

Evacuateur de crues du barrage de Pinet sur le Tarn

Conception d'ensemble et conception du contrôle commande

Guy Soyer

Electricité de France
G.R.P.H. — Languedoc

1. Présentation générale

L'évacuateur de crue du barrage poids en béton de Pinet, érigé sur le Tarn, a été modifié afin de porter sa capacité maximale de 3 500 à 4 400 m³/s (crue millénale) et de faciliter le passage des corps flottants.

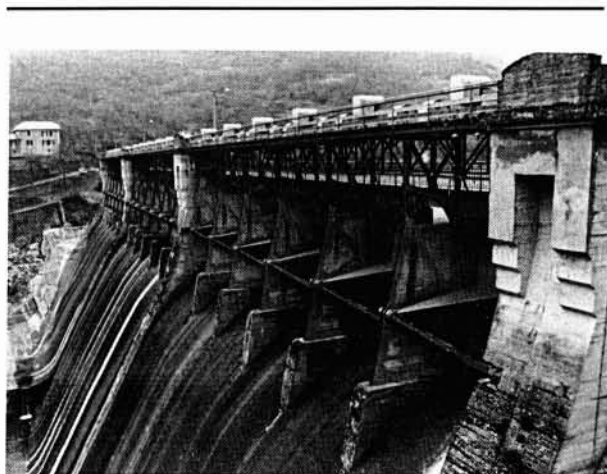
Quatre ans de travaux, de 1987 à 1990 pour remplacer 18 vannes levantes de 6,50 m par 3 clapets abaissants de 40,26 m chacun, et pour augmenter la sécurité de cet ouvrage mis en service en 1929. Les objectifs recherchés et les principaux problèmes rencontrés ont été les suivants :

- augmenter la capacité hydraulique de 26 % sans surélévation des plus hautes eaux ;
- assurer le passage des corps flottants (notamment des arbres de 15 à 20 m de longueur),
- modifier l'ouvrage existant sans remettre en cause sa stabilité ;
- exécuter les travaux en toute sécurité et sous des contraintes importantes : risques de crues, surélévation du pont existant et construction du nouveau pont tout en maintenant la circulation routière, environnement touristique sensible ;
- élaborer et mettre en service le dispositif de contrôle commande des trois clapets à l'aide d'automates programmables et à l'aide de protections intrinsèques assurant une garantie maximale de sécurité : sécurité à l'ouverture (essentielle pour ce type d'ouvrage), protection contre les ouvertures intempestives.

La présente communication a pour objet d'exposer la conception d'ensemble et la conception du contrôle commande pour l'exploitation de ces trois clapets.

2. Caractéristiques principales des ouvrages mécaniques

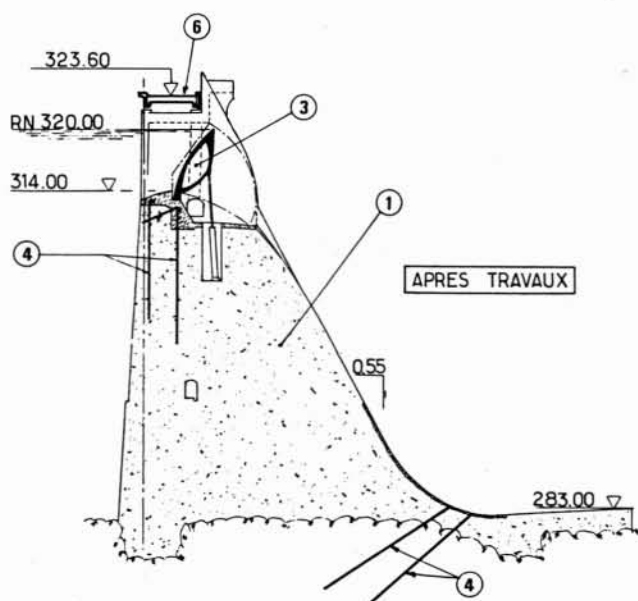
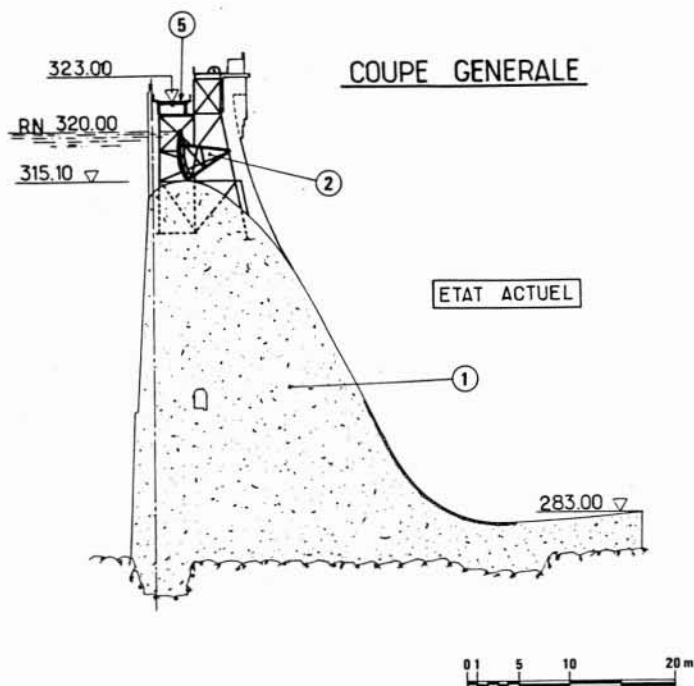
- Trois clapets manœuvrables en charge :
 - longueur : 40,20 m
 - largeur : 8 m
 - masse : 104 tonnes
 - effort maximal transmis : 13 000 kN
- Caractéristiques pour chaque clapet



Vue d'aval générale avant travaux (ou remarque la densité des superstructures perturbant le passage des corps flottants).



Premier essai de déversement sur le nouveau clapet (25 novembre 1988).



- charge d'eau sur le seuil :
6 m en charge normale,
7 m en charge exceptionnelle,
- corps du clapet en acier E 36-4.
- Chaque clapet est :
 - articulé sur 12 paliers, axes en acier inox Z 20 C 13 montés sur bague autolubrifiante DEWAGLIDE,
 - manœuvré par 4 vérins (tige en acier inox Z 6 CND 16 04), 3 vérins pouvant assurer la manœuvre sous la charge normale.

Chaque vérin, de masse 11 tonnes, peut développer 2 400 kN à 150 bars.

Les tuyauteries, en acier inox, sont essayées sur site à la pression de 440 bars.

3. Principaux intervenants

Pour Electricité de France

Service de la Production hydraulique à Paris. — Groupe régional de production hydraulique, Languedoc à Béziers. — Division technique générale à Grenoble.

Pour le contrôle du projet

Comité technique permanent des barrages.

Pour les études

Neyrpic à Grenoble. — I.S.L. à Paris. — Setra à Paris.

Pour les travaux

Neyrpic. — S.D.E.M. (montage des clapets). — Ballot (génie civil). — Intrafor (confortement du barrage). — Richard Ducros (fabrication des clapets). — Douce Hydro (fourniture des vérins).

4. La conception d'ensemble de la modification

4.1. L'ouvrage d'origine et son évacuation de crues

L'ouvrage comportait 18 vannes segment de largeur 6,50 m, réparties en trois groupes de 6, séparés par les piles principales du barrage.

4.2. La nouvelle vantellerie

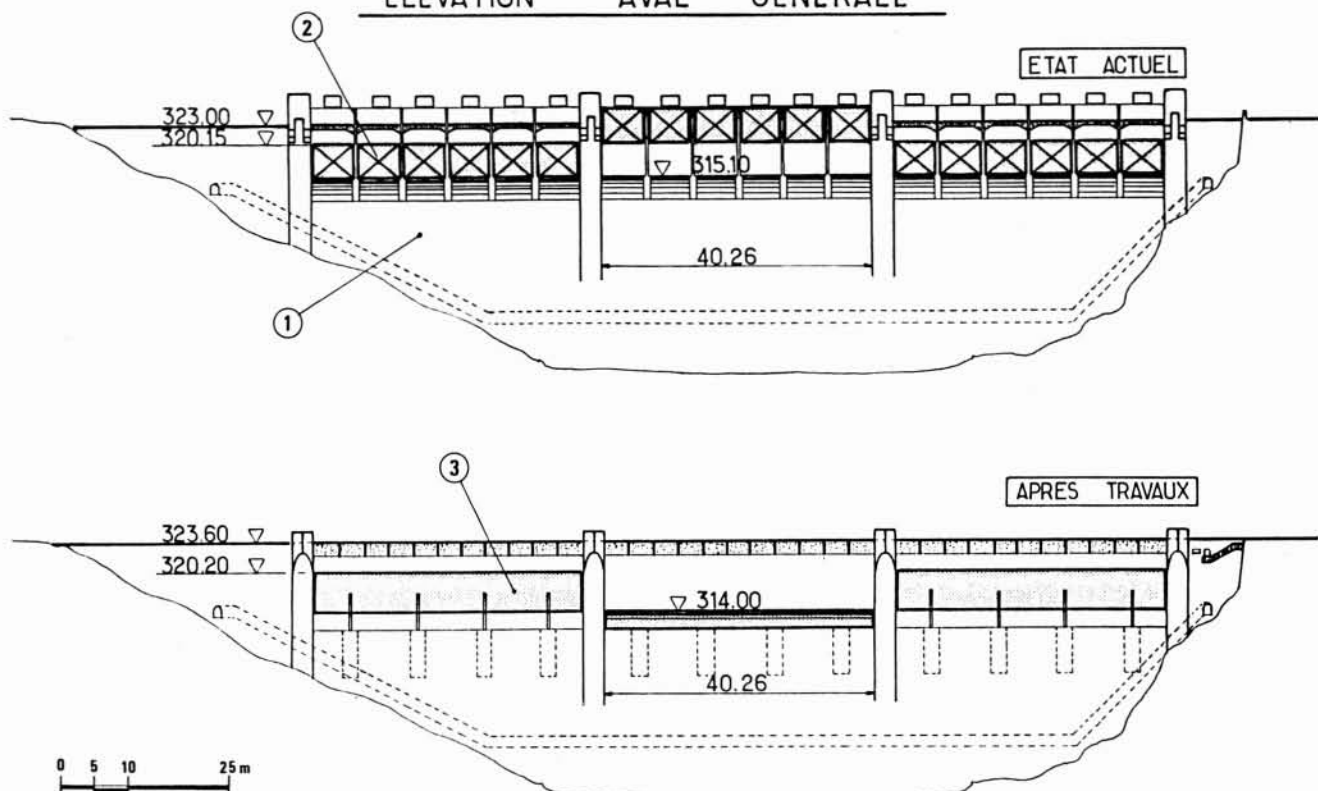
Le choix a été guidé par diverses considérations :

- la sécurité de fonctionnement à l'ouverture ;
- l'adaptabilité à la structure du barrage existant ;
- le coût.

4.2.1. Choix du type de vantellerie

Deux types de vannes, de coûts sensiblement équivalents, ont été envisagés :

ELEVATION AVAL GENERALE



- la vanne-segment : 6 vannes de 19 mètres (avec création de 3 piles intermédiaires de 2 m de largeur environ) ;
- le clapet abaissant : 6 clapets de 19 mètres ou 3 clapets de 40 mètres.

Le choix s'est porté sur les clapets, essentiellement pour les raisons suivantes :

- le clapet étant susceptible de dégager complètement la passe, il représente la solution la plus radicale au problème du passage des corps flottants, et cela d'autant plus que le fonctionnement « en surface » permet l'évacuation des corps flottants dès le début de la manœuvre et pendant toute la durée de celle-ci ;
- la reprise des efforts par le génie civil existant se fait dans des conditions nettement plus favorables, les attaches pouvant être réparties sur toute la longueur du seuil ;
- les clapets offrent une plus grande sécurité à l'ouverture en cas de crue, puisqu'il s'agit d'organes totalement auto-ouvrants, pour lesquels les risques de non-fonctionnement, notamment par coincement, sont moins à redouter que pour des vannes-segments de grande largeur.

4.2.2. Choix des dimensions

Les clapets de 40 mètres de largeur ont été préférés aux clapets de 19 m, car ils présentent les avantages suivants :

- suppression des piles intermédiaires relativement coûteuses et dont la réalisation viendrait alourdir un planning de travaux déjà complexe ;

- gain de 25 cm environ sur l'abaissement du seuil (1,10 m au lieu de 1,35 m), dû également à la suppression des piles intermédiaires ;
- diminution du nombre de joints latéraux et de bajoyers ce qui, compte tenu de la conception de ces derniers (bajoyers complets en acier inoxydable), représente une économie notable.

Il faut noter que la structure en caisson du clapet lui permet d'atteindre assez couramment plusieurs dizaines de mètres de longueur sans que cela induise de problèmes de rigidité.

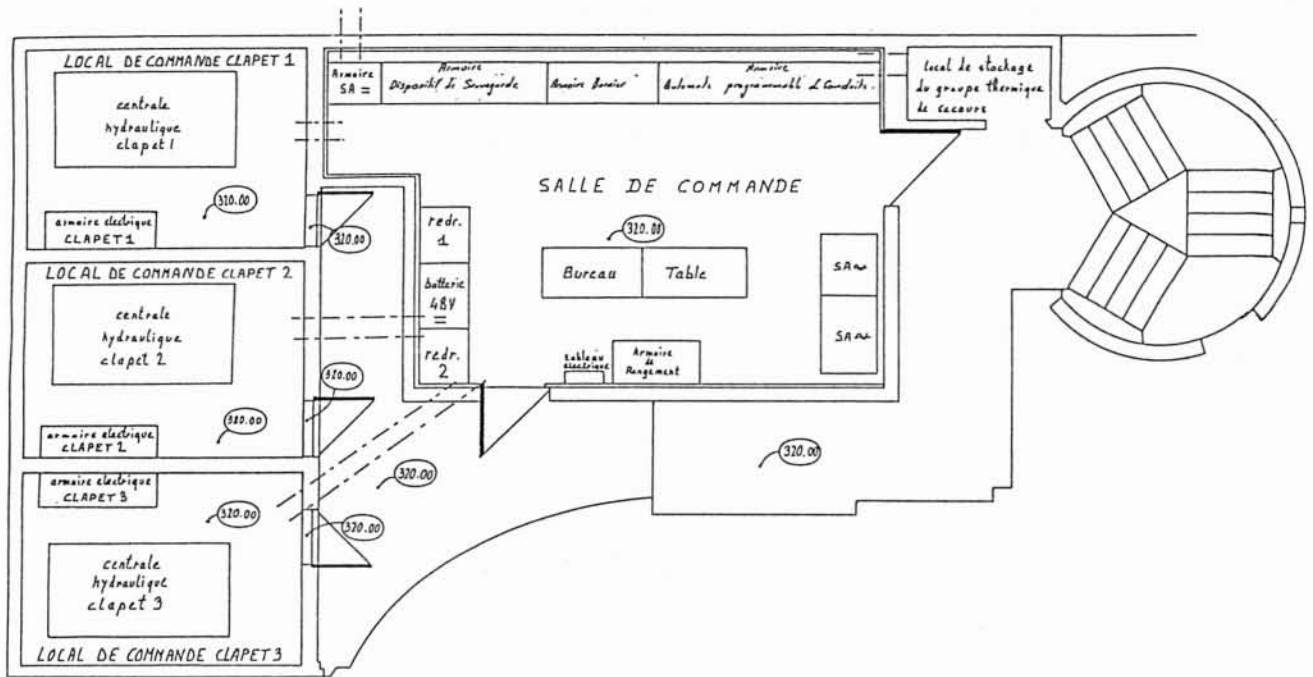
Par ailleurs, l'écoulement « en surface » permet un contrôle très efficace du débit aux petites ouvertures, ce qui assure une bonne souplesse d'exploitation, même pour un clapet très long.

La hauteur verticale totale est de 6,20 m, compte tenu d'une revanche de 0,20 m.

4.2.3. Les principales dispositions constructives des clapets

Les corps des clapets sont construits en forme de caisson afin d'assurer la rigidité sur les 40 m de longueur.

Chaque clapet est articulé sur 12 paliers montés sur bague autolubrifiante et est manœuvré par 4 vérins d'une capacité unitaire de 2 400 kN à la pression de 150 bars. En cas de défaillance de l'un quelconque des vérins, les trois autres sont capables d'assurer les manœuvres sous la cote de retenue normale (320 NGF).



Local de commande et cellules pour les centrales hydrauliques.

4.3. Les bajoyers

La surface de frottement des joints latéraux de chaque clapet a été réalisée par des bajoyers inoxydables, la passe centrale étant équipée de bajoyers chauffants à bain d'huile, afin de se prémunir contre une éventuelle embacle à très basse température.

4.4. L'abaissement du seuil béton

L'augmentation de section hydraulique nécessaire au passage de $4\,400\text{ m}^3/\text{s}$ a conduit à abaisser de 1,10 m, le niveau de l'ancien seuil en béton initialement calé à 315,10 NGF.

Les travaux se sont essentiellement traduits par l'abatage à l'explosif de la crête de l'ancien ouvrage et par la construction d'une nouvelle poutre de seuil en béton armé très ferrillée, ancrée au corps du barrage, et capable de reprendre les nouveaux efforts.

Les clapets ont été montés à l'abri d'un batardeau flottant de dimension $42 \times 10\text{ m}$ et de masse 150 tonnes.

4.5. Les études

L'installation de ces trois clapets importants ($40,26 \times 8\text{ m}$) sur ce barrage de Pinet vieux de 60 ans, a imposé au concepteur d'apporter une attention particulière aux études, dont les principales ont été les suivantes :

— étude hydraulique sur modèles réduits, pour définir la forme des clapets, les pressions d'impact de la lame d'eau

sur le coursier aval du barrage ;

— étude de stabilité du corps de l'ouvrage, compte tenu de la modification des efforts appliqués et de la diminution de poids entraînée par les puits des vérins et par le recalibrage du seuil en béton ;

— calcul des efforts appliqués au béton, aux paliers, au corps de clapet et aux vérins dans les différentes hypothèses de charge (calcul classique et calcul aux éléments finis, dans deux hypothèses : appuis rigides et appuis souples) ;

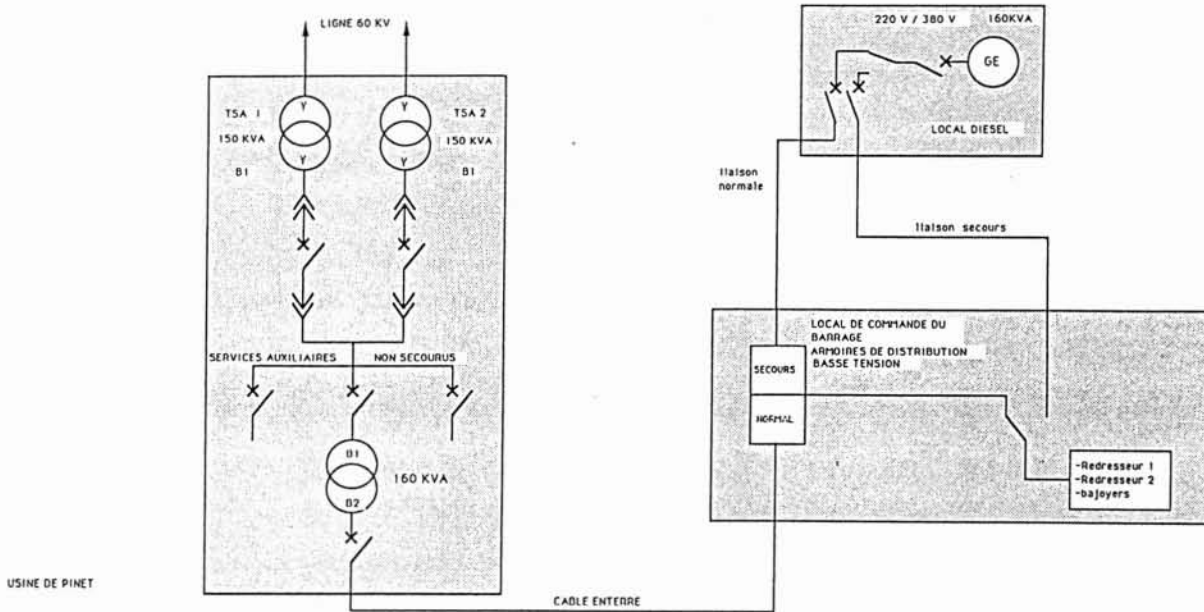
— calcul des confortements provisoires du barrage pour supporter le nouveau pont, installé en porte-à-faux pendant 4 ans avant son ripage en position définitive, et le batardeau ($42 \times 10\text{ m}$, masse 150 tonnes) permettant le montage des clapets avec la retenue pleine.

5. La conception des dispositifs de la manœuvre et du contrôle commande

5.1. Le dispositif de manœuvre

Chaque clapet est manœuvré par 4 vérins répartis sous le tablier. Ces vérins développent chacun une force de 2 400 kN en utilisation normale sous la cote 320,20 NGF. Les quatre vérins sont en équipression, ils sont alimentés par tuyauteries indépendantes reliées à une centrale oléodynamique (1 centrale indépendante par clapet), disposant de 2 groupes motopompes (l'un en secours de l'autre).

PRINCIPES D' ALIMENTATION EN COURANT ALTERNATIF DU BARRAGE DE PINET



Les trois centrales oléodynamiques sont installées en rive gauche du barrage, dans trois cellules indépendantes en béton, protégées contre l'incendie, l'inondation et contre les effractions.

Ces centrales sont commandées soit localement, soit à distance depuis le bâtiment de commande situé à proximité immédiate.

5.2. Le dispositif de contrôle commande d'un clapet

L'évacuation de crue pouvant être actionné sur les ordres d'un automate programmable, un maximum de précaution a été pris pour assurer la sécurité et la précision des manœuvres.

5.2.1. La séparation des sources d'énergie

Chaque clapet possède sa propre armoire électrique située dans la même cellule que la centrale oléodynamique.

L'alimentation en énergie est assurée par trois sources séparées :

- *normale* : à partir des services auxiliaires de l'usine (220/380 V) alimentés par deux transformateurs en parallèle,
- *secourue* : à partir d'un groupe électrogène de 160 kVA situé hors d'eau en rive gauche du barrage,
- *autonome* : à partir d'un moteur thermique mobile stocké à proximité des centrales oléodynamiques.

5.2.2. Le contrôle de position du clapet

Chaque clapet est équipé de capteurs de position et de fin de courses :

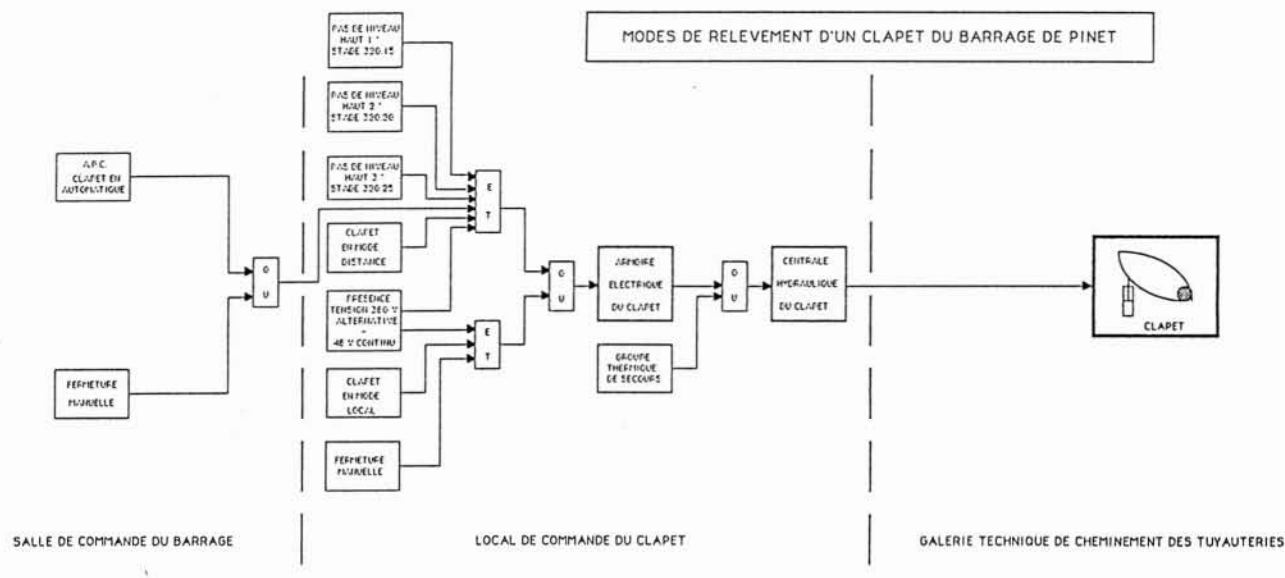
- 2 codeurs optiques OHNER accouplés directement sur les chapes d'articulation des paliers ;
- 2 codeurs pendulaires RITTMEYER fixés sur le corps du clapet ;
- 2 ensembles de fin de courses réglables (1 clapet ouvert, 1 clapet fermé, 1 clapet ouvert à 30 %, 1 clapet ouvert à 60 %).

5.3. Le contrôle commande de l'ensemble des 3 clapets

Ce dispositif est constitué de deux éléments indépendants :

- un automate programmable de conduite (A.P.C.), de marque April ;
- un dispositif automatique de sauvegarde comprenant :
 - un système de détection de seuils de niveaux (poires Flygt et relayage) déclenchant l'alarme à 3 niveaux différents,
 - un système d'enregistreurs délivrant des seuils d'alarmes sur le niveau de la retenue et sur la position des clapets,
 - un automate programmable de surveillance et de consignation d'état du dispositif de sauvegarde (A.P.S. de marque April).

Les ordres de manœuvres des clapets peuvent être donnés soit par l'A.P.C., soit manuellement sans transiter par l'A.P.C.



5.4. Le traitement des alarmes

Les informations et les alarmes issues de l'A.P.C. et de l'A.P.S. sont consignées sur deux imprimantes (une par automate) situées dans le local de commande.

Un pupitre de commande déporté à l'usine permet au surveillant de dialoguer à distance avec l'A.P.C.

Les alarmes sont retransmises à deux niveaux : à l'usine et au poste hydraulique de VALLEE dont le service de quart assure en permanence la surveillance de l'ensemble des ouvrages de la Vallée du Tarn.

5.5. Les essais et contrôles

Les principaux contrôles ont été les suivants :

- contrôles des soudures en atelier et sur chantier ;
- tenue à la pression des vérins et des tuyauteries ;
- contrôle d'alignement des paliers ;
- essais en eau vive sous la cote 320,20 pour chaque clapet (manœuvre totale) ;
- essais en plateforme et sur site, des programmes des automates ;
- contrôle des protections (seuils de niveau...).

6. Planning pour les clapets

- Lancement des études chez Neyrpic : novembre 87
- Mise en service du 1^{er} clapet : novembre 88
- Mise en service du 2^e clapet : novembre 89
- Mise en service du 3^e clapet : novembre 90

7. Le coût

Le montant total des travaux s'élève à 79 500 kF hors T.V.A., base économique 1989, se décomposant ainsi :

- Etudes et Contrôles : 3 500
- Pont : 10 100
- Batardage du chantier : 5 400
- Génie Civil pour les clapets : 22 000
- Génie Civil local de commande et confortement du barrage : 4 500
- Electromécanique des clapets : 29 700
- Frais de fonctionnement : 4 300