



# **L'AMÉNAGEMENT**



## **DE LA DURANCE**

**SUPPLÉMENT GRAPHIQUE**

Cet article retrace l'histoire de l'utilisation de la Durance en montrant la part qu'y a prise l'électricité. Il donne les caractéristiques générales de l'équipement d'ensemble en cours de réalisation depuis 1955 et en indique les principales étapes de réalisation.

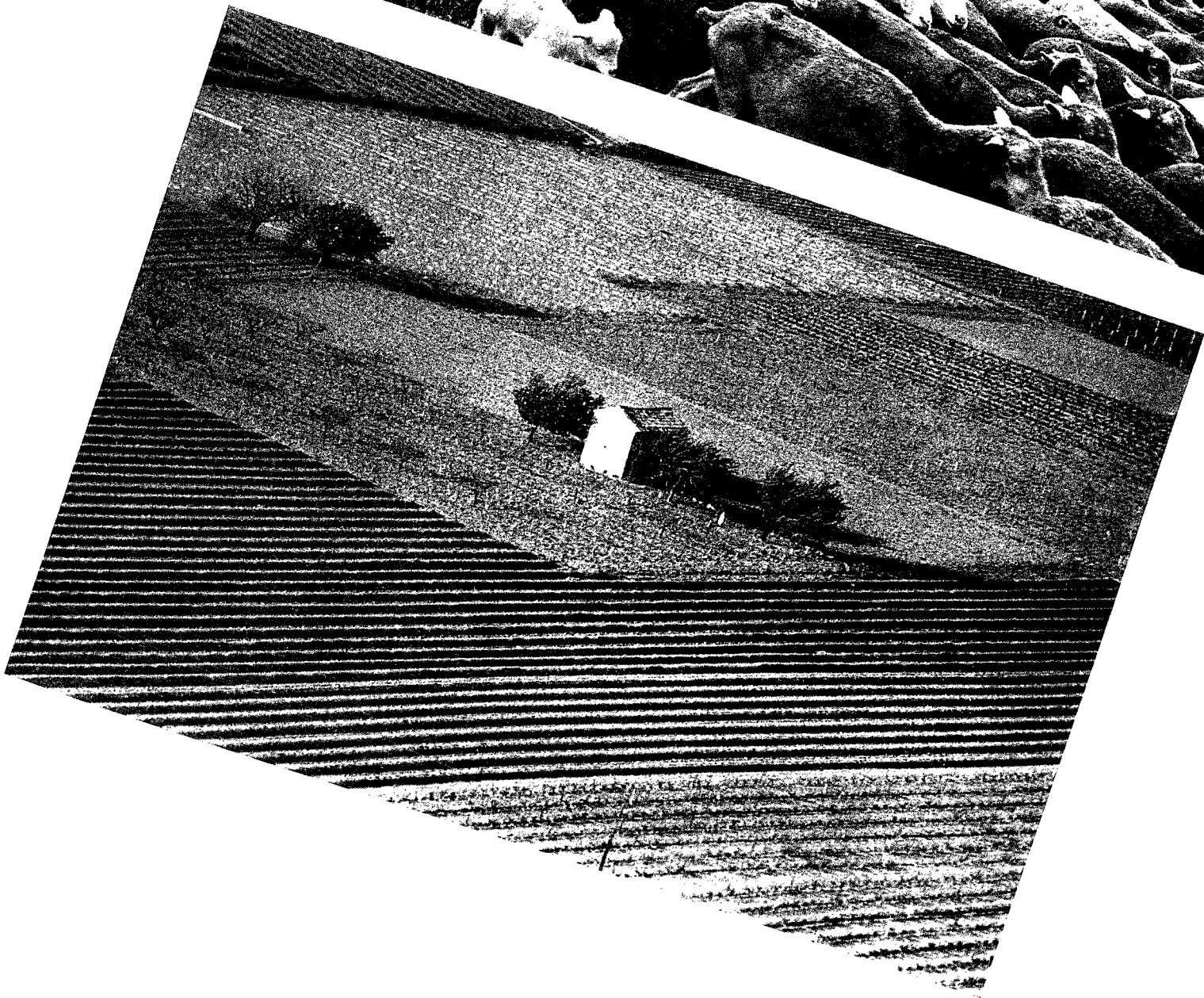
Electricité de France, qui l'a publié dans sa revue interne « Informations des Cadres », a bien voulu nous autoriser à le reproduire à l'intention de nos lecteurs. Nous l'en remercions bien vivement.

*This article gives a brief history of the development of the river Durance for various purposes, with special emphasis on electricity production. It describes the general features of the overall equipment which has been under construction since 1955, and draws attention to the principal stages of the work involved.*

*We are indebted to Electricité de France, in whose private review "Informations des Cadres" the article originally appeared, for the permission granted us to reprint it for the readers of "La Houille Blanche".*







## PRÉAMBULE

Avec un bassin de 14 227 km<sup>2</sup>, la Durance est, après la Saône (environ 30 000 km<sup>2</sup>), le plus important des affluents du Rhône dans lequel elle se jette près d'Avignon à la cote 12 du nivellement général de la France.

Au début de l'ère quaternaire, cette rivière était un fleuve qui se dirigeait directement vers la Méditerranée : elle franchissait la chaîne des Alpilles qui limite actuellement au sud la vallée de la Basse Durance, par le seuil de Lamanon à une quarantaine de kilomètres à l'est du Rhône; la Crau a été formée par le delta de ce fleuve. Un phénomène de capture par un petit affluent rive gauche du Rhône a détourné la Durance de la mer pour la ramener vers le Rhône.

La Durance a trois caractéristiques particulières : d'abord une forte pente et un débit moyen important; 15 % de son bassin est situé au-dessus de 2 000 m et une surface de 69 km<sup>2</sup> est à une altitude supérieure à 3 000 m; sur plus de 200 km entre le confluent de l'Ubaye et le Rhône, la pente moyenne du lit reste de l'ordre de 3 m par km, soit six fois celle du Rhône à l'aval de Lyon. En moyenne, 6 milliards de m<sup>3</sup> d'eau par an, 188 m<sup>3</sup>/s, passent au confluent du Verdon qui, à moins de 50 km de la mer, est à la cote 256 environ, soit à peu près au niveau du Rhône à Seyssel (qui est à vol d'oiseau à près de 300 km de la Méditerranée) et 10 m plus haut que le Rhin à son entrée en France (qui est à plus de 500 km de la mer).

Ces deux premières caractéristiques sont très favorables à l'utilisation de l'eau tant pour l'irrigation que pour la production d'énergie, mais la troisième, l'irrégularité du régime, est au contraire très défavorable : à des crues brutales et rapides, dont les plus fortes ont la même ampleur que celles du Rhin, succèdent des étiages où un mince filet d'eau, de débit inférieur aux étiages de la Seine à Paris, serpente dans un lit de cailloux large de plusieurs centaines de mètres.

L'équipement de la Durance, tant du point de vue agricole qu'hydroélectrique, est lié à la régularisation du débit, dont à l'établissement de grandes retenues.

Après avoir donné les caractéristiques du régime de la Durance, nous allons retracer l'histoire de son utilisation en montrant la part qu'y a prise l'électricité; nous indiquerons les difficultés qu'entraînait le manque de réservoir. Nous donnerons les caractéristiques générales de l'équipement d'ensemble en cours d'aménagement depuis 1955 et en indiquerons les principales étapes de réalisation.

## RÉGIME DE LA DURANCE

Le bassin de la Durance est divisé en trois parties : la haute, la moyenne et la basse Durance.

1° La haute Durance, jusqu'à l'aval du confluent de l'Ubaye, est limitée par le site de Serre-Ponçon : c'est un cours d'eau de montagne à forte pente.

A Serre-Ponçon, la Durance dont le lit est à la cote 660 environ, a un bassin versant de 3 600 km<sup>2</sup> au-dessus de 2 000 m d'altitude. Le débit moyen est de 85 m<sup>3</sup>/s correspondant à un apport de 2,7 milliards de m<sup>3</sup> d'eau par an. Le régime est essentiellement nival : étiage d'hiver, 9 % seulement des apports, en janvier, février, mars : hautes eaux de printemps, 55 % des apports, en avril, mai, juin. La plus grosse crue connue, en mai 1856, est estimée à 1 800 m<sup>3</sup>/s et en juin 1957, pendant les travaux, la pointe de crue a été évaluée à 1 700 m<sup>3</sup>/s. En automne, de gros orages sur des neiges précoces peuvent occasionner des crues importantes.

2° La moyenne Durance est la partie comprise entre le confluent de l'Ubaye et celui du Verdon. La pente moyenne du lit est de l'ordre de 3,2 m/km; les affluents ont un régime de plus en plus méditerranéen au fur et à mesure de la descente de la rivière. Ils apportent un gros volume de matériaux solides en charriage ou en suspension.

Après son confluent avec le Buech, la rivière est caractérisée par un lit très large : en étiage, c'est une nappe de graviers qui atteint par endroit plusieurs centaines de mètres de largeur. En année sèche, la végétation peut s'y développer, mais en année humide, les grosses crues arrachent les arbres et les arbustes qui ont poussé sur les iscles (1) et nettoient le gravier.

Au Pont Mirabeau, station hydrologique repère à quelques kilomètres en aval du confluent du Verdon, la Durance a un bassin versant de 11 920 km<sup>2</sup> dont 3 800 km<sup>2</sup> au-dessus de 1 500 m. Le régime est caractérisé par un étiage d'hiver, des hautes eaux de mars à juin, un second étiage d'été et un régime d'automne assez irrégulier, car on peut y trouver soit un étiage, soit les plus grandes crues. Le débit moyen est de 188 m<sup>3</sup>/s. Le débit caractéristique d'étiage est de 60 m<sup>3</sup>/s et le minimum absolu aurait été de 26 m<sup>3</sup>/s; mais, presque une année sur deux, les pointes de crues atteignent 2 000 m<sup>3</sup>/s et 4 fois depuis un siècle et demi, elles ont dépassé 5 000 m<sup>3</sup>/s et peut-être atteint 6 000 m<sup>3</sup>/s.

(1) Dépôt d'alluvions sur lequel s'est développée la végétation.

3° La basse Durance ne correspond, malgré sa longueur, qu'à un bassin intermédiaire très faible. Sur 100 km, la rivière ne reçoit qu'un affluent important, le Coulon (976 km<sup>2</sup>) à 25 km du Rhône, et la surface du bassin versant ne passe que de 11 920 km<sup>2</sup> à 14 227 km<sup>2</sup> du confluent du Verdon au confluent avec le Rhône. Le lit mineur est très large : il a plusieurs centaines de mètres de largeur : il est parsemé d'isclès dont la position évolue avec les divagations des crues de la rivière, mais la pente reste forte : 2,7 m/km jusqu'au confluent, du Coulon, 1,97 m/km ensuite.

C'est dans cette partie de la Durance que se font, depuis des siècles, les plus gros prélèvements d'eau pour l'irrigation : l'importance des débits dérivés est telle que fréquemment, en été, il n'arrive qu'un débit insignifiant au Rhône, malgré les débits importants à Pont Mirabeau.

### UTILISATION DE LA DURANCE JUSQU'EN 1955

Du fait de sa pente, la Durance se prêtait très bien à l'utilisation de l'énergie hydraulique

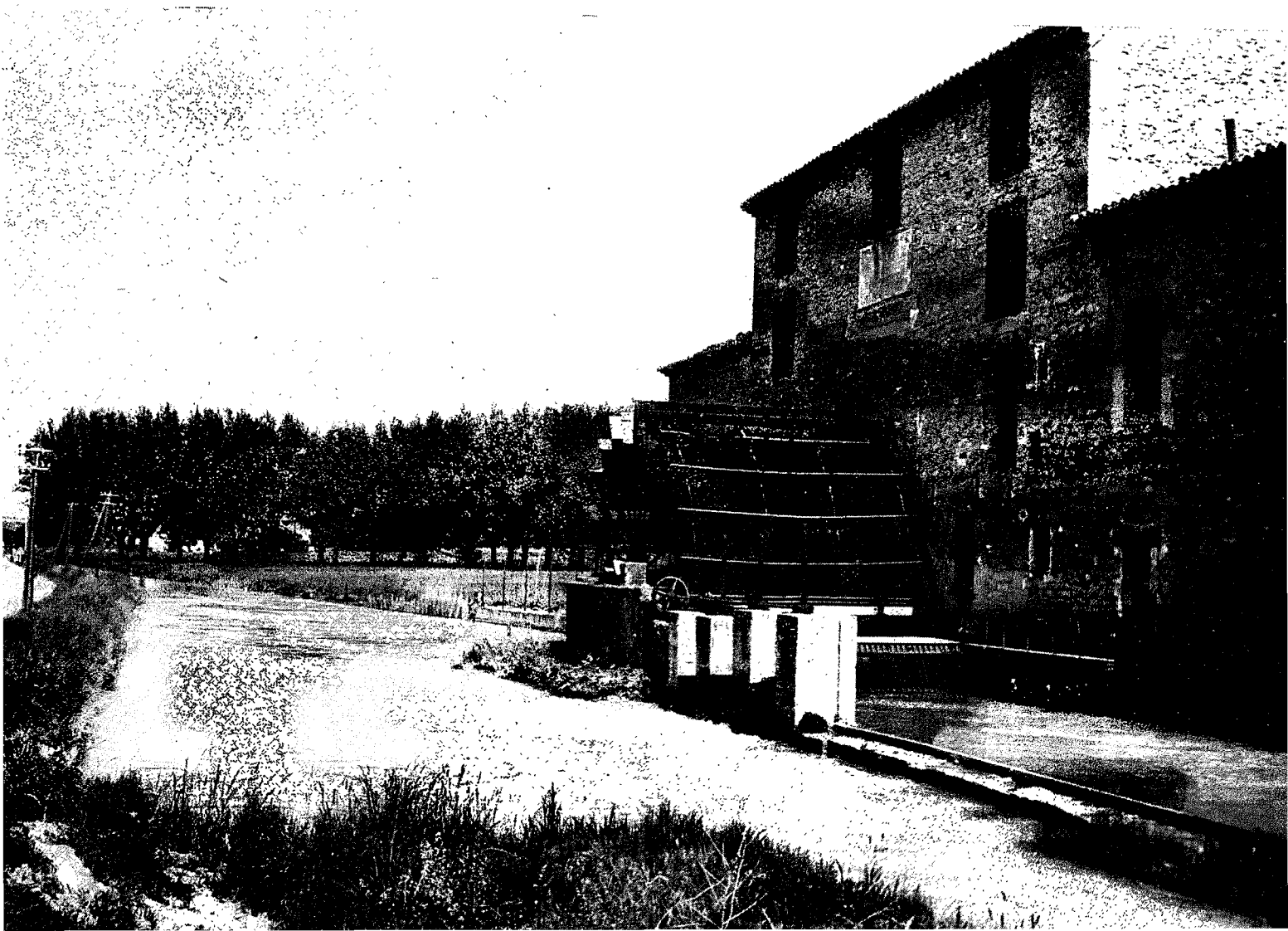
avant même la découverte de l'électricité, mais la violence des crues interdisait de placer les moulins sur la rivière elle-même et il convenait de les installer sur des dérivations latérales.

Par ailleurs, sous un climat méditerranéen relativement sec et chaud, l'irrigation peut transformer l'agriculture. C'est à la fois par ses possibilités énergétiques et son utilisation agricole que la rivière a contribué à l'essor du pays.

#### 1° Les moulins et l'irrigation :

En 1171, Raymond V, comte de Toulouse et de Provence, concède à l'évêque de Cavillon le canal de Saint-Julien pour l'établissement de moulins à farine et l'évêque concède à son tour aux riverains le droit d'irriguer les terres au moyen des eaux de restitution. L'irrigation et les moulins se développent ensuite dans la vallée elle-même de part et d'autre de la rivière.

Au xvi<sup>e</sup> siècle, le célèbre Adam de Crappone, profitant de la dépression de Lamanon, fait franchir à l'eau la chaîne des Alpilles et, en lui faisant reprendre son itinéraire d'une ère antérieure, l'amène dans la Crau en direction de Salon d'abord, puis d'Istres et Arles. Si ce canal



est prévu pour l'irrigation, l'installation de « moulins et diverses fabriques » doit être dans l'esprit du promoteur un élément important de rentabilité.

Au XIX<sup>e</sup> siècle, pour permettre le développement de la ville de Marseille, c'est encore vers la Durance qu'il faut se tourner et M. de Montricher construit le canal dit de Marseille avec le célèbre aqueduc de Roquefavour.

Mais, avec le développement de l'irrigation, les besoins en eau deviennent de plus en plus importants; ils se présentent principalement en été, à une époque de faible débit de la Durance et fréquemment les apports de la rivière ne permettent pas de satisfaire les demandeurs. Cela ne va pas sans heurt entre les divers ayants droit; plus d'une fois il y eut des échanges de coups de fusil et, en 1907, une loi a créé une Commission spéciale chargée de la répartition des eaux en cas de pénurie.

En 1955, 15 canaux principaux ont, en basse Durance, une dotation concédée de 85 m<sup>3</sup>/s, mais leur possibilité de prélèvement est évaluée par jaugeage à 114 m<sup>3</sup>/s; ils irriguent 75 000 hectares environ et les développements possibles des surfaces irriguées sont évalués à 22 000 hectares.

En haute et moyenne Durance, les problèmes de pénurie n'existent pas, car les usagers trouvent toujours suffisamment d'eau en rivière pour leurs besoins, mais au confluent du Verdon, l'agriculture a déjà prélevé dans la Durance elle-même 10 m<sup>3</sup>/s et le canal d'Aix prend 6 m<sup>3</sup>/s sur le Verdon à Quinson.

De plus, la loi du 5 avril 1923 a autorisé les départements des Bouches-du-Rhône et du Var à prendre dans le Verdon des débits qui leur sont maintenant indispensables pour leur développement économique et touristique; mais cette loi n'a jamais pu être appliquée, car elle comporte la condition préalable de trouver les réserves suffisantes pour n'apporter aucune perturbation aux droits acquis des irrigants de basse Durance.

## 2° La production d'électricité :

Le développement de la consommation d'énergie électrique, au début du XX<sup>e</sup> siècle, amène rapidement les sociétés productrices à s'intéresser au potentiel énergétique de la Durance. Cette richesse commence à être exploitée, dès 1908, avec l'usine de la Brillanne en amont de Manosque. Ensuite les centrales de *Ventavon*, entre Gap et Sisteron, et de *l'Argentière*, à quelques kilomètres en aval de Briançon, sont achevées en 1909.

En 1955, l'équipement du bassin de la Durance consiste en :

- sur la haute Durance, les petites usines des Claux, de Champcella et de Baratier, et l'usine de l'Argentière;
- en moyenne Durance, entre les confluent de l'Ubaye et du Buech (2), les usines de Ventavon et du Poët qui, en série sur le canal dérivant au fil de l'eau un débit de 90 m<sup>3</sup>/s, ont une puissance installée totale de 62,6 MW et une production annuelle moyenne de 275 GWh;
- entre les confluent de la Bléone et du Verdon, les trois usines en série de la Brillanne, le Largue et Sainte-Tulle sur un canal dérivant 120 m<sup>3</sup>/s; elles ont une puissance installée totale de 74,2 MW et une production moyenne annuelle de 385 GWh;
- sur le Verdon, le barrage et l'usine de Castillon avec le barrage de compensation et l'usine de la Chaudanne; la puissance installée totale est de 74 MW et la production moyenne annuelle de 144 GWh.

L'équipement de l'ensemble du bassin représente donc une puissance installée de 270 MW avec une production moyenne annuelle de 1 050 GWh, dont 126 MW et 665 GWh pour la Durance elle-même en aval du confluent de l'Ubaye.

Mais le développement de l'équipement est gêné par les irrégularités du régime : d'une part, les étiages d'hiver ne permettent que des puissances garanties relativement faibles, d'autre part, les déversées de crues conduisent à un gaspillage du potentiel sauvage.

## L'AMÉNAGEMENT D'ENSEMBLE

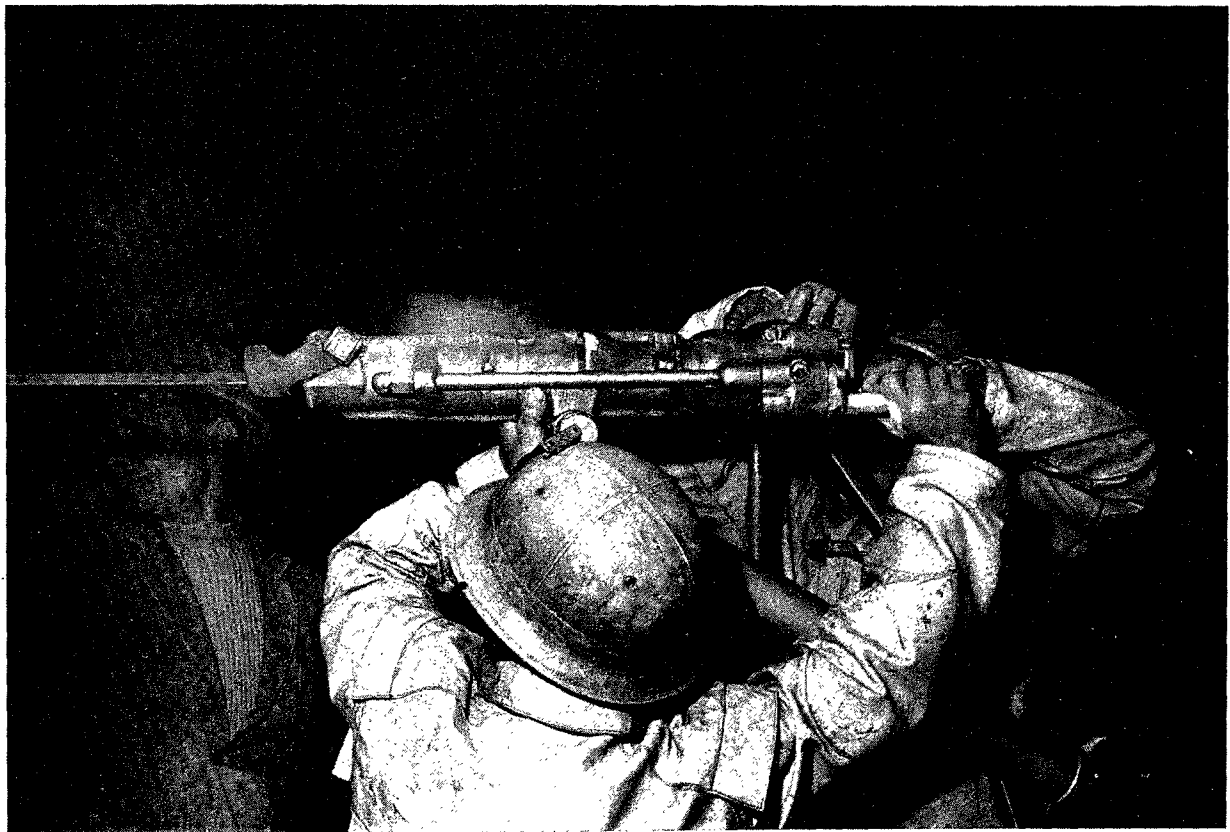
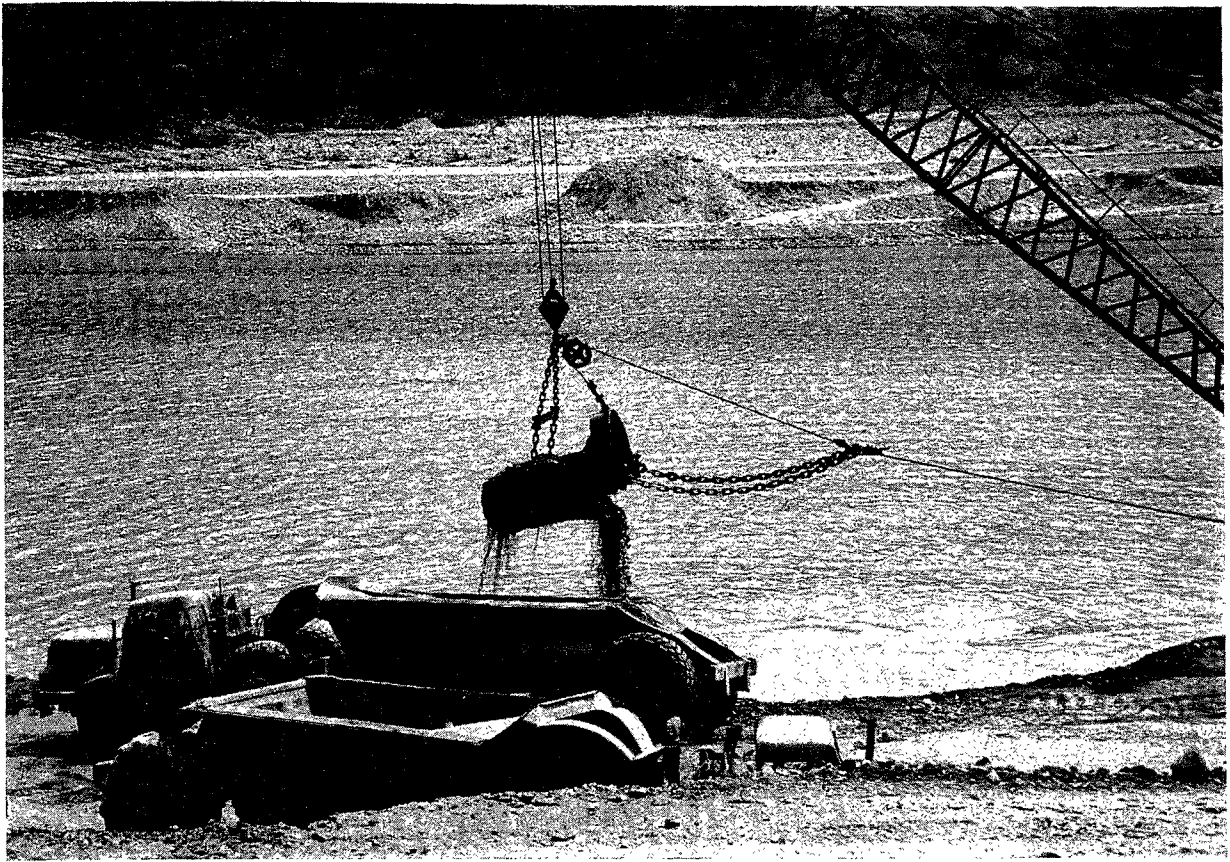
Lors de l'élaboration du Plan Monnet, premier Plan de modernisation et d'équipement, le problème de la Durance est si complexe qu'il est décidé de le réserver de façon à laisser le temps de mettre au point un programme cohérent qui permettrait de concilier les possibilités techniques, les besoins agricoles et la meilleure utilisation énergétique.

Le schéma général de l'aménagement et les caractéristiques des principales chutes telles qu'elles sont actuellement définies en aval de Serre-Ponçon sont portés sur le tableau ci-après, page 568, et la carte en tête de l'article.

### 1° La diguée de Serre-Ponçon :

Tant du point de vue agricole que du point de vue énergétique, l'utilisation de la Durance se heurte à l'irrégularité du débit; pour la corriger il faut un réservoir.

(2) Outre la petite usine de Fort la Saulce.





## AMÉNAGEMENT DE LA DURANCE EN AVAL DU CONFLUENT DE L'UBAYE

AMÉNAGEMENT	HAUTEUR DE CHUTE ÉQUIPÉE	DÉBIT NOMINAL DE CHAQUE AMÉNAGEMENT	PUISSANCE INSTALLÉE	PRODUCTION ANNUELLE MOYENNE DE CHAQUE AMÉNAGEMENT	
	(en m)	(en m <sup>3</sup> /s)		(en GWh) (1)	
Serre-Ponçon. . . . .	122,5	300	360	700	
Fort-La-Saulce. . . . .	27,7	4	1	5,5 (5)	— (6)
Curbans. . . . .	82,7	220	180	—	431,8
Ventavon-Le-Poët. . . . .	51,1 + 24,7	82-90	62,6	358,5	—
Sisteron. . . . .	115,3	180-260 (2)	300 (3)	—	737,6
Aubignosc. . . . .	27,5	250	70	—	211,2
Oraison. . . . .	84,6	265	195	—	675
La Brillanne. . . . .	25,5				
Le Largue-Sainte-Tulle. . . . .	+ 10,1 + 35,4	120-114 (4)	84,8	500	188
Manosque-Sainte-Tulle II. . . . .	37,3 + 37,5	151	107	—	471
Beaumont. . . . .	17,6	265	44	—	149
TOTAL MOYENNE DURANCE. . . . .				864	2 863,6
Jouques. . . . .	31	250	78	310	
Saint-Estève-Janson. . . . .	65	250	165	675	
Mallemort. . . . .	43	250	100	420	
Salon. . . . .	45	250	102	885	
Saint-Chamas. . . . .	72	250	165		
TOTAL BASSE DURANCE. . . . .				2 290	
Total Durance en aval du confluent de l'Ubaye. . . . .				5 853,6	

(1) La production nouvelle apportée par chaque mise en service diffère de ces chiffres par suite de l'influence qu'elle a sur les aménagements précédents.  
Le tableau ci-après donne les productions nouvelles pour l'ordre de réalisation suivant :

1 Oraison. . . . .	675
2 Curbans. . . . .	390,2
3 Manosque-Sainte-Tulle II. . . . .	159
4 Sisteron. . . . .	415,2
5 Aubignosc. . . . .	211,2
6 Beaumont. . . . .	149
	1 999,6 (2 863,6 — 864)

(2) 180 m<sup>3</sup>/s en première étape, 260 m<sup>3</sup>/s en dernière étape, après déclassement des usines Ventavon et Le Poët.  
(3) En dernière étape.  
(4) Après réalisation de Manosque-Sainte-Tulle II.  
(5) Après mise en service de Serre-Ponçon.  
(6) Après équipement complet de la moyenne Durance.

Dès le siècle dernier, les besoins agricoles d'été et la régularisation des crues avaient fait rechercher des sites d'ouvrages et successivement en 1856, 1895, 1912, les prospections ont abouti au même site : celui de *Serre-Ponçon*. Mais les projecteurs se heurtent à la difficulté de fondation présentée par l'importance de l'épaisseur d'alluvions dont on n'avait pu atteindre le fond.

Le barrage de *Castillon* dont les travaux,

entrepris en 1928, abandonnés en 1932, ont été repris en 1942 et achevés en 1948, crée une retenue de 113 millions de m<sup>3</sup> utiles, dont 85 millions de m<sup>3</sup> sont, en été, réservés à l'agriculture en vertu d'un accord entre le Ministre de l'Agriculture et l'Electricité de France. Mais ce dernier volume, quoiqu'il ait évité une grande catastrophe pendant la sécheresse de l'été 1949, ne suffit pas aux besoins de l'irrigation et l'ensem-



ble de la capacité ne peut compenser pour l'équipement électrique les irrégularités de débit de la Durance à l'aval du confluent du Verdon.

Dès sa création, l'Electricité de France reprend donc les études du site de Serre-Ponçon qui, seul, peut permettre la création d'une retenue suffisante pour régulariser, comme il est nécessaire, le régime de la rivière.

Les sondages permettent de connaître la profondeur et la nature des alluvions : au point le plus bas, le rocher est à 105 m en dessous du niveau de la rivière et la section totale des alluvions, dont la perméabilité est très grande, est de 4 200 m<sup>2</sup>.

Un concours d'idées lancé en 1948 entre divers techniciens français et étrangers aboutit à la conclusion que l'implantation d'un barrage est possible, mais que le seul type d'ouvrage réalisable est une digue en terre. A partir des résultats de ce concours, les études de la digue et de ses conditions de réalisation, les recherches sur l'étanchement des alluvions, la déter-

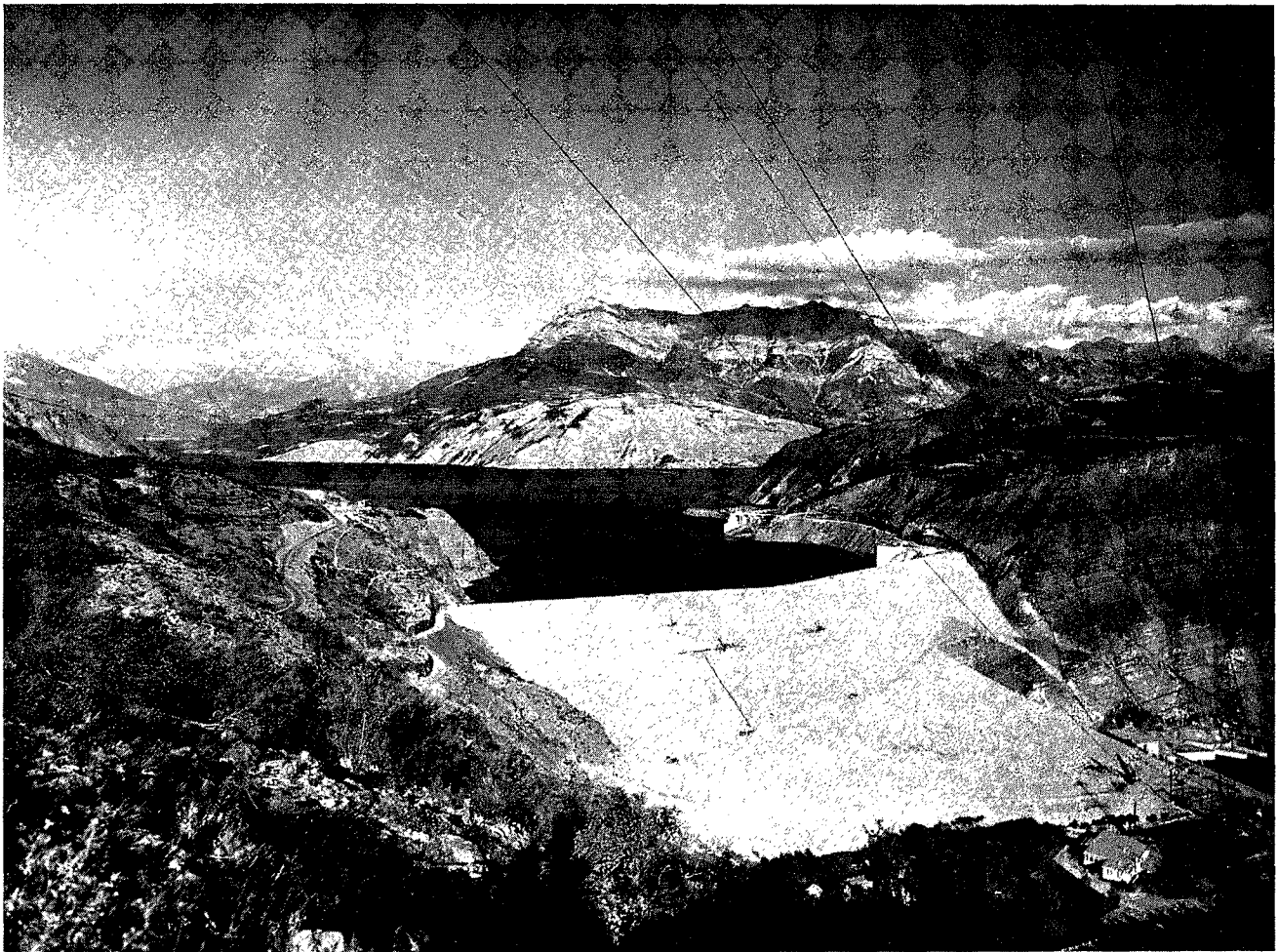
mination des caractéristiques des évacuateurs de crues ont duré de 1948 à 1955, date du début des travaux.

La cote de retenue est déterminée en fonction du volume nécessaire pour régulariser la rivière et l'optimum correspond à une retenue normale à la cote 780 avec un volume total de 1 200 millions de m<sup>3</sup>, dont un volume utile de 900 millions de m<sup>3</sup>. Ce volume utile représente le tiers des apports moyens annuels de la rivière, 2 700 millions de m<sup>3</sup>, dont, comme nous l'avons dit, 55 % environ arrivent au printemps et aux premiers jours d'été.

Les principaux ouvrages de l'aménagement sont :

- l'écran vertical de coupure étanche des alluvions par injection d'un mélange de ciment de laitier et d'argile;
- la digue en terre avec noyau étanche; elle a une épaisseur à la base de 600 m, sa hauteur est de 127,5 m, sa largeur en crête à la cote 788 est de 10 m, le noyau a une largeur à la

Le site et la digue de Serre-Ponçon.





Salle des machines de l'usine souterraine de Serre-Ponçon.

base de 56 m et une épaisseur à la cote 786,50 de 7,40 m. Le volume de matériaux nécessaire est de 14 millions de m<sup>3</sup> dont 2 millions de m<sup>3</sup> pour le noyau;

- les ouvrages annexes : deux dérivations provisoires ont été creusées sous l'appui rive gauche pour laisser passer au total un débit maximal de 1 800 à 2 000 m<sup>3</sup>/s pendant la durée des travaux; elles ont été ensuite aménagées en galeries d'aménée et évacuateurs de fond;
- un évacuateur de surface prévu pour un débit maximal de 2 200 m<sup>3</sup>/s débite en rive gauche;
- l'usine souterraine, creusée dans le rocher de la rive gauche qui est d'excellente qualité. Elle comporte trois salles disposées parallèlement et abritant respectivement les vannes

de pied, quatre groupes générateurs de 90 MVA et quatre transformateurs élevant la tension à 150 ou 225 kV. Le débit nominal d'équipement de l'usine est de 300 m<sup>3</sup>/s.

- le bassin de compensation : avec une capacité utile de 6 millions de m<sup>3</sup>, il permet d'étaler sur 24 h les débits de pointe de l'usine. La retenue, limitée par un petit barrage situé à 3 km à l'aval de Serre-Ponçon, est en partie formée par la ballastière d'où ont été extraits les matériaux de recharge amont et aval de la digue;
- le rétablissement des voies de communication : 15 km de voies ferrées et 60 km de routes nouvelles avec de nombreux ouvrages d'art, parmi lesquels le viaduc routier de Savines a 924 m de long sur douze piles d'appui dont la plus haute a 47 m de hauteur, remplacent les divers itinéraires noyés qui suivaient les fonds de vallées de la Durance et de l'Ubaye.

La réalisation de Serre-Ponçon a posé un problème humain très important, car la retenue, d'une surface totale de 2 800 ha, submerge les deux agglomérations de Savines et Ubaye, obligeant à déplacer 1 100 personnes en noyant 400 habitations et 830 ha de terres cultivables.

L'ensemble des travaux représente : 19 millions de m<sup>3</sup> de terrassement, 450 000 m<sup>3</sup> de déblais en souterrain, 430 000 m<sup>3</sup> de béton, 65 000 t de matériaux enrobés pour les chaussées.

## 2° L'aménagement de la basse Durance :

Si la retenue de Serre-Ponçon est indispensable, car elle permet la régularisation du régime de la rivière, il faut, pour en bénéficier de façon satisfaisante du point de vue production d'électricité, équiper la Durance à l'aval du confluent du Verdon. C'est la raison pour laquelle, dans toutes ses négociations, l'Electricité de France avait lié ces deux aménagements qui ont fait en commun l'objet de la loi du 5 janvier 1955.

Après de longues études, l'Electricité de France a retenu la réalisation d'un canal de dérivation suivant l'ancien tracé de la Durance par le seuil de Lamanon. C'est d'ailleurs par ce seuil que passent, depuis des siècles, les grands

canaux d'irrigation de basse Provence. Cette solution permet d'utiliser les eaux agricoles au maximum pour la production d'énergie et de réalimenter les canaux d'irrigation à partir des ouvrages industriels, en supprimant les prises en rivière dont l'exploitation grève lourdement les budgets des syndicats d'irrigation.

En présentant son projet, l'E.D.F. a dû apporter la preuve, fondée sur des centaines de milliers d'observations et des essais sur place, que la dérivation des eaux superficielles de la Durance n'aurait pas d'influence appréciable sur les caractéristiques de la nappe phréatique dans la vallée elle-même.

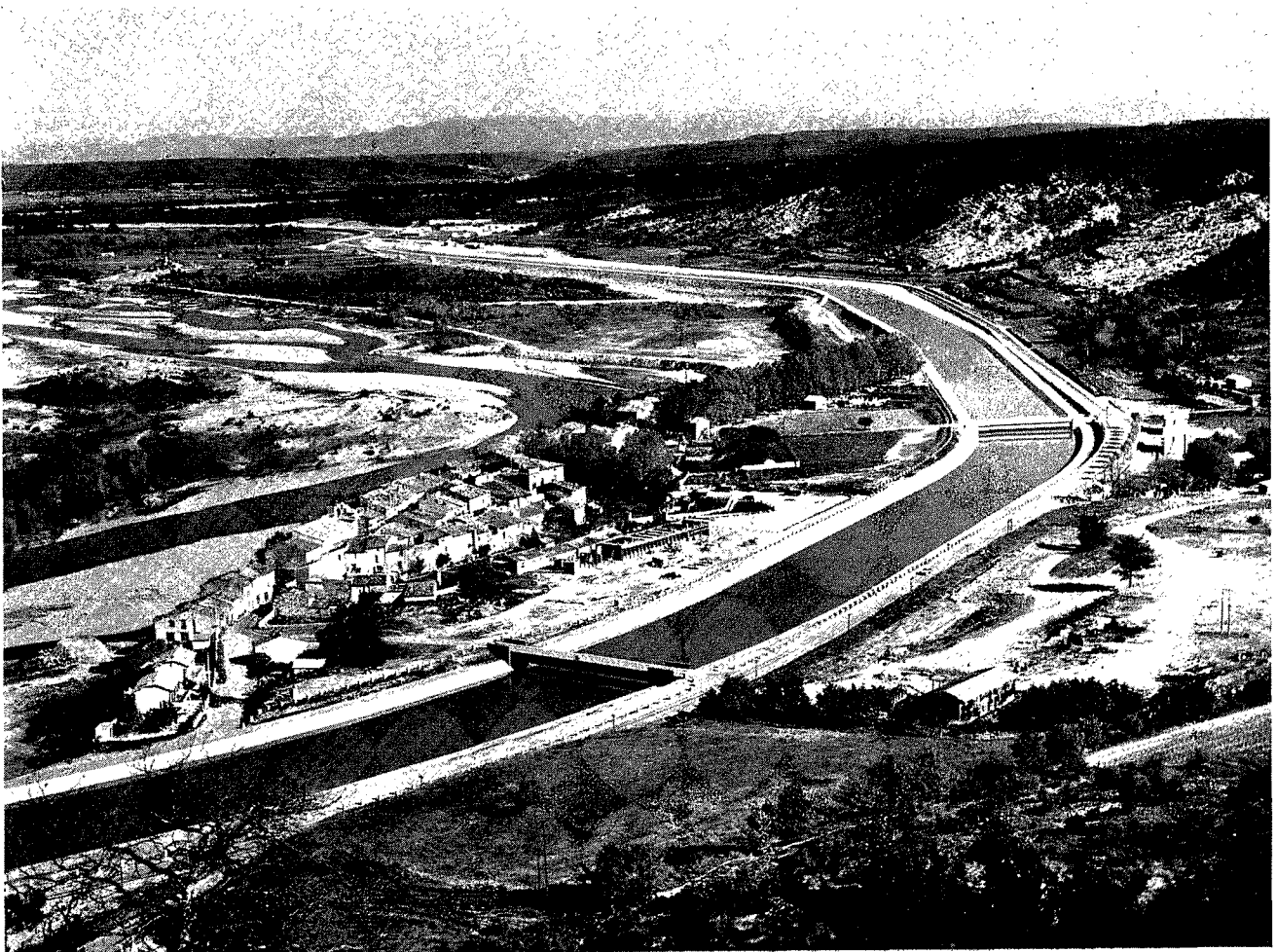
L'aménagement prévu pour un débit nominal de  $250 \text{ m}^3/\text{s}$  prend l'eau à la cote 256 et la conduit, par un canal de 80 km de long jusqu'à l'étang de Berre à la cote 0. Ce canal est partagé en 5 biefs alimentés par une prise principale unique : le barrage de Cadarache. Les cinq usines : Jouques, Saint-Estève-Janson, Mallemort, Salon, Saint-Chamas, seront équipées chacune de

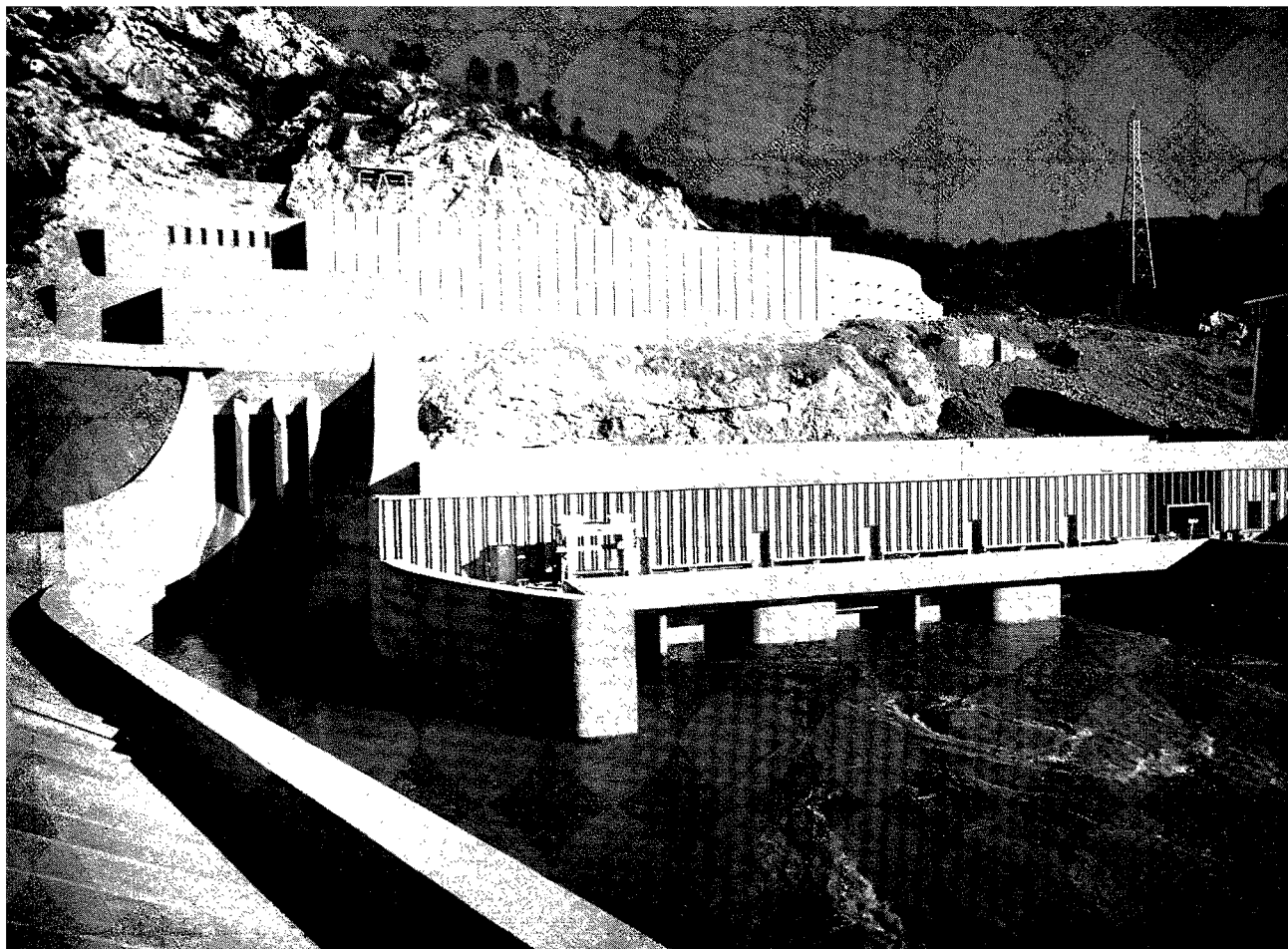
trois groupes et munies d'un déchargeur destiné à assurer la continuité du débit en cas d'immobilisation d'un ou plusieurs groupes. Le débit d'équipement des usines est supérieur au débit moyen de la rivière et pour permettre une meilleure répartition journalière de l'énergie disponible, l'ensemble des ouvrages est prévu pour un fonctionnement en éclusées (3). Les berges du canal sont calées de façon à permettre le passage des intumescences (4) de changement de régime et le fonctionnement en éclusées : la section moyenne du canal est donc de  $225 \text{ m}^2$  pour une section d'écoulement en régime permanent d'environ  $140 \text{ m}^2$ .

(3) Le fonctionnement en éclusées consiste à utiliser la capacité propre du canal, par variation de son niveau, pour concentrer la production d'énergie sur certaines heures (en principe les heures pleines et de pointe) en emmagasinant pendant les heures creuses, une partie ou la totalité des apports instantanés.

(4) Ondes perturbant la surface de l'eau, provoquées par les brusques changements de régime d'écoulement.

Canal d'amenée de Jouques.





Usine de Jouques.

Pour éviter de lier de façon trop rigide les cinq usines, faciliter, en cas d'arrêt des biefs amont, l'alimentation des canaux agricoles et récupérer les apports du bassin versant intermédiaire (1 040 km<sup>2</sup>), l'Electricité de France prévoit la construction à Mallemort d'un barrage qui servira également de prise provisoire pour les biefs de Salon et de Saint-Chamas, avant la mise en service de l'usine de Mallemort.

L'Electricité de France entreprend aussi la construction d'un barrage à Bompas, à 16 km du confluent du Rhône. Cet ouvrage permet la réalimentation des canaux de la région Avignon-Châteaurenard sans longues « têtes mortes » (5), dont l'implantation dans la plaine très riche aurait été particulièrement délicate et onéreuse. Ce barrage remplacera les prises existantes des canaux correspondants qui n'auraient pas été capables de prélever les débits qui leur sont nécessaires dans le faible débit réservé en rivière. Cette prise de Bompas permet également, comme celle de Mallemort, la récupération des

(5) Partie du canal située entre la prise d'eau et la zone d'utilisation.

apports du bassin intermédiaire (1 000 km<sup>2</sup> environ).

Pour faire le bilan de la répartition des apports de la rivière après la régularisation par la retenue de Serre-Ponçon, on peut indiquer que sur 6 milliards de m<sup>3</sup> passant en moyenne par an à Cadarache, auxquels il faut ajouter 1 milliard de m<sup>3</sup> du bassin inférieur récupéré par les barrages de Mallemort et Bompas; 2,5 milliards seront utilisés par l'agriculture et 3,5 dérivés vers l'étang de Berre. Le reste correspond aux déversées de crues et aux débits réservés (6).

L'ensemble des travaux représente environ 25 millions de m<sup>3</sup> de terrassements et 1 400 000 m<sup>3</sup> de béton.

### 3° L'aménagement de la moyenne Durance :

Alors que l'aménagement de Serre-Ponçon et celui de la basse Durance ont fait l'objet d'une

(6) Débit laissé en rivière, à l'aval de tout ouvrage, notamment pour des motifs de salubrité. Ce débit est fixé par le texte de concession.



loi exceptionnelle unique en raison de l'imbrication des utilisations énergétiques et agricoles et de l'importance des problèmes soulevés (entre autres le détournement de la rivière vers l'étang de Berre), l'aménagement de la moyenne Durance relève, au point de vue administratif, des procédures de concessions habituelles.

Du fait des dispositions topographiques et en particulier de la présence de nombreux affluents importants, l'aménagement de la moyenne Durance se fait par série de biefs indépendants restituant presque chaque fois l'eau en rivière. D'amont en aval on rencontre :

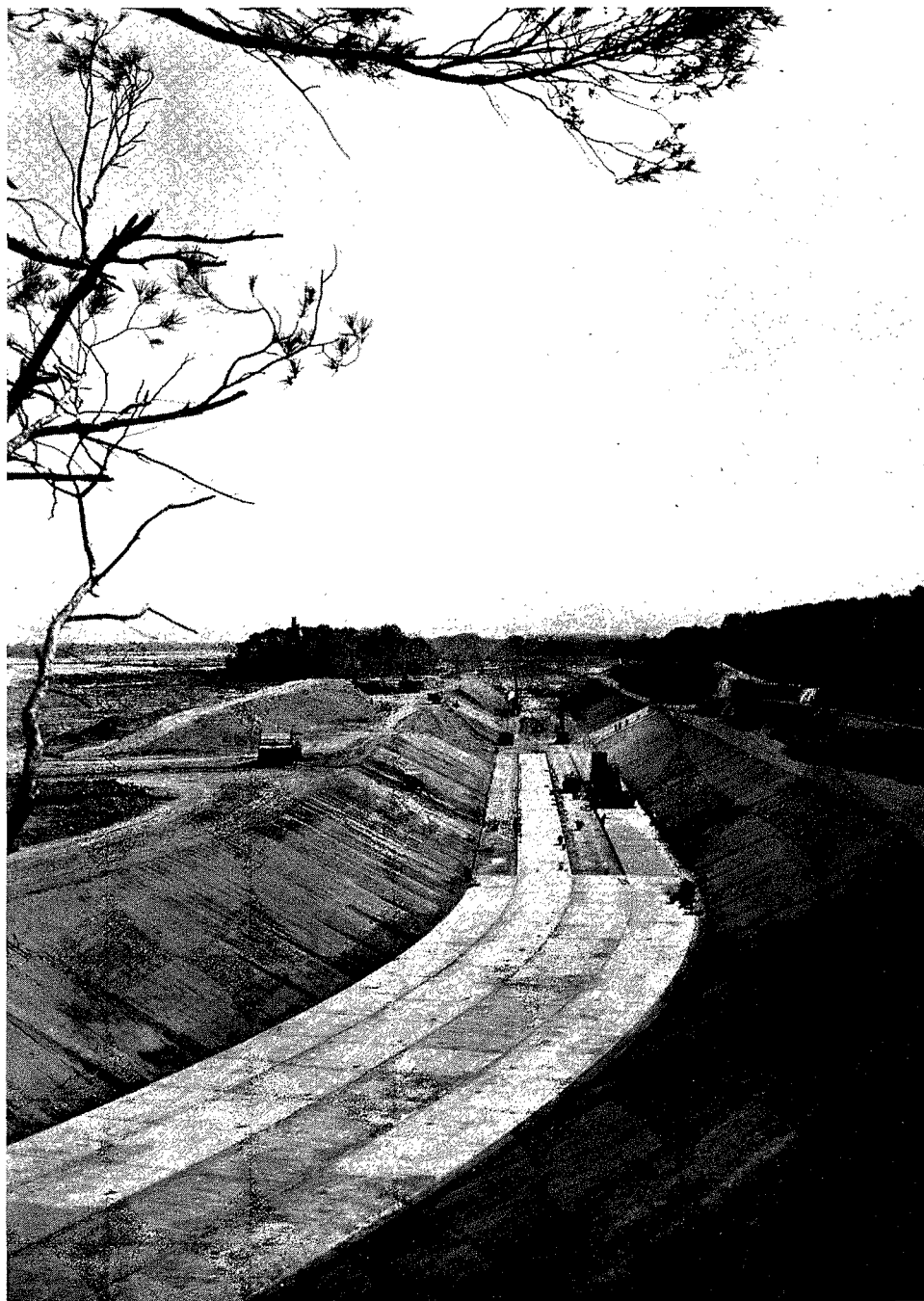
- *l'aménagement de Curbans*, dont la prise d'eau se fait dans la retenue du barrage d'Espinas, bassin de compensation de l'usine de Serre-Ponçon. La dérivation, située sur la rive gauche de la rivière, comprend un canal de 6 km de long et une galerie en charge de 9 km aboutissant à une usine souterraine. Le canal de fuite, également souterrain, restitue l'eau au niveau de la prise actuelle du canal de Ventavon;
- *l'aménagement de Sisteron* : un barrage de dérivation sera construit à la Saulce, restitution de Curbans et prise actuelle de Ventavon. Un canal à ciel ouvert sur le plateau entre Buech et Durance amènera l'eau jusqu'au confluent du Buech. L'usine souterraine restituera l'eau dans cette dernière rivière, à quelques centaines de mètres en amont de son confluent avec la Durance. Une prise dans le Buech, en amont de Laragne, permettra de dériver vers l'usine les apports de cette rivière. En première étape, les chutes de Ventavon et du Poët seront maintenues en service, mais après leur déclassement la chute de Sisteron sera aménagée pour turbiner la totalité du débit dérivé;
- *l'aménagement d'Aubignosc* prendra l'eau à l'aval de Sisteron dans une retenue dont le remous s'étendra jusqu'à la restitution de l'usine précédent. La restitution de la chute d'Aubignosc se fera dans la retenue de l'Escale, prise d'eau de l'aménagement d'Oraison;
- *l'aménagement d'Oraison* : cet

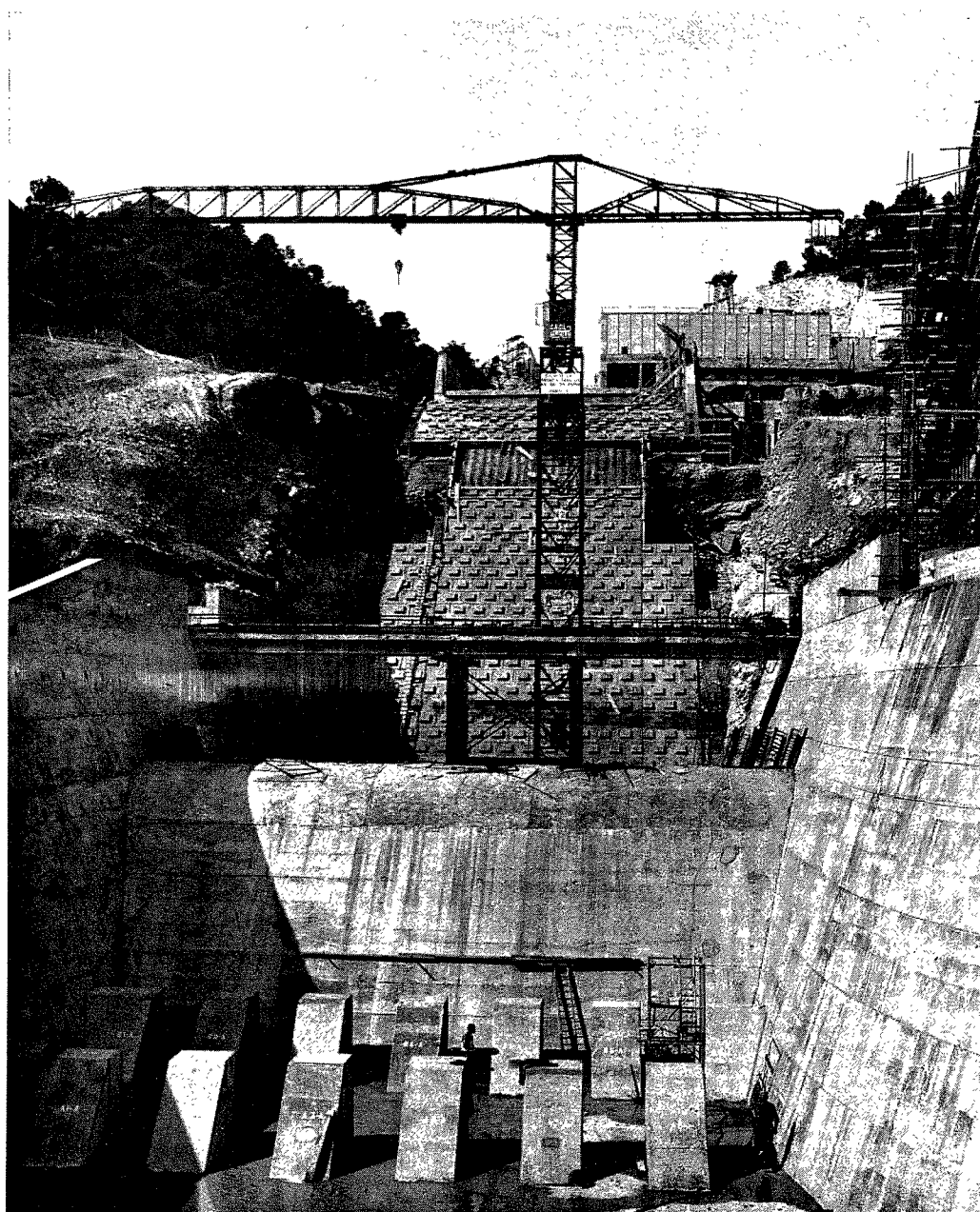
aménagement équipe un bief compris entre la cote 432 en face de Château-Arnoux et la cote 347,20 correspondant au niveau de réalimentation du canal d'aménée de la chute existante de la Brillanne.

La prise principale, en Durance, est constituée par le barrage de l'Escale qui crée une retenue utile (3,5 millions de m<sup>3</sup>) suffisante pour permettre le fonctionnement en éclusées. Par ailleurs, une prise d'eau complémentaire sur la Bléone permet l'utilisation des apports de cette rivière, bien que son confluent avec la Durance soit situé à l'aval de la prise principale.

L'ensemble de la dérivation, de 26 km de longueur, emprunte la rive gauche de la Durance, utilisant au mieux les terrasses naturelles; elle est constituée en principe, tant pour l'aménée

Canal d'aménée de Saint-Estève en cours de construction.





**Le déchargeur de l'usine de Saint-Estève.**

On peut remarquer l'utilisation de fortes rugosités artificielles, formées de plots ancrés dans le béton.



Excavation de la centrale souterraine de Curbans en cours de construction.

d'eau que pour la restitution, par un canal trapézoïdal à ciel ouvert à revêtement étanche; certains points ou tronçons particuliers ont imposé l'adoption de solutions techniques différentes, en particulier un pont-canal sur la Bléone et une galerie de 2 770 m de long derrière le site classé dit des Pénitents des Mées.

Cette dérivation est établie pour un débit nominal de  $240 \text{ m}^3/\text{s}$  dont  $220 \text{ m}^3/\text{s}$  peuvent provenir de la Durance et  $25 \text{ m}^3/\text{s}$  de la Bléone.

Les ouvrages de chute sont groupés au voisinage de l'agglomération d'Oraison; l'usine est souterraine par suite de la topographie des lieux;

elle sera équipée de 3 groupes de 65 MVA et munie d'un déchargeur.

A l'extrémité aval de la dérivation, un pont-canal permettra aux eaux turbinées de passer de la rive gauche à la rive droite de la Durance pour être restituées dans le canal d'aménée de la Brillanne et dans le canal du futur aménagement de Manosque. En attendant l'équipement de la chute de Manosque, le débit correspondant est restitué directement en Durance;

— *l'aménagement de Manosque-Sainte-Tulle* : il consistera en un canal qui, à l'aval de la chute d'Oraison, dérivera sur la rive droite

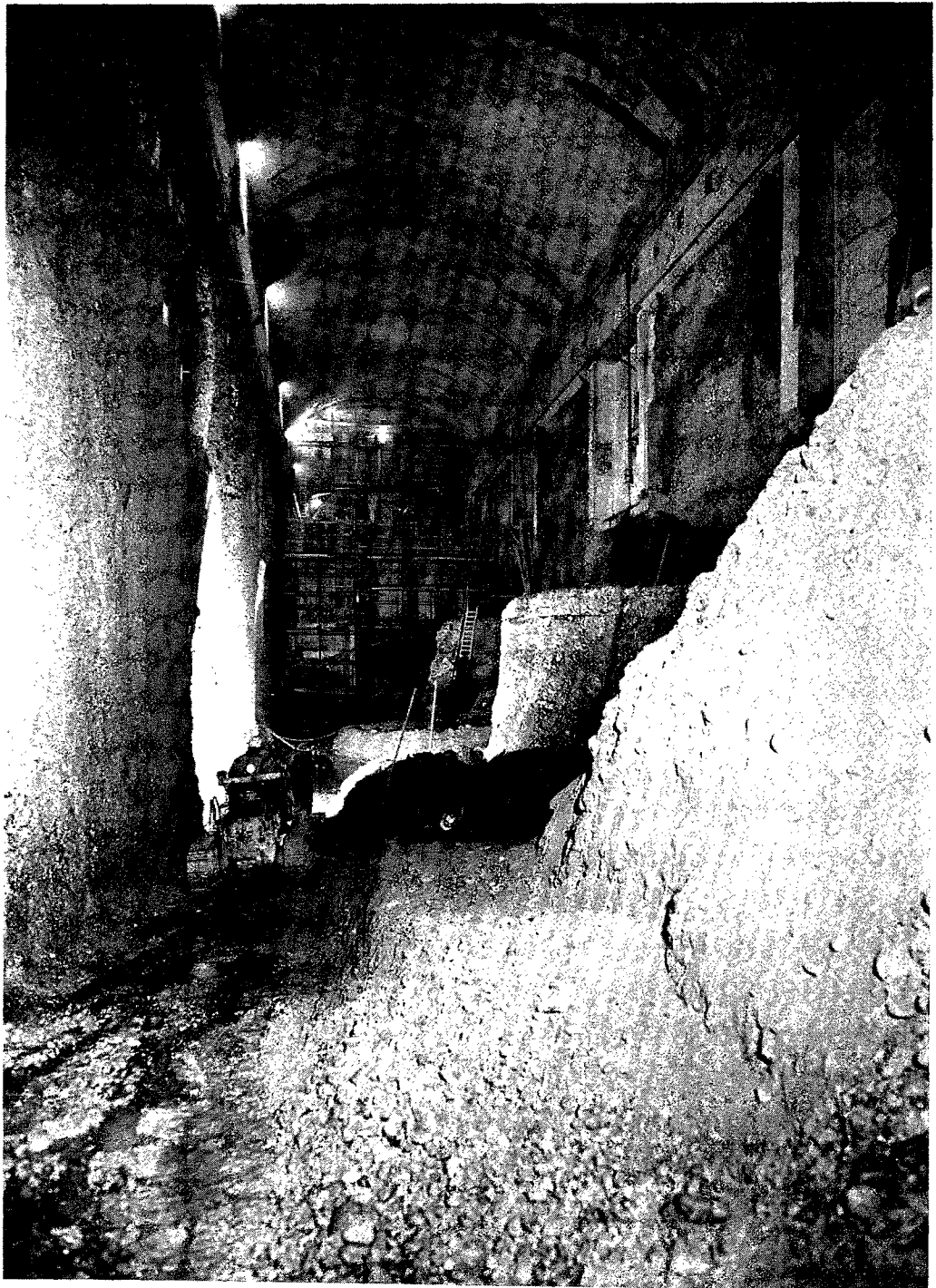
un débit nominal de  $120 \text{ m}^3/\text{s}$  pour les turbiner dans deux usines en série. Cet aménagement doublera l'actuelle dérivation de la Brillanne, le Largue, Sainte-Tulle;

- l'aménagement de *Beaumont* rassemblera ensuite les  $240 \text{ m}^3/\text{s}$  des deux chaînes parallèles pour les restituer dans la retenue de Cadarache après les avoir turbinés sous une hauteur de 19 m.

#### 4° Le Verdon :

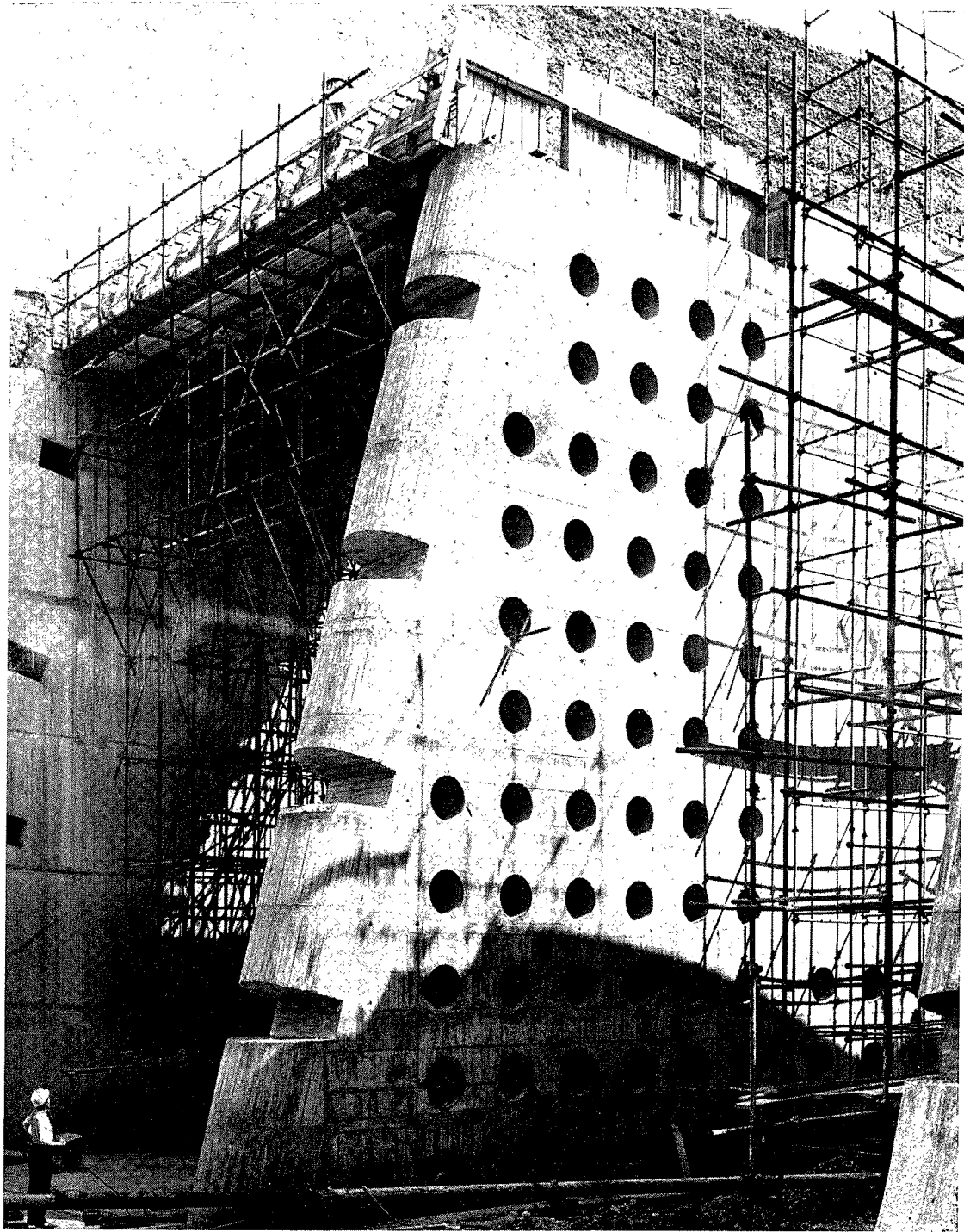
Parallèlement à ses travaux sur la moyenne et la basse Durance, l'Electricité de France compte entreprendre l'aménagement du Verdon en aval de la Chaudanne. D'amont en aval, les ouvrages seront :

- le barrage et la retenue de Sainte-Croix;
- le barrage et la retenue de Quinson;



Usine d'Oraison  
en cours  
de construction.





**Chambre d'eau  
de l'usine  
d'Oraison.  
Départ des  
conduites forcées.**

Les orifices  
percés  
dans les guideaux  
sont destinés  
à l'équilibrage  
des pressions.

— les chutes de Vinon et Cadarache avec une prise d'eau en amont de Gréoux-les-Bains et une restitution dans la retenue de Cadarache. Comme pour l'aménagement de basse Durance, l'aménagement du Verdon se fera en liaison avec les divers autres utilisateurs d'eau, en particulier les concessionnaires de la loi du 5 avril 1923, collectivités des départements des Bouches-du-Rhône et du Var qui n'avaient pu, jusqu'à maintenant, utiliser leurs droits faute de réserves suffisantes pour les irrigations de

basse Durance. D'après les projets actuels, le « Canal de Provence » serait branché sur le bief de Vinon.

#### 5° Haute Durance et affluents :

L'Electricité de France étudie également les possibilités d'aménagement du haut Buech et de la Durance en amont de Serre-Ponçon.

## LE PROGRAMME DES TRAVAUX

L'Electricité de France n'a pu entreprendre l'aménagement d'ensemble du bassin qu'en 1955, après avoir réglé les problèmes techniques fondamentaux ainsi que les questions administratives. Mais, depuis cette époque, elle poursuit son effort d'équipement de la rivière.

### 1954-1960 : Serre-Ponçon.

Le second Plan de modernisation et d'équipement a mis au programme de l'année 1954 le barrage et l'usine de Serre-Ponçon; la mise en eau définitive du barrage a commencé le 1<sup>er</sup> avril 1960 et les deux premiers groupes de l'usine ont été couplés au réseau respectivement les 26 août et 4 octobre 1960; les deux premiers groupes, le 25 mai 1961.

### 1955-1959 : Jouques.

Le programme de l'année 1955 a engagé les travaux de l'aménagement de Basse Durance avec la prise d'eau de Cadarache, le canal et l'usine de Jouques. L'usine est équipée de 3 groupes de 26 MVA qui ont été mis en service en 1959.

### 1957-1962 : Saint-Estève.

Avec le troisième Plan de modernisation et d'équipement, l'Electricité de France engage, au titre du programme de l'année 1957, la suite du canal de basse Durance avec le bief de Saint-Estève, dont l'usine comprendra 3 groupes de 55 MVA qui doivent être mis en service en 1962.

### 1959-1963 : Oraison.

L'aménagement d'Oraison est exécuté au titre du programme de l'année 1959. Les 3 groupes de 65 MVA de l'usine souterraine doivent être mis en service en 1963.

### 1961-1965 : Salon - Saint-Chamas.

Le programme de l'année 1961 comprend les chutes de Salon et Saint-Chamas, dernière étape du canal de basse Durance. L'Electricité de France préfère engager les travaux de ces deux dernières usines avant ceux de la chute intermédiaire de Mallemort pour simplifier et améliorer l'alimentation des canaux agricoles pendant les travaux de cette dernière chute. En effet, le canal qui conduit l'eau de Mallemort jusqu'à l'étang de Berre passe par le seuil de Lamanon où doit

être établi l'ouvrage de répartition de la plupart des canaux d'irrigation, dont les « têtes mortes » seront grandement perturbées par le bief de Mallemort. La mise en service des centrales qui seront provisoirement alimentées à l'aide du barrage de Mallemort est prévue pour 1965.

### 1962-1966 : Curbans.

Le programme de l'année 1962, première année du 4<sup>e</sup> Plan de modernisation et d'équipement, comprendra l'engagement des travaux de l'aménagement de Curbans équipé avec 3 groupes de 60 MVA pour utiliser un débit de 220 m<sup>3</sup>/s sous 82,7 m de hauteur de chute.

## L'AVENIR

Les programmes des années suivantes ne sont pas encore arrêtés. Les perspectives actuelles permettent de penser que l'ensemble de l'équipement du Verdon et de la Durance à l'aval de Serre-Ponçon sera terminé dans une dizaine d'années.

D'après les dernières estimations, les aménagements en service et en chantier ou possibles d'après les critères techniques économiques actuels correspondent, pour l'ensemble du bassin de la Durance, à une production moyenne annuelle de 7,6 milliards de kWh, soit presque le dixième du potentiel exploitable de l'ensemble de la France : sur ce total, l'équipement de la Durance elle-même, en aval du confluent de l'Ubaye, correspond à une production moyenne annuelle de 5,8 milliards de kWh, dont 2,3 milliards de kWh pour le canal de basse Durance.

Indépendamment de son but principal, la production d'énergie, cette aménagement d'ensemble aura permis de faciliter le développement de l'irrigation :

- d'une part, en basse Durance, grâce à la retenue de Serre-Ponçon (dans laquelle une tranche de 200 millions de m<sup>3</sup> est réservée à l'agriculture qui pourra en disposer pour satisfaire les besoins d'été des irrigants de basse Durance).
- d'autre part, dans le Var et les Bouches-du-Rhône, par le canal de Provence qui bénéficiera directement de la régularisation du Verdon par les retenues de Castillon et Sainte-Croix et qui ne pouvait être entrepris qu'après satisfaction, par Serre-Ponçon, des besoins des ayants droit de basse Durance.

Les photographies qui illustrent cet article sont de :

Photothèque E.D.F. : M. BRIGAUD (p. 561, 563, 565, 567, 575);  
BARANGER (p. 569, 570, 571, 572, 573, 576);  
Images et Reflets : L. COIRIER (p. 574, 577).