La rénovation des groupes bulbes de l'usine marémotrice de la Rance

par Alain Naudy

EDF (USI EST)

Mulhouse Hydraulique Services

Après 30 ans de fonctionnement satisfaisant, il est devenu nécessaire de procéder à une révision générale et préventive des 24 groupes bulbes et de leur environnement.

Cette révision, pour ce qui concerne les éléments principaux que sont les machines, permet par les démontages et remontages :

- de vérifier l'état général des turbines et des alternateurs,
- de détecter et de corriger d'éventuels défauts répétitifs,
- de pallier l'usure des pièces par changement ou réparation,
- de rénover les étanchéités air, huile et eau,
- d'assurer la maintenance ou la reconstruction des alternateurs,
- de réfléchir et d'améliorer les procédures de démontage et de remontage afin de gagner du temps sur les indisponibilités,
- de participer à un retour d'expérience général permettant d'améliorer nos connaissances dans la maintenance et l'exploitation des groupes bulbes en eau de mer.

Cette maintenance de l'usine s'étend également aux services auxiliaires alternatifs et continus, aux transformateurs de puissance, aux automatismes, aux vannes du barrage,...

La décision a été prise d'utiliser les compétences reconnues de l'entreprise EDF dans le domaine de la maintenance des turbines hydrauliques, et en particulier des groupes bulbes.

L'entreprise EDF s'est associée aux entreprises françaises spécialistes de l'hydroélectricité et capables de l'aider dans cette mission. On peut citer parmi ces entreprises :

- Neyrpic à Grenoble pour les butées et la pivoterie des turbines,
- Sarelem à Nantes pour la reconstruction des alternateurs,
- GEC - Alsthom à Belfort pour les expertises des jantes rotor.

EDF USI EST "Mulhouse Hydraulique Services" a mis ses compétences acquises sur les groupes bulbes du Rhin, au service d'EDF Energie Ouest, maître d'ouvrage responsable de l'usine marémotrice de La Rance. L'USI Est s'appuie sur les conseils des experts hydrauliciens d'EDF, particulièrement ceux situés à la Division Technique Générale de Grenoble.

L'équipe d'EDF USI Est s'installe progressivement sur le chantier de La Rance. Elle comporte :

- un Chef de projet chargé de la coordination générale du chantier de maintenance vis-à-vis des différents intervenants de l'EDF et des entreprises associées,
- un responsable mécanique chargé d'animer et de coordonner l'action des équipes locales qui effectuent les démontages et les remontages,
- 3 équipes de 13 mécaniciens qui s'installent progressivement et dont chacune est chargée de la rénovation d'une machine à la fois.

Un compromis a été trouvé entre :

année	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total
Nb de groupes	1	1,1	1,3	1,9	2,7	3	3	3	3	3	1	24

Tableau 1. Planning général des opérations de rénovation de l'usine de la Rance.

année	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total
Nb de groupes	1	1,1	1,3	1,9	2,7	3	3	3	3	3	1	24
coût (MF)	12	15	33,1	29,9	38,7	39,1	39,1	39,1	39,1	39,1	25,3	349,5

Tableau 2. Coûts totaux prévus pour la rénovation des turbines et des alternateurs.

— la nécessité d'effectuer la totalité de la maintenance de l'usine dans un temps raisonnable du point de vue des indisponibilités,

— le dimensionnement des équipes de maintenance,

— l'étalement de la charge financière des travaux.

Ce compromis a conduit à prévoir la totalité de la rénovation de l'usine sur 11 ans et à passer progressivement d'un groupe rénové par an à 3 groupes rénovés par an. Le planning général des opérations est donné dans le tableau 1.

La durée globale du démontage, de la rénovation et du remontage d'une machine (turbine et alternateur) dure actuellement 13 mois et on prévoit à terme, après optimisation, une durée moyenne de 11 mois.

La surface utile de stockage et les moyens de levage de l'usine ne permettent qu'une maintenance courante et le démontage d'une machine à la fois. Il a été nécessaire de prévoir la construction d'un bâtiment de démontage et de

stockage supplémentaire où seront amenés des éléments des turbines et des alternateurs. Un pont roulant principal levant 100 tonnes permettra les gros démontages-remontages des turbines ainsi que les manutentions des alternateurs.

Ce bâtiment restera ensuite utilisable en cas de rénovation partielle de la centrale et pour une future grande opération de rénovation.

Ce bâtiment, dont la construction débutera en 1997, se trouvera à moins de 2 km de l'usine.

• En France 1996, les coûts totaux prévus pour la rénovation des turbines et des alternateurs, sont donnés dans le tableau 2.

L'opération de maintenance de l'usine marémotrice de La Rance constitue dans sa globalité une affaire importante du point de vue des ressources humaines et financières mises en jeu. Elle permettra aux différents intervenants de capitaliser une expérience dans le domaine de la maintenance des centrales marémotrices équipées de groupes bulbes.

Discussion de la journée du 21 novembre 1996

Discussion de la communication de M. Cazenave

INTERVENTION DE M. SOUILLÉ

Dans les économies relatives aux groupes bulbes, il faut aussi réaliser la moindre profondeur de la fouille à réaliser.

De plus, il faut signaler qu'à Cambeyrac on avait réalisé un fonctionnement de l'amont vers l'aval et inversement grâce à un système de batardeaux.

L'usine de Cambeyrac connaît un fonctionnement plus ou moins correct.

M. MAURIN

En réponse à l'intervention de M. Souillé, je pense que les gros aménagements ayant été réalisés, les chutes de petite puissance qui pourraient être équipées ne le seront pas en groupe bulbe, mais avec des groupes plus simples, par exemple groupe à "renvoi d'angle".

Discussion de la communication de M. Bosc

M. AVELLAN

Pensez-vous qu'il serait intéressant économiquement, d'adapter les collines de rendement aux conditions d'exploitation actuelles ? Il apparaît en effet que pour les groupes existants, une rénovation des groupes (réhabilitation) pourrait représenter un champ d'activité important ?

Réponse

Une étude économique est toujours bonne à faire si on possède les outils adéquats. Il se trouve que c'est l'énergie la plus rentable. Ainsi en Corée on assiste à une réhabilitation de la puissance.

La question de l'amélioration des caractéristiques hydrauliques a été abordée à plusieurs reprises au cours de la journée du 21 novembre. La question a été posée en ces termes par M. Avellan : "pourquoi, puisqu'on rénove les groupes, n'en profite-t-on pas pour améliorer les caractéristiques de la colline au cœur ?" Le tracé des pales à double cambrure a été mis au point pour permettre, l'obtention de caractéristiques correctes pour les quatre types de fonctionnement en turbine ou en pompe : TD, PI, TJ, PD. A cela les pales et le distributeur permettent une technologie simple et fiable des organes réglants. Par ailleurs, ainsi que le disait M. Farai, le problème n'est pas tant, comme dans un groupe de rivière, de tirer le meilleur parti du débit naturel qui se présente à l'amont des ouvrages, mais plutôt d'utiliser au mieux le niveau imposé par la marée côté mer. N'oublions pas que nous disposons d'un excédent du débit de la marée par rapport au débit d'équipement des groupes.

M. FERRER LALOE

Quel est l'avenir du multiplicateur dans la conception des groupes bulbes et les avantages potentiels sur la taille globale des aménagements ?

Réponse

La solution actuelle est l'adaptation avec le multiplicateur, et ce toujours dans le conduit hydraulique existant, le groupe avec pale présentant toujours la même face active. Le mécanisme de commande des pales est trop complexe pour être expliqué.

Discussion de la communication de M. Banal

M. SOUILLÉ

Pour compléter l'intervention précédente j'ajoute que le coût prévu de l'usine n'a pas été dépassé et constitue un des éléments économiques favorable au prix du kWh.

Discussion de la communication de M. Charon

M. PIAT

L'automatisation complète du système de conduite n'a pu se faire que grâce à l'activité d'observation des exploitants sur une période de 6 mois environ. Ils ont alors comparé la manière de conduire du calculateur avec leur savoir-faire. Le système de conduite a pu ainsi

intégrer la manière de faire des exploitants dans les marées de morte eau en particulier et remplir ainsi son rôle à 100%.

L'automatisation de l'usine pose le problème de la perte de compétence des exploitants pour la conduite manuelle de l'usine. Il faut périodiquement reprendre l'usine en manuel afin de conserver cette compétence.

Discussion de la communication de M. Lambert

M. FERRASSE

Est-ce que la barrière thermique constituée par le dépôt calco-magnésien a une incidence sur la bonne réfrigération de l'alternateur à travers la carcasse ?

Réponse

L'épaisseur et la conductivité du produit doivent être mesurées.

Discussion de la communication de M. Salvi

M. MAURIN

Les premiers alternateurs de la Rance ont tenu 10 ans (1966/1976), les alternateurs rénovés ont tenu environ 20 ans. Après la rénovation actuelle peut-on espérer une durée de vie de 20 ans ou 30 ans ?

Réponse

40 ans semblent être une bonne estimation.

Discussion de la communication de M. Granier

M. MASSON

Les phénomènes constatés sur les bulbes de la Rance ont-ils été retrouvés sur les bulbes du Rhin et du Rhône ?

Réponse

On a constaté davantage de problèmes sur le Rhône, car ce fleuve est plus puissant.

Discussion de la communication de M. Naudy

M. DUPORT

En réponse à l'intervention de M. Avellan (qui prétendait qu'il n'y avait pas de progrès techniques dans le cas de la Rance puisque l'on remettait les mêmes pales), je fais remarquer que la Rance n'est pas une centrale classique. Les machines y sont soumises très fréquemment à des régimes anormaux et non stationnaires. Le remplacement des pales actuelles par des pales d'un nouveau tracé (en vue d'un éventuel gain de productivité) nous priverait d'un retour d'expérience de 30 ans qui a démontré entre autres que l'inévitable cavitation lors de ces fonctionnements spécifiques, n'engendrait pas de dommages aux pales ni à l'ensemble des machines.

M. LEHIR

Après les incidents des alternateurs de la période de 1975/1982, le turbinage inverse a été mis en cause. On a donc décidé de ne plus fonctionner dans ce régime et un calcul de nouveau profil de pales pour fonctionner uniquement en turbinage direct donnait une amélioration de rendement de plusieurs points. Entre temps la cause des incidents a été trouvée et le fonctionnement en turbinage inverse n'a pas permis de donner suite à ces nouvelles pales.

M. DUBREUIL

Pour un reprofilage des pales, quel est le gain qui peut être attendu ? Quel est le coût de ce genre d'opération ?

Réponse

Le rendement est plus faible, mais une sur-puissance (10 à 15%) a permis de s'adapter aux nouveaux critères.

Synthèse effectuée par Nelly RIOM,
Secrétaire de séance