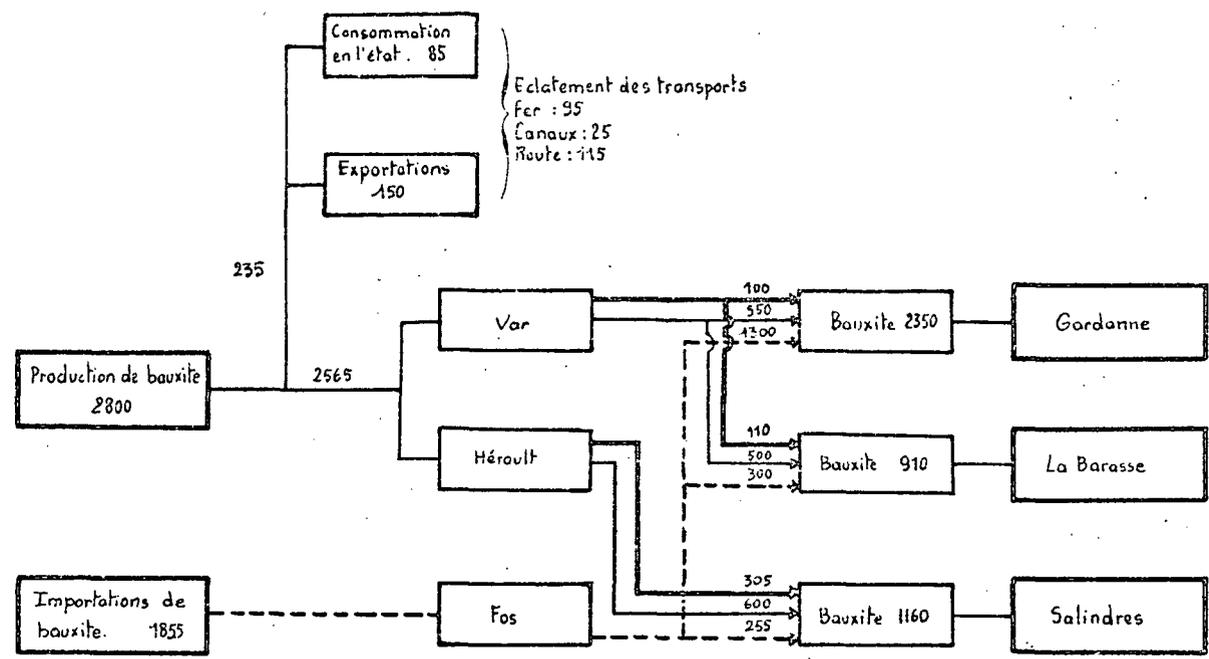
### 1°) Transport par voie ferrée

Comme l'indique le tableau récapitulatif de la page 55 la demande d'alumine par les usines françaises d'alumine s'élèvera en 1975 et 1985 respectivement à 890 000 tonnes et 1 200 000 tonnes.

En fonction des hypothèses de production d'alumine effectuées précédemment (cf. page 47), la demande en alumine par unité de production s'établira comme l'indique le tableau suivant.

### MODES DE TRANSPORT DE LA BAUXITE EN 1985

En milliers de tonnes



**Légende**

- Transport par route
- Transport par chemin de fer
- Importations transportées par chemin de fer

<u>Demande d'alumine par unité de production d'aluminium</u>		
	en tonnes d' $Al_2O_3$	
	1975	1985
Chedde (Haute-Savoie) .....	17 000	
La Praz (Savoie) .....	7 000	
La Saussaz (Savoie) .....	27 000	35 000
St-Jean-de-Maurienne (Savoie) .....	185 000	290 000
Venthon (Savoie) .....	60 000	65 000
Largentière (Hautes-Alpes) .....	38 000	45 000
Rioupéroux (Isère) .....	47 000	55 000
Sabart (Ariège) .....	43 000	55 000
Auzat (Ariège) .....	41 000	45 000
Noguères (Basses-Pyrénées) .....	295 000	450 000
Lannemezan (Hautes-Pyrénées) .....	130 000	160 000
Total .....	890 000	1 200 000

De même que pour la bauxite, à partir de ce tableau et en fonction de l'évolution passée des transports, nous avons pu dresser le tableau ci-après des principaux flux de transport en 1975 et 1985.

Nous avons posé comme hypothèse que la totalité de l'alumine pour l'aluminium, soit 890 000 tonnes en 1975 et 1 200 000 tonnes en 1985, serait comme par le passé, transportée dans sa presque totalité par voie ferrée (1) ; nous avons seulement maintenu l'approvisionnement de l'usine de l'Argentière par camions ainsi que pour moitié celui de l'usine de Rioupéroux.

- (1) En effet, à titre de vérification pour 1966 et 1969, la consommation apparente d'alumine pour aluminium est sensiblement équivalente aux tonnages reçus par les unités de production d'aluminium, tonnages qui correspondent également aux capacités de production de ces usines. La précision des résultats obtenus est en accord avec la précision des données (sans tenir compte des stocks, des délais d'approvisionnement et des délais de comptabilisation statistique).

Principaux flux de transport par fer d'alumine pour aluminium en 1975 et 1985

en tonnes d'Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Gare expéditrice	Gare destinataire	Usines	1969	1975	1985
Gardanne (Bouches du Rhône)	Chedde (Haute-Savoie)	Chedde	13 500	17 000	-
	St-Jean-de-Maurienne (Savoie)	St-Jean-de-Maurienne )			290 000
		La Praz ( )	174 540	219 000	35 000
	Jarrievizille (Isère)	Riouperoux	21 340	37 000	45 000
	Artix (Basses-Pyrénées)	Noguères	150 000	200 000	300 000
Salindres (Gard)	Tarascon-sur-Ariège (Ariège)	Sabart	71 340	84 000	100 000
	Artix (Basses-Pyrénées)	Auzat Noguères	75 240	95 000	150 000
La Barasse (Bouches-du-Rhône)	Lannemezan (Hautes-Pyrénées)	Lannemezan	92 220	130 000	160 000
	La Bathie et/ou Albertville (Savoie)	Venthon	47 600	60 000	65 000
		Total .....	645 780	842 000	1 145 000

En ce qui concerne les flux de transport, l'étude du passé nous a montré que :

- Gardanne approvisionnait les usines de Chedde (gare réceptrice de Chedde), Saint-Jean-de-Maurienne, La Praz et La Saussaz (gare réceptrice de Saint-Jean-de-Maurienne), l'Argentière (camions), pour les deux tiers environ l'usine de Noguères (gare réceptrice d'Artix), enfin pour moitié par camions et pour moitié par chemin de fer (gare réceptrice de Jarrie-Vizille ou Vizille-Terrasse) l'usine de Rioupéroux.

- Salindres approvisionnait les usines de Sabart et d'Auzat (gare réceptrice de Tarascon-sur-Ariège) et pour un tiers environ Noguères.

- Enfin, l'usine de Saint-Marcel-La Barasse approvisionnait l'usine de Lannemezan (gare réceptrice de Lannemezan) et Venthon (gare réceptrice La Bathie et/ou Albertville).

Outre ces approvisionnements réguliers, selon la marche des usines, il existe des liaisons d'équilibrage concernant de faibles tonnages. C'est ainsi que Gardanne est intervenue pour soutenir l'approvisionnement de Sabart et d'Auzat et l'usine de Lannemezan, que Salindres est intervenue pour les usines de Venthon et de Lannemezan, qu'enfin en cas de nécessité, des expéditions La Barasse-Venthon ont également pu dépanner les usines de La Praz et La Saussaz.

Ainsi des accords existent entre les deux producteurs de l'industrie de l'aluminium, qui permettent d'assurer l'approvisionnement des différentes usines dans les meilleures conditions. La fusion probable des deux groupes ne fera que renforcer et rationaliser cette façon de faire.

C'est à partir de ces éléments que nous avons donc établi le tableau précédent ; toutefois, nous n'avons pas tenu compte des flux d'équilibrage en raison de leur discontinuité, ni des possibilités de reprise par camions de la gare réceptrice à l'usine, les distances étant trop faibles.

Enfin, pour 1985, nous avons supprimé ainsi qu'il a été dit les deux unités d'aluminium de Chedde et de La Praz, en raison de leur faible capacité et affecté les augmentations de capacité aux autres unités, en particulier celles de Saint-Jean-de-Maurienne, de Noguères et de Lannemezan.

### 2°) Transport par route

Comme pour le passé, nous avons maintenu l'approvisionnement de l'Argentière par camions, et pour partie, celui de l'usine de Rioupéroux, comme le montre le tableau ci-dessous :

En milliers de tonnes d' $Al_2O_3$

Usine réceptrice	Usine destinataire	1975	1985
Gardanne	L'Argentière	38	45
	Rioupéroux	10	10
Total .....		48	55

### 3°) Bilan

Le bilan des transports par voie ferrée et par route s'établit comme suit :

En milliers de tonnes

	1975	1985
Tonnages transportés par la S.N.C.F.	842	1 145
Tonnages transportés par route .....	48	55
Total .....	890	1 200

C - FLUX DE TRANSPORT D'ALUMINE POUR EXPORTATIONS

On saisit facilement sur les années antérieures (cf. page 69) les flux Gardanne/Bellegarde et La Barasse/Bellegarde qui concernent vraisemblablement la société suisse Alusuisse.

En conservant les ratios de ces deux flux entre eux et de ces flux par rapport au total des exportations, on obtient le tableau ci-dessous :

En milliers de tonnes		
	1975	1985
Gardanne-Bellegarde .....	78	92
La Barasse-Bellegarde .....	57	66
Total .....	135	158

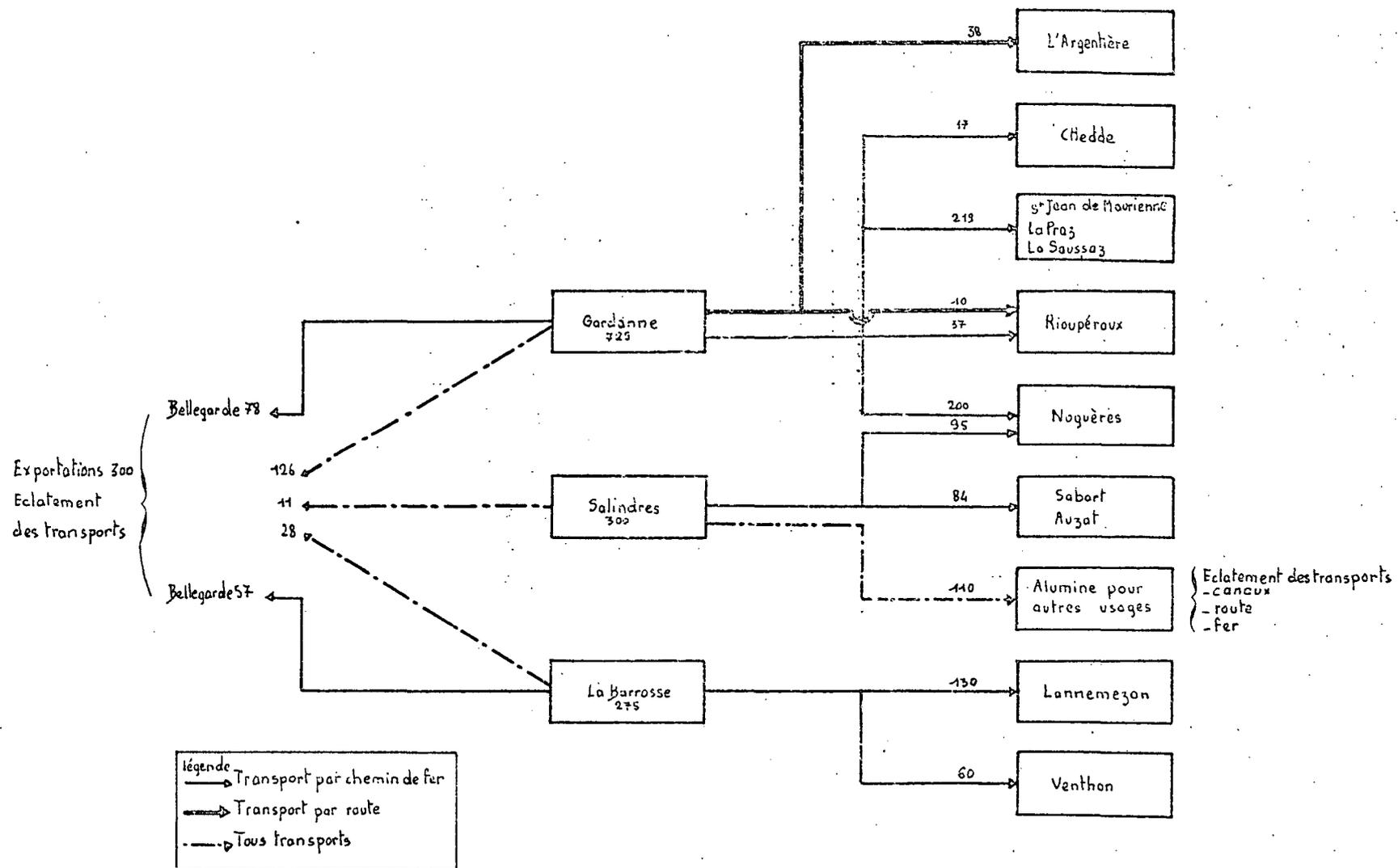
°  
° °

En résumé, et comme l'indiquent les tableaux des pages 61 et 69 si l'on admet pour 1975 et 1985 que les tonnages d'alumine reçus par les usines d'aluminium et les exportations à destination de Bellegarde représentent 91 % du tonnage total transporté par la S.N.C.F., les tonnages totaux transportés par fer en 1975 et 1985 s'élèveront respectivement à 1074 et 1432 milliers de tonnes.

L'évolution de l'importance relative des différents modes de transport s'établirait comme suit :

### MODES DE TRANSPORT DE L'ALUMINE EN 1975

En milliers de tonnes



	En milliers de tonnes		En %		
	Prod.+ Import. (P + I)	Transports S.N.C.F.	<u>S.N.C.F.</u> P + I	<u>Canaux</u> P + I	<u>Route</u> P + I
1966	983	764	77,7	3,4	18,9
1969	1 111	843	75,8	2,2	22,0
1975	1 300	1 074	82,6	2,5	14,9
1985	1 700	1 432	84,2	2,5	13,3

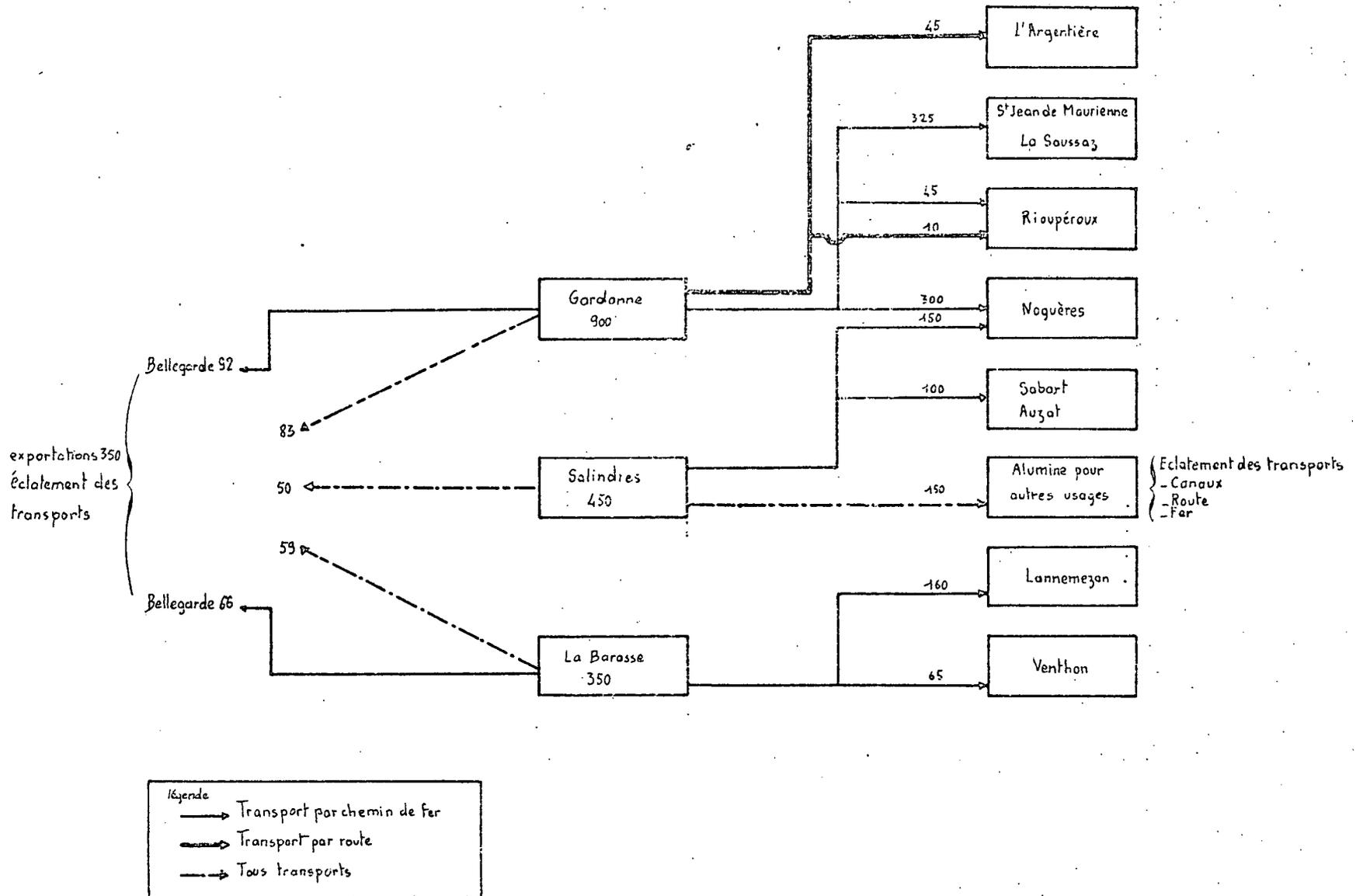
La croissance du tonnage transporté par fer s'explique par l'importance de la capacité unitaire des usines d'aluminium ; en fait, d'ici à 1985, on parviendrait à une situation d'équilibre telle qu'elle s'est déjà présentée par exemple en 1960, 1961 et 1964.

°°

Les divers modes de transport de l'alumine et les quantités transportées s'établissent comme l'indiquent les schémas n<sup>os</sup> 16 et 17. Il faut noter que nous avons fait l'hypothèse simplificatrice que l'alumine pour autres usages est expédiée à partir de Salindres, unité dont un fort pourcentage de la production concerne les alumines spéciales.

# MODES DE TRANSPORT DE L'ALUMINE EN 1985

En milliers de tonnes



## C O N C L U S I O N

Actuellement, comme à moyen terme (1975) et à long terme (1985), les transports de bauxite et d'alumine seront assurés pour l'essentiel par voie ferroviaire.

Cette situation peut être qualifiée de normale : les centres d'extraction sont peu nombreux, de même que les usines de fabrication d'alumine et celles d'aluminium. En outre, les tonnages transportés sont importants et réguliers, toutes conditions qui ne peuvent que favoriser les transports par chemin de fer, les transports routiers étant de plus en plus considérés comme marginaux et devant porter uniquement sur de faibles distances.

En ce qui concerne l'évolution des transports à moyen et long terme, leur développement devrait être modéré : moins de 10 % pour la bauxite entre 1969 et 1975 et 30 % de 1975 à 1985, moins de 20 % pour l'alumine entre 1969 et 1975 et 30 % de 1975 à 1985. Comme on l'a déjà signalé, l'importance du trafic par voie ferroviaire s'accroîtra beaucoup plus rapidement. Sa participation dans les transports de bauxite qui était de 57 % en 1966 passera à 81 % en 1975 et 86 % en 1985 ; quoique moins impressionnante, l'expansion du trafic ferroviaire pour le transport de l'alumine sera néanmoins notable : 76 % des transports afférents à ce type de produit étaient assurés par voie ferroviaire en 1969 alors que les pourcentages correspondants en 1975 et 1985 seront de 83 et 84 %.

Au total, c'est donc à 3,2 % pour la bauxite et 3,4 % pour l'alumine que s'élèvera le taux de croissance annuel des transports ferroviaires associés à l'industrie de l'aluminium sur la période 1969-1985. La plus forte croissance aura lieu entre 1969 et 1975 tout au moins pour les transports d'alumine (4,2 %, contre 3,3 % entre 1975 et 1980).

On a vu dans cette étude les raisons de la différenciation de cette croissance au cours du temps. La France, qui jusqu'à présent s'était orientée vers la croissance intranationale de l'industrie de l'aluminium, semble désormais s'orienter -pour des raisons de coûts de fabrication liés aux tarifs de l'énergie- vers une croissance internationale de cette industrie. En effet, l'extraction de bauxite du sous-sol national devrait se maintenir au niveau actuel, le surplus nécessaire à l'extension de la capacité des usines actuelles d'aluminium étant assuré par l'importation. Quant aux nouvelles usines d'aluminium, elles seront installées de préférence à l'étranger où l'énergie sera moins onéreuse.

On voit ainsi s'esquisser la géographie à très long terme des transports de l'industrie de l'aluminium. La bauxite extraite dans les pays neufs arrivera dans les zones portuaires où les centrales atomiques -productrices d'énergie à bon marché- permettront d'obtenir de l'aluminium, ces unités d'électrolyse pouvant elles-mêmes être directement couplées à des usines d'aluminium. Une telle organisation n'est pas une vue de l'esprit : minimisant les transports et les transbordements, profitant d'une énergie à bon marché, elle est déjà mise en oeuvre sous une forme peu différente avec les futures usines, de fabrication d'alumine à Dunkerque et d'aluminium à Flessingue (Pays-Bas), la première alimentée avec de la bauxite importée, la seconde avec de l'énergie bon marché.

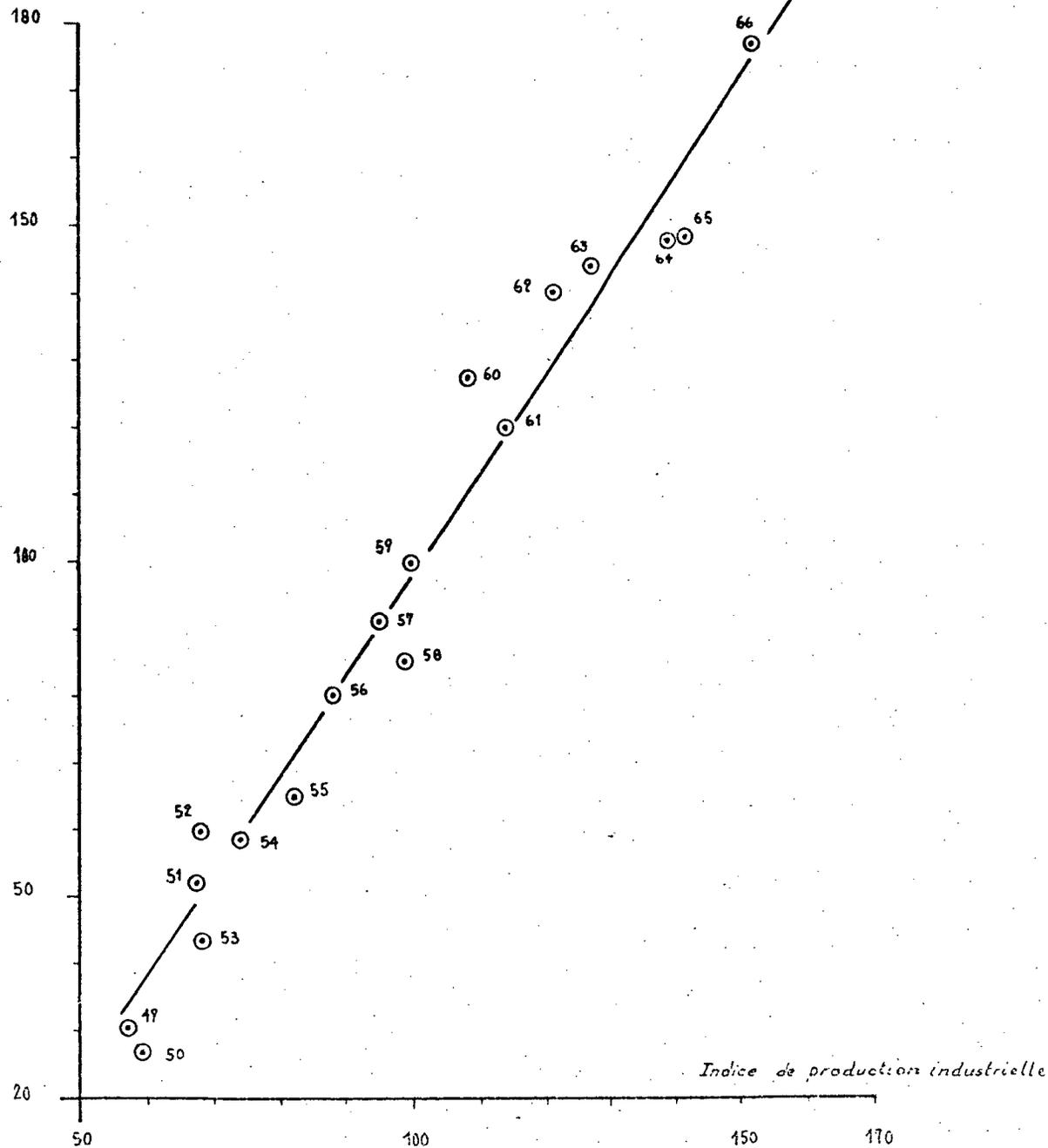
A N N E X E S



CORRELATION PRODUCTION INDUSTRIELLE - CONSOMMATION D'ALUMINIUM

Indices 100 en 1959

Consommation d'aluminium



## HYPOTHESE DE CONSOMMATION D'ALUMINIUM EN FRANCE EN 1985

La corrélation de la consommation d'aluminium avec l'indice de production industrielle depuis 1949 jusqu'en 1966, conformément au tableau ci-dessous et à la figure n° 18, donne un coefficient de corrélation  $r_{PI} = 0,98$ , satisfaisant.

Corrélation production industrielle - consommation d'aluminium					
Indice 100 en 1959					
	Production	Consommation		Production	Consommation
1949 .....	57	30	1958 .....	99	85
1950 .....	59	27	1959 .....	100	100
1951 .....	67	52	1960 .....	108	127
1952 .....	68	60	1961 .....	114	120
1953 .....	68	44	1962 .....	121	140
1954 .....	74	59	1963 .....	127	144
1955 .....	82	65	1964 .....	139	148
1956 .....	88	80	1965 .....	142	148
1957 .....	95	91	1966 .....	152	177

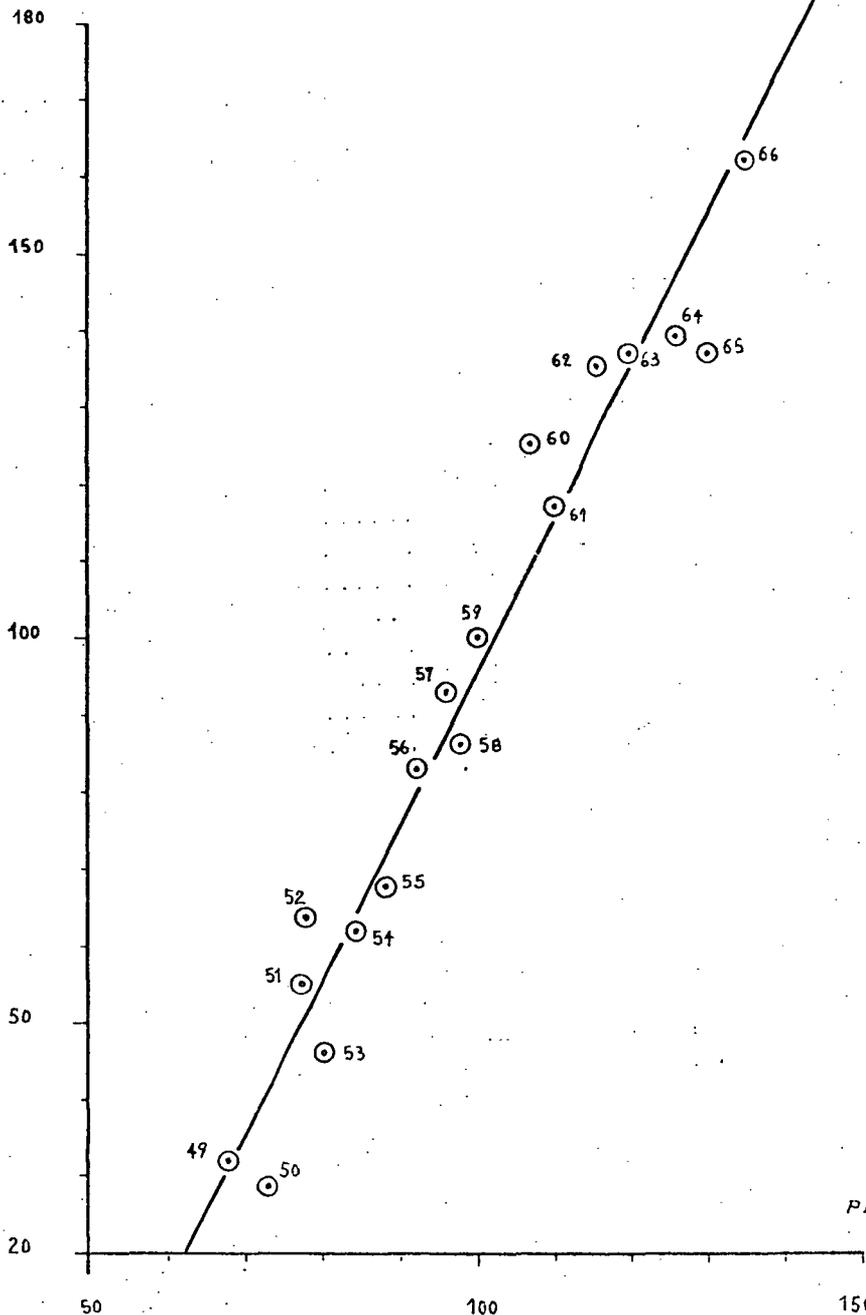
Source : Minerais et Métaux

Les coordonnées x, indice de production industrielle, nomenclature I.N.S.E.E. base 100 en 1959, et y, consommation d'aluminium (base 100 = 167 800 tonnes en 1959), ont été choisies de manière à simplifier la représentation. L'ajustement de cette relation linéaire donne l'équation suivante :

$$y = 1,506 x + 52,965$$

CORRELATION P. I. B. PAR TETE - CONSOMMATION D'ALUMINIUM PAR TETE

*Indice consommation par tête*



*PIB par tête*

Sources: Comptes de la Nation  
Minerais et Métaux

D'après les estimations B.I.P.E., nous avons trouvé l'indice de production industrielle pour 1985.

$$x_{85} = 326,2$$

qui, remplacé dans l'équation précédente, donne

$$y_{85} = 1,506 \times 326,2 + 52,965 = 544,2$$

soit une consommation de 915 000 tonnes d'aluminium.

A titre de vérification, nous obtenons sensiblement les mêmes résultats par une autre corrélation, aussi significative : celle de la consommation d'aluminium par tête et du produit intérieur brut, qui donne un coefficient  $r_{\text{PIB}} = 0,977$ , également satisfaisant (cf. figure 19).

En se fondant sur l'étude "Réflexions pour 1985" qui prévoit un indice de la P.I.B. d'après la nomenclature I.N.S.E.E. (base 100 en 1959 = 5 282 029 F 1959/tête) de 257,8 en 1985 correspondant à une population totale de 59 800 000 personnes, nous trouvons (1) une consommation par tête en indice de 397,17, c'est-à-dire 14,7 kg, soit un total de 880 000 tonnes d'aluminium. Par ces deux méthodes, dont l'une tient compte du développement démographique, nous aboutissons à des résultats très voisins puisque l'écart n'est que de 3,8 %.

Les résultats extrapolés de la consommation d'aluminium en France de 1959 à 1966 avec un taux d'accroissement de 7,4 %, donneraient une consommation de 1 250 000 tonnes pour 1985. Mais il faut noter que le taux de ces dernières années, exceptionnellement haut, devrait baisser légèrement pendant la période qui nous sépare de l'horizon 1985.

---

(1) L'équation pour cette méthode est donnée par :

$$y = 1,915 x - 96,613$$

Indice de consommation par tête, base 100 en 1959 = 3,71 kg/tête



ORGANISMES ET SOCIÉTÉS CONSULTÉS

---

Direction des Mines (ministère de l'Industrie)

Office National de la Navigation (O.N.N.)

Pechiney

Société Nationale des Chemins de Fer Français (S.N.C.F.)

Ugine-Kuhlmann

