

Genèse technique de l'usine marémotrice de la Rance

par Michel Banal

Les principaux problèmes techniques à résoudre avant de réaliser l'usine de la Rance étaient :

- Les cycles d'exploitation,
- Le choix des groupes,
- La protection des groupes contre la corrosion marine,
- La construction de l'usine.

Nous allons examiner les problèmes successivement en notant cependant qu'ils ne sont pas indépendants.

I ■ LES CYCLES D'EXPLOITATION

Les phases de fonctionnement d'une usine marémotrice peuvent être : turbinage, pompage, vannage dans le sens bassin-mer ou dans le sens mer-bassin. Une séquence de phases réalisables définit un cycle d'exploitation.

Le choix des cycles d'exploitation et l'évaluation de leur intérêt économique compte tenu des caractéristiques des marées et du prix de l'énergie à chaque instant, nécessite des calculs mobilisant un nombre considérable de variables.

De nombreux ingénieurs s'y sont consacrés mais il faut rappeler le rôle éminent que Robert Gibrat a joué dans ce domaine particulier.

Il fut très vite convaincu et put convaincre dès 1955 la Direction Générale d'E.D.F. de l'intérêt économique que présentait pour une usine marémotrice la possibilité de pouvoir faire fonctionner ses groupes en turbinage, pompage ou vannage dans les deux sens, en prédéterminant le cycle d'exploitation sur plusieurs jours.

Le choix des groupes fut fait en tenant compte de cette exigence.

L'optimisation de l'exploitation de l'usine sur une période

donnée est un problème complexe de calcul de variations qui continua à être étudié après 1955 et même après la mise en service de l'usine.

II ■ LE CHOIX DES GROUPES

Au début des études de l'usine marémotrice de la Rance vers 1943, les constructeurs connaissaient bien les problèmes que posaient l'équipement des basses chutes de rivière mais ces connaissances ne pouvaient s'appliquer directement à l'équipement des usines destinées à capter l'énergie des marées, étant donné l'étendue des variations des chutes et des débits.

Le projet dressé en 1951 et qui servit de base aux procédures administratives comportait des groupes verticaux classiques et l'alternateur de grand diamètre était situé au dessus de la turbine en dehors du circuit d'eau, mais les responsables des études se rendaient bien compte des inconvénients de cette solution et dès 1943 un groupe bulbe amont fut breveté par S E U M et Neyrpic. Les études poursuivies ensuite s'orientèrent principalement vers les deux types de groupes axiaux : les groupes bulbes aval et les groupes bulbes amont.

Courant 1952, toutes les propositions intéressantes concernant les groupes bulbes aval firent l'objet d'une commande d'études et d'essais sur modèles réduits pour les fonctionnements en turbine et en pompe dans les deux sens.

En 1953, E.D.F. décida d'équiper Argentat et Combeyrac en groupes bulbes aval.

Pendant la mise au point des études de ces équipements, E.D.F. arriva à la conviction que les groupes bulbes amont assuraient des rendements supérieurs et décida d'expérimenter en bulbe amont de 8,8 MW à Beaumont Montoux sur l'Isère (mise en route en 1959). Ce groupe devait fonctionner uniquement en turbinage et ne posait pas de problème de retournement des pales. Après de longues recherches, un

tracé de pales à double cambrure put être mis au point et donner des performances hydrauliques très peu différentes de celles des pales retournables.

En 1955, E.D.F. décida d'installer un groupe bulbe amont aux caractéristiques de ceux de la Rance dans une écluse désaffectée de Saint-Malo.

Dès sa mise en service en octobre 1959, ce groupe fut l'objet d'observations et de mesures très approfondies qui permirent de vérifier que son fonctionnement était bien conforme aux prévisions qui avaient fait choisir cette solution technique.

III ■ LA PROTECTION DES GROUPES CONTRE LA CORROSION MARINE

Assurément l'expérience des matériels travaillant en immersion dans l'eau de mer était déjà importante mais ces matériels s'accoutument en général d'une immobilisation pour entretien plus élevée que ce qui est admissible pour une usine hydro-électrique.

Le problème fut attaqué en 1955 par la création d'un groupe de travail comprenant sous la présidence de Robert Gibrat des représentants des services intéressés d'E.D.F., des principaux métallurgistes français et de certains organismes spécialisés comme le service «essais et protection des ouvrages» du Gaz de France.

Des essais d'immersion prolongée et de cycles d'immersion - émergence furent effectués dans la Rance et en mer à Saint-Malo pour déterminer le comportement à l'eau de mer des revêtements anti-corrosifs des métaux et des diverses nuances d'acier et d'alliages cuivreux.

Ces essais furent également effectués en écoulement sur des groupes à l'échelle 1/18.

La protection cathodique des ouvrages de la Rance fut étudiée spécialement car elle posait des problèmes particuliers en raison de la présence d'aciers inoxydables.

Le groupe expérimental de St-Malo avait été réalisé avec des matériaux et des revêtements différents, ce qui permit de comparer leur comportement avec les résultats des essais.

Après un an de marche, la protection cathodique fut mise en service sur le groupe de St-Malo et des mesures du potentiel des différentes parties du groupe furent effectuées.

L'expérience du groupe de St-Malo apporta en définitive une confirmation excellente des études antérieures.

IV ■ CONSTRUCTION DE L'USINE

La construction de l'usine de la Rance posait a priori des problèmes délicats en raison des dénivellations qui se produiraient de part et d'autre des ouvrages en construction et des courants de plus en plus intenses qui en résulteraient.

Dès sa création, en 1951, la région d'équipement marémotrice s'était attaquée à ces problèmes.

La réalisation de l'usine par caissons amenés par flottaison, qui avait été envisagée par certains, n'a jamais été retenue par la région d'équipement.

La solution arrêtée en 1955 prévoyait que les ouvrages seraient exécutés à sec à l'intérieur d'enceintes successives délimitées par des batardeaux. Ces batardeaux devaient eux-mêmes être constitués de la manière suivante :

— Immersion d'enrochements pour réaliser une digue sous-marine d'une hauteur égale au tiers environ de la hauteur du batardeau,

— Battage dans cette digue de deux rideaux de palplanches parallèles reliés entre eux par des tirants,

— Remplissage avec du sable de l'espèce comprise entre les deux rideaux.

D'autres dispositions avaient été prévues pour achever la coupure de la Rance à l'aide d'une digue en enrochements de plus en plus gros.

Les dispositions des enceintes et la taille des matériaux notamment avaient fait l'objet d'essais sur modèles réduits.

En 1956, Albert Caquot proposa une solution toute différente permettant de réaliser toute l'usine dans une seule enceinte assez vaste pour pouvoir régulariser les fonds devant les groupes.

Le batardeau général côté mer assurant la coupure devait être réalisé d'abord par des colonnes creuses en béton posées sur fond, occupant sensiblement la moitié de la coupure et immédiatement remplies de sable.

Ces colonnes devaient être ensuite reliées entre elles par des cellules en palplanches plates remplies de sable de manière à ce que la tenue au renversement des ensembles ainsi constitués soit en rapport avec les efforts appliqués.

Le batardeau côté fleuve devait être construit ensuite et, étant soumis à des efforts de renversement moindres, pouvait être réalisé par des procédés classiques en palplanches.

Les travaux furent effectivement exécutés conformément au projet d'Albert Caquot et avec plein succès.