

LE PROBLÈME DES FUMÉES INDUSTRIELLES DANS LES VALLÉES FORESTIÈRES DE SAVOIE

PAR

J. BOSSAVY

Ingénieur en Chef des Eaux et Forêts à Lyon

Le problème des fumées industrielles, particulièrement aigu dans le Nord et l'Est de la France (industries de l'acier et du charbon), revêt également un caractère inquiétant dans la région parisienne car aux fumées proprement industrielles s'ajoutent les émanations des installations individuelles de chauffage central (le plus souvent au mazout) et celles des véhicules automobiles qui, l'une et l'autre, contribuent pour une large part à la pollution atmosphérique.

On trouve également des problèmes de pollution dans certaines vallées industrielles et notamment en Savoie. Nous avons été ainsi amené à nous préoccuper sérieusement de cette question en Maurienne, au cours des années 1957 à 1959.

Cette vallée est en effet industrialisée sur 65 km de son parcours, d'Aiguebelle à Avrieux, et les productions des 14 usines échelonnées dans la vallée sont des plus variées: aux aciers spéciaux et abrasifs, ciments, papiers, composés du chlore, de la soude, vient s'ajouter l'aluminium.

Les fumées

Les émanations des usines se présentent soit sous forme de gaz soit sous forme de poussières, soit simultanément sous les deux formes. Les gaz sont le plus souvent composés de N, H²O, CO, CO², le composant le plus nocif étant SO², assez rare dans la vallée car il provient des houilles ou fuel oil, sources d'énergie peu utilisées ici. Le poids des poussières émises s'étage selon les fabri-

cations, de 0,9 gr à 2 gr par m³, composées de silice, chaux, oxyde de fer, carbone. Les dimensions de ces poussières varient de 1/100 à 30 microns.

La Maurienne n'est pas la seule vallée industrielle des Alpes; elle a toutefois la particularité de compter, parmi les nombreux établissements industriels de production variée, deux usines d'aluminium, dont l'une représente la plus importante unité d'Europe. Sa production oscille à l'heure actuelle autour de 70 000 T. par an, soit près de 50 % de la production totale de la France au cours des dernières années. Les fumées industrielles sont dans ce cas particulier composées de dérivés du fluor et de l'acide fluorhydrique.

L'origine de ces installations date de 1907, et si depuis plus de 50 ans des dommages aux végétaux ont été constatés, notamment à la vigne (région de St-Julien-de-Maurienne en particulier), ceux-ci avaient paru jusqu'en 1955-1956 se limiter aux arbres fruitiers, aux fleurs (disparition des abeilles), aux prairies naturelles et artificielles (fluorose des bovins entraînant une déformation marquée du squelette).

Or, depuis 1956, la végétation forestière a donné des signes très nets de dépérissement, ce qui amena l'usine à confier au cours de l'été 1958 à M. CHOUARD, Professeur à la Sorbonne, une étude complète de la vallée.

Le rapport rédigé à la suite de cette visite était assez nettement pessimiste, la conclusion était en effet la suivante :

« On peut considérer comme certain que, sauf changement important dans la production des émanations toxiques de l'usine, les résineux qui se trouvent dans le périmètre exposé aux fumées des fours Soderberg seront, tôt ou tard, totalement détruits ».

Les raisons de cette nocivité des fumées.

La production de l'aluminium se faisait couramment depuis 1910 par le procédé électrolytique découvert par HEROULT en France et HALL aux Etats-Unis en 1866. Ce procédé lié à la production d'énergie électrique utilisait des cuves dites à anodes précuites (fusion à 950° C d'un mélange d'alumine (Al₂O₃) dissoute dans un bain de cryolithe (AlF₃NaF).

Or, à partir de 1952, un nouveau procédé fut découvert, procédé dit des pâtes « Soderberg », dans lequel l'anode est mise en place dans une gaine sous forme de pâte qui se transforme par auto-cuisson. Le procédé Soderberg permet une production continue, la gaine (anode) étant rechargée périodiquement.

L'intensité du courant varie de 35 000 à 100 000 ampères selon la nature de l'anode.

Les installations de cuves par le procédé Soderberg ont été progressivement multipliées, si bien que la production d'aluminium a son origine à l'heure actuelle :

- pour 50 % dans des cuves à anode précuite,
- pour 50 % dans des cuves à pâtes Soderberg.

Ce procédé traduit donc une transformation importante des fabrications, et il semble que la pâte utilisée, mélange de brai de pétrole, coke de brai et brai de goudron, doit à la distillation, donner de nombreux produits toxiques pour la végétation; pour le moment tout au moins on est très mal renseigné sur les complexes ainsi formés.

Les suies et produits à base de goudrons se décèlent facilement par les dépôts noirâtres que l'on trouve en forêt (pollution physique) sur les feuilles, les troncs, le sol. Les produits fluorés seraient à la base des dommages causés à la végétation (pollution chimique).

*Données générales sur les volumes de fumées
et l'importance des dégâts.*

Lorsque nous eûmes à nous préoccuper des dépérissements constatés en forêts, notre première réaction fut de faire procéder à des analyses de feuilles, puis de déterminer l'importance des fumées émises.

Des prélèvements de feuilles (Hêtre) et d'aiguilles (Pin, Epicéa, Sapin, Mélèze) faites en septembre 1958 nous confirmèrent les dosages importants de composés fluorés dans les parties végétales. Mais rapidement nous avons dû abandonner ce test qui n'est plus retenu comme valable et donne lieu à contestation au même titre que les dosages d'arsenic.

Une enquête menée par MM. les Chefs de cantonnement de la Vallée auprès des différents établissements industriels, nous a permis de recueillir une documentation valable sur les volumes et les compositions des fumées. Les chiffres des volumes de fumées ressortent pour certaines usines à 35 m³/sec. et pour la principale usine d'aluminium à 5 000 m³/sec. C'est là une des explications des dommages causés aux forêts résineuses à proximité de l'usine. La récupération de ces fumées est pratiquement impossible dans les cuves à anode précuite; elle est de l'ordre de 70 % seulement pour les cuves à pâte Soderberg, et de plus il ne peut y avoir de récupération au niveau des toits des halles de fabrication.

NOTA. — Nous précisons que dans l'usine en construction à Noguères-Mourenx (B.-P.) en vue d'utiliser l'énergie produite par la Centrale E.D.F. d'Artix grâce au gaz de Lacq, il y a en fait deux usines, l'usine d'électrolyse de l'aluminium et l'usine d'épuration des gaz qui, seule, a nécessité une dépense de l'ordre de 1 milliard 500 millions d'anciens francs sur un ensemble de 17 milliards de travaux.

L'enquête menée en 1959 dans toute la région dans un rayon de 15 km environ tant en forêts domaniales, séries de reboisement, qu'en forêts communales, a donné les résultats suivants :

	Surface totale du massif	Surface atteinte	Nombre
	—	—	—
Séries domaniales	1 620 ha	313 ha	6 séries
Forêts communales	1 846 ha	380 ha	7 forêts
soit au total		<u>693 ha</u>	ou 700 hectares.

(chiffre correspondant à la situation établie en 1959).

A cette époque, les dommages paraissent limités à une altitude de 1 200 m environ. Il ne s'agit pas d'une ligne régulière et continue, mais d'une moyenne, des fluctuations se produisant de part et d'autre de cette ligne de niveau en rapport avec la topographie locale, une falaise rocheuse pouvant dévier les fumées; une combe, une gorge, facilitera au contraire leur élévation en altitude selon la direction des vents qui remontent le plus souvent la vallée, et entraînent les fumées sans pour autant les disperser.

Les fumées des usines d'aluminium sont bleutées, peu visibles en général, toutefois il est possible, certaines journées d'été, en s'élevant à 1 500-1600 m d'altitude en un point dominant la vallée, de voir vers 7-8 heures du matin, avant que le vent ne se soit levé, de minces nuages bleutés, étalés en bandes étroites et superposées accrochées à différentes hauteurs le long des pentes boisées.

On conçoit donc que les effets dans les massifs se révèlent irréguliers selon que le nuage ou les bandes ont stationné la nuit à tel ou tel niveau.

Caractères de l'attaque

Les phénomènes de nécrose marginale dus aux attaques des acides volatils solubles dans l'eau ont été décrits par le Professeur suédois Lars Gunnar ROMMEL, sous le nom de « border effect ».

Les feuillus, les hêtres en particulier, montrent un pâlissement puis un brunissement du bord de la feuille. Sur les résineux, la nécrose est terminale et gagne peu à peu la base des aiguilles. Lorsque la nécrose atteint la moitié ou le tiers de l'aiguille, celle-ci tombe. La présence de nombreuses aiguilles mi-vertes, mi-sèches, au pied des arbres, constitue parfois un véritable tapis.

Les conséquences sont donc doubles :

- sous-nutrition par réduction des surfaces foliacées,
- influence toxique dont l'arbre entier doit ressentir les effets.

Réaction des essences forestières.

Des 4 résineux locaux (pin sylvestre, épicéa, sapin, mélèze), le premier est de beaucoup le plus sensible, il a d'ailleurs complètement disparu au cours des années 1957-58 dans une série de reboisement (les Roches Noires) située à 2 km de l'usine et constituée par des plantations artificielles réalisées il y a environ 50 ans.

Chez l'épicéa, les aiguilles se dessèchent partiellement ou totalement, entraînant une mortalité chez les jeunes bois, comme chez les gros bois ; les semis eux-mêmes portent des traces d'attaque.

Le sapin semble moins atteint que les autres essences, bien que dans son aire naturelle il soit cependant plus abondant aux expositions Nord dans cette vallée chaude et sèche (pluviométrie moyenne annuelle de St-Jean : 600 mm).

Soumis en outre à l'attaque du gui depuis de nombreuses années, il ne semble pas que ce parasite soit ici seul en cause.

Les attaques revêtent sur le sapin les mêmes symptômes que sur l'épicéa — dessèchement partant de la pointe et chute des feuilles — les fructifications sur ces deux essences sont très rares.

Le mélèze résiste mieux jusqu'à présent.

Les dégâts peuvent être décelés sous forme de :

- nécrose des aiguilles accompagnée d'une torsion des extrémités,

- sensibilité plus apparente des pousses terminales,

- défeuillaison parfois complète au printemps suivie dans les quinze jours d'une seconde feuillaison ; ce phénomène très caractéristique a été relevé au cours des deux années 1958-1959 et se répète quelquefois à l'automne.

Le hêtre présente une nécrose marginale classique.

Les autres feuillus, coudrier, érables, divers, etc... se montrent pour l'instant parfaitement résistants.

Dans la strate herbacée, les Liliacées paraissent plus sensibles que d'autres familles, en particulier les espèces suivantes : *Paris*

quadrifolia, *Polygonatum vulgare*, *Maianthemum bifolium*, *Lilium martagon*.

— parmi les Composées: le Seneçon de Fuchs.

Une des plantes test les plus sensibles aux composés fluorés est le glaïeul. Des essais effectués par J.T. MIDDLETON et son groupe à Riverside, à des concentrations d'HF inférieures à 10 pp^b (10 parties par billion) font déjà apparaître des lésions qui commencent par la pointe et descendent vers le milieu de la feuille.

Théorie de l'action des produits fluorés.

Une étude très complète faite par Lars Gunnar ROMMEL donne l'explication suivante:

Il y aurait absorption préférentielle des vapeurs acides par les zones en saillie des feuilles et par les pointes des aiguilles des résineux. La diffusion des gaz de l'air dans la feuille paraît favorisée par ces déformations qui modifieraient le champ de diffusion gazeux au même titre qu'un paratonnerre modifie le champ électrique de l'atmosphère.

Des dosages de la teneur en composés fluorés effectués à Upsala par M. le Dr BUSTROM ont donné:

	partie de feuilles nécrosées	partie non nécrosée de ces mêmes feuilles	feuilles sans dommage visible
	—	—	—
Erable sycomore de Norvège	42 ppm (1)	0 ppm	0 ppm
Erable de Norvège à feuilles pourpres	22 ppm	6 ppm	6 ppm
Pommier	17 ppm	0 ppm	0 ppm

ce qui prouve bien un empoisonnement localisé, contrairement à l'opinion qui voulait voir dans la nécrose marginale des symptômes d'une maladie générale de la feuille.

Un autre essai nous paraît intéressant à signaler. Des modèles expérimentaux réalisés avec des papiers filtres découpés en forme de feuilles de diverses essences ont été imprégnés d'abord d'un

(1) ppm: partie par million.

réactif coloré et placés dans une atmosphère fluorée. Ces papiers donnent alors une coloration jaune dont le dessin est tout à fait analogue à celui d'une nécrose marginale.

Cette explication est très nettement supérieure à celle qui ferait appel à la seule action des composés fluorés en solution dans les gouttes d'eau qui se rassemblent sur les bords des feuilles ou les pointes des aiguilles, car dans ce cas on s'explique mal pourquoi la bordure décolorée se développe sur tout le périmètre quelle que soit l'orientation des saillies.

Nous avons par ailleurs relevé dans une communication du Professeur Dr. Otto HARTEL une nouvelle méthode de reconnaissance des effets de fumée sur les épicéas par le « test du trouble » dont nous donnerons succinctement le principe.

Ce test est basé sur un phénomène d'auto-défense qui entraîne une obstruction partielle des stomates d'aiguilles de conifère par sécrétion de cire, en vue de se protéger contre l'influence des gaz nuisibles

Cette obstruction partielle protège le tissu et l'appareil chlorophyllien des effets nuisibles des gaz et des fumées, mais réduit en outre l'assimilation de CO_2 nécessaire à la photosynthèse. Il en résulte une diminution de l'intensité d'assimilation, donc de la production organique, que l'on constate dans un développement plus faible des aiguilles et dans une réduction des accroissements.

La méthode du « test du trouble » est une méthode relative qui permet de comparer les résultats dans la zone des dégâts avec les résultats sur échantillons pris dans des stations comparables mais sans fumées.

L'époque favorable pour les prélèvements est l'automne, on prélève alors une quantité constante d'aiguilles d'épicéa en prenant soin d'éliminer le petit coussinet ou partie d'écorce qui reste adhérent à l'aiguille. On remplit une éprouvette jusqu'à une hauteur de 7 cm, puis on introduit de l'eau bouillie jusqu'à une hauteur de 10 cm et l'on fait bouillir 8 à 12 minutes; on remarque alors un trouble dont on mesure après refroidissement l'intensité par photométrie. L'intensité de la lumière qui passe, exprimée en pourcentage de la lumière incidente, donne une expression du trouble chiffrée à l'aide d'une échelle qui exprime le degré des dégâts des fumées.

Cette échelle graduée de 0 à 6 donne :

— pour le 0 — pas de trouble perceptible — 70 % de lumière passe.

— pour le 6 — transparence à peine perceptible avec souvent coloration sale — 20 % de lumière passe.

L'auteur a en outre constaté une certaine corrélation entre le poids de 100 aiguilles prélevées sur des sujets à proximité de l'usine et ceux situés hors de la zone des fumées.

100 aiguilles pesant 280 à 392 mgr à proximité de l'usine (400 à 1 000 m) au lieu de 500 à 987 à des distances de 2 à 5 000 m de l'usine.

Incidences sur la fructification.

L'année 1958 qui a été exceptionnelle sur le plan de la fructification en ce qui concerne l'épicéa, s'est traduite dans la région étudiée par une production de cônes généralisée en altitude au-dessus de 1 200 m, alors que les sujets situés entre 600 et 1 200 m n'ont donné que de très rares cônes, ceux-ci étant toujours de dimensions réduites.

Pour le sapin, nous avons procédé en 1959 à des essais de coupe de graines provenant de sujets situés à des altitudes différentes; alors qu'au delà de 1 200 m, le pourcentage de bonnes graines était de l'ordre de 51 à 57 %, il n'était plus de 25 à 43 % dans la zone atteinte par les fumées, ce qui pourrait traduire une intoxication généralisée de la plante.

Incidences sur l'accroissement.

Dans les trois massifs communaux directement soumis à l'influence des fumées, il était intéressant de chercher à déterminer les pertes d'accroissement. Grâce aux études dont un élève de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts a été chargé au cours d'un stage en Maurienne, durant trois semaines, nous avons pu rassembler un certain nombre de sondages des différentes essences, sapin, épicéa, pin sylvestre, les comptages sur les carottes étant effectués par période de 5 ans, de façon à étudier l'évolution des cernes annuels sur 30 années consécutives (1930-34, 1935-39, 1940-44, 1945-49, 1950-54, 1955-59).

Les résultats recueillis sont condensés dans le tableau ci-dessous :

	Forêt C SAPIN		Forêt B		Forêt A SAPIN-EPICEA
	Parcelle atteinte	Parcelle protégée	EPICEA	P.SYLVESTRE	
			Parcelle atteinte	Parcelle atteinte	
1930/1934	7,8 mm	11,3	7,9	6,3	8,63
1935/1939	7,3	11,3	7,1	5,8	9,26
1940/1944	6,4	11,2	6,9	4,9	7,04
1945/1949	6,0	11,9	5,9	4,0	6,83
1950/1954	5,8	11,1	5,6	3,6	6,94
1955/1959	5,8	7,9	5,9	3,2	5,63

M. PERROT, Ingénieur-élève à l'Ecole forestière, a calculé également par catégorie de diamètre pour les différentes essences la variation de la veine de bois sur 10 années consécutives.

Épaisseur en mm de la veine de bois	1930/1939	1940/1949	1950/1959
FORET C : SAPIN	149,2	111,7	78,4
FORET B : EPICEA - PIN SYLVESTRE	72,4	54,6	42,5
FORET A : SAPIN - EPICEA	156,9	115,7	99,4

La comparaison des accroissements entre les périodes 1930-1934 et 1955-1959 (moyenne des sondages effectués dans les 3 forêts) permet de déterminer le pourcentage de réduction de l'accroissement :

	1930/1934 (en mm)	1955/1959 (en mm)
FORET A : SAPIN - EPICEA	8,63	5,63
FORET B (PIN SYLVESTRE	6,3	3,2
(EPICEA	7,9	5,9
FORET C : SAPIN	7,8	5,8

que l'on soit dans une forêt gütée (C) ou dans celle peu atteinte (A), la réduction de l'accroissement reste sensiblement constante et voisine de 25 à 30 %.

Sensibilité des différentes essences.

Dans le massif B, un inventaire général avait été effectué en 1956, il nous a donc été possible, pour certaines parcelles, de rapprocher la situation 4 années plus tard (1960) à la suite des martelages de bois secs effectués dans ces mêmes parcelles.

Proximité des sources de fumées	Parc.	Epicéa			Sapin			Mélèze			Pin Sylvestre		
		Inv. 1956	secs mart.	%	Inv.	secs	%	Inv.	secs	%	Inv.	secs	%
1000 à 1200 m.	23	243	92	26	3699	171	2	1757	11	0,17	309	212	75
600 à 800 m.	24	11	8	77	435	51	8	149	8	5,4	245	208	85
+ de 1200 m.	28	119	42	28	3686	446	12	702	2	0,1	1774	1457	80

Un certain nombre de comparaisons semblables effectuées dans les deux autres massifs nous permettent de fixer la sensibilité des essences résineuses à :

- pin sylvestre : 75 à 85 % pour tendre vers 100 %,
- épicéa : 26 à 75 %,
- sapin : 3 à 12 %,
- mélèze : inf. à 1 %.

Dans le massif B, nous avons en outre cherché à déterminer quelle était la sensibilité en fonction des diamètres. Les résultats sont condensés dans le tableau suivant :

Diamètre	Parcelle 23			Parcelle 24			Parcelle 28		
	Inv. 1956	secs martelés en 1958	%	Inv. 1956	secs martelés en 1958	%	Inv. 1956	secs martelés en 1958	%
20	1562	26	1,66	209	10	4,7	1744	91	5,2
25	1012	30	3,0	108	11	10,1	996	75	7,5
30	786	27	3,4	64	10	15,6	611	42	6,8
35	354	23	6,5	34	6	17,6	282	32	11,3
40	146	7	4,7	16	3	18,7	107	12	11,2
45	53	4	7,5	10	2	20,0	38	1	2,6
50	17	2	11,0	5	2	40,0	18		
55	8	1	12,5				9		
60									
65	1						1		

On remarque que les pourcentages de bois secs augmentent régulièrement avec les diamètres, ce qui peut, soit être dû à un effet cumulatif des attaques, soit être en liaison avec l'importance des surfaces foliacées, soit enfin exprimer le fait que les jeunes bois sont partiellement protégés par les gros diamètres plus élancés, et de ce fait en contact moins régulier avec les nappes de fumées.

Les mesures prises

Il était indispensable de savoir quelle était l'évolution des zones soumises aux fumées. A cet effet, nous avons fait disposer à l'altitude de 1 200 m — limite apparente des dommages en 1958 — une ligne discontinue de traits de peinture qui doit permettre de juger de cette évolution en altitude.

Le professeur HARTEL, auteur du test du trouble, avait en outre constaté des épicéas demeurés sains au milieu d'une population endommagée, ce qui laissait peut-être supposer une résistance individuelle. En Maurienne, les peuplements sous l'influence des fumées présentaient également des sujets verts disséminés au milieu des peuplements attaqués, il était intéressant de déterminer si cette résistance gardait un caractère durable, donc valable.

Un certain nombre de résineux d'essences diverses ont été individualisés dans les 3 massifs, par apposition d'un numéro de répertoire accompagné du millésime partiel de l'année (1 - 58).

L'observation de ces sujets peut être ainsi résumée après 2 ans de contrôle dans le massif B.

Essences	Nombre de sujets individualisés	morts	dépérissants	verts
P. sylvestre	150	23	127	0
Epicéa	59	5	33	21
Sapin	9	0	9	0
Mélèze	45	0	0	45
Hêtre	2	0	0	2

Dans le massif A, le plus proche des sources de fumées, on avait de même individualisé dans les parcelles I et K :

20 épicéas en 1958

13 épicéas en 1959

En 1960, un contrôle a permis de constater que :

Numérotage 1958 :

10 épicéas étaient secs

6 épicéas étaient dépérissants, teinte rougissante,
et chute d'aiguilles,

4 épicéas étaient verts.

Numérotage 1959:

6 épicéas étaient morts,
7 épicéas étaient encore verts.

Il semble donc que la résistance individuelle constatée sur certains sujets ne présente pas une constante valable, encore que le faible nombre d'observations ne permette pas de tirer de conclusion formelle.

Le contrôle de ces différents dispositifs permet de conclure :

- qu'il n'y a pas en 1960 d'extension en altitude de la zone atteinte, mais que la disparition des épicéas et sapins s'accélère,
- que la résistance individuelle de certains sujets n'offre pas, semble-t-il de caractère durable.

Le problème se posait alors de savoir si l'introduction d'essences étrangères à la région était possible.

Sur notre demande, la Société Péchiney mit à notre disposition un terrain situé à 500 m des sources de fumées, sur lequel différentes plantations furent effectuées en 1959 et en 1960.

La situation fin 1960 peut être ainsi résumée :

Essences	Nombre de plants introduits	Date de la plantation	Dénombrement au 1/10/1960		
			bon état	dépérissants	morts
Chêne rouge	100	13 avril 1959	38	25	37
P. Laricio de Calabre	102	id.	8	4	90
Cèdre de l'Atlas	101	id.	26	19	66
Sapin de Nordmann	102	id.	56	26	20
- id -	52	24 nov. 1959	40	10	2
Noyer noir	4	11 mars 1960	4		

Aucune conclusion ne peut évidemment être tirée de ces essais limités, trop récents, et qui d'ailleurs se poursuivent avec d'autres essences (*Abies grandis*, Douglas, Mélèze du Japon).

Conclusions

En définitive, l'évolution des 3 massifs résineux placés sous l'influence des fumées industrielles a marqué au cours des années 1956 à 1959, une certaine stabilité, une extension en altitude que nous étions en droit de craindre ne s'étant pas manifestée de façon caractéristique.

A l'intérieur de la zone ainsi délimitée, la mortalité des pins sylvestres et des épicéas s'accroît très rapidement, les sapins et les mélèzes paraissent plus résistants.

Les pertes d'accroissement sont de l'ordre de 25 à 30 % auxquelles s'ajoutent la diminution du matériel sur pied qui contribue à accélérer puissamment la perte de production des massifs et facilite la pénétration des fumées à l'intérieur même des peuplements, ce qui doit activer la disparition des jeunes bois et semis.

Nous précisons qu'en 1958, 1 200 m³ ont été martelés comme secs dans la forêt B sur 130 ha, soit une réalisation de près de 10 m³/ha/an, alors que la production avait été chiffrée en 1956 aux environs de 4,5 m³/ha/an.

En 1959 et 1960, on a enlevé à nouveau en bois sec :

85.900 m³ d'épicéa en 153 arbres et 30 brins,
 160.300 m³ de sapin en 370 arbres et 106 brins,
 4.200 m³ de mélèze en 7 arbres,
 344.250 m³ de pin sylvestre en 1 080 arbres et 660 brins.

L'agent technique local signale le 8 octobre 1960 que les pins sylvestres et épicéas deviennent de moins en moins nombreux, et sont dépérissants sauf quelques épicéas encore verts, pas de semis d'épicéa et de pin sylvestre, ceux de sapin et de mélèze sont rares.

Le maintien du peuplement résineux est donc très incertain. Le feuillu (hêtre, coudrier, érable) tend à occuper la place laissée vide par le résineux, ce qui paraît satisfaisant en ce qui concerne la protection des versants contre l'érosion, mais représente des pertes de revenus sensibles pour les communes propriétaires.

Certes, depuis 3 ans, les industries locales ont accepté de dédommager les collectivités propriétaires, mais ceci ne peut être retenu comme une solution pleinement satisfaisante.

L'usine et ses problèmes dans l'avenir

L'utilisation des produits fluorés par tonne d'aluminium produite tend à diminuer de façon très sensible par suite des progrès réalisés.

Si en effet de 1942 à 1959 la production d'aluminium a été multipliée par 7, la consommation des produits fluorés n'a été multipliée, durant la même période, que par 4. Le problème des captations est l'objet de recherches constantes, de nouveaux essais sont régulièrement effectués ; il en est de même du problème de l'épuration. Les deux questions représentent en fait la seule activité d'un ingénieur spécialisé dans ces questions.

L'augmentation de la production ne paraît cependant pas le seul facteur à retenir. La nouvelle production d'aluminium en partant des pâtes Soderberg d'une part et l'installation d'un atelier de

fabrication de ces pâtes d'autre part, nous paraissent les deux facteurs qui sont à la base même de l'accroissement spectaculaire des dégâts au cours de ces dernières années.

Il apparaît cependant que la situation soit en voie de se stabiliser pour deux raisons :

1° La production ne doit plus être augmentée, du fait de la mise en fonctionnement de la nouvelle usine de Noguères,

2° Les efforts constants réalisés, les recherches activement poussées, les essais régulièrement tentés, permettent d'espérer dans l'avenir une augmentation sensible du pourcentage des fumées captées et une épuration de plus en plus complète.

Ces problèmes sont activement suivis. Il n'est donc pas douteux que la persévérance montrée par les dirigeants, ne doive un jour aboutir à une solution valable, qui modifierait complètement une situation dont le caractère inquiétant s'est révélé au cours de ces trois dernières années, au point de laisser craindre la disparition quasi totale des essences résineuses.

Il semble que la phase aiguë soit actuellement franchie, puisque l'année 1960 (pluvieuse il est vrai) a marqué une stabilisation.

Sans vouloir donner plus de précisions qu'il paraît nécessaire, nous pensons que le problème doit être régulièrement suivi, et que l'agriculture pourra un jour reprendre une activité sérieusement compromise dans la zone étudiée.

Certes, le montant des salaires versés, et le volume des nombreux achats effectués annuellement dans la région constituent un apport financier global important et assurent en partie la prospérité des habitants, contribuant ainsi à la réduction de l'exode rural qui, dans le Monde moderne, représente la plus inquiétante des crises touchant les milieux ruraux.
