

Usine hydroélectrique de Lavey Remplacement des turbines des groupes 1 et 3

Préavis N° 96

Lausanne, le 19 août 199

Monsieur le président, Mesdames et Messieurs,

1. Objet du préavis

Par le présent préavis, la Municipalité sollicite de votre Conseil un crédit d'investissement du patrimoine administratif de 3'140'000 francs, pour le remplacement des turbines Kaplan des groupes 1 et 3 de l'usine hydroélectrique de Lavey.

2. Préambule

L'usine hydroélectrique de Lavey turbine les eaux du Rhône en utilisant de manière optimale la chute du Bois-Noir. Son régime, caractérisé par de hautes eaux au printemps et en été et une période d'étiage en hiver, est actuellement fortement modifié par la présence de bassins d'accumulation qui retiennent l'eau en été et la restituent en hiver. De plus, depuis la mise en exploitation de l'aménagement de Cleuson-Dixence, les débits d'hiver subissent de grandes variations.

Durant le régime de hautes eaux, le Rhône transporte des quantités considérables d'alluvions contenant une forte proportion de sable fin granitique qui reste en suspension dans l'eau. Très abrasif, celui-ci érode les turbines qui travaillent à plein régime durant cette période. Ainsi, chaque hiver, un groupe sur trois est mis hors service, durant quatre à cinq mois, pour être réparé in situ au moyen de la recharge par soudure électrique. Malgré ces importants travaux d'entretien, l'usure est telle que les roues doivent être remplacées tous les dix à douze ans. Quant au manteau de la turbine, il est prévu initialement avec une surépaisseur lui permettant de supporter deux campagnes de changement de roues, soit vingt à vingt-quatre ans.

3. Rappel historique

Lors de la mise en service de l'usine de Lavey en 1950, l'équipement de base comprenait deux groupes de 24 MW chacun. Pour répartir les commandes, les turbines avaient été adjudgées aux Ateliers des Charmilles (AC) à Genève, ainsi qu'aux Ateliers Mécaniques de Vevey (ACMV). Aussi, les machines étaient-elles de conception et de dimensions différentes.

En raison de l'augmentation rapide de la consommation d'énergie, l'opportunité d'augmenter la puissance des turbines s'avéra nécessaire et rentable.

Le groupe 3, mis en service en 1957, fut dimensionné pour une puissance de 31 MW et fut adjugé au consortium ACMV-AC.

Lors du remplacement de la roue complète (moyeu - pales et manteau) durant l'hiver 1973/74, la puissance du groupe 1 fut également portée à 31 MW.

La même opération fut réalisée en hiver 1980/81 sur le groupe 2. Malgré un effort important de rationalisation entrepris lors des transformations successives, les turbines ne seront toutefois jamais interchangeables. Leurs huit pales constituent les seuls éléments qui peuvent être normalisés ; toutefois, le diamètre extérieur doit être adapté à l'usure du manteau.

4. Expérience sur les revêtements

En 1995, lors du renouvellement des pales du groupe 1, un essai de revêtement anti-usure a été réalisé sur deux pales. Ce revêtement, constitué de carbure de tungstène, est projeté thermiquement par un procédé HVOF (High-Velocity-Oxy-Full). Celui-ci permet de projeter des poudres à vitesse supersonique dans une atmosphère peu oxydante. Les résultats obtenus sur ces deux pales se sont révélés très prometteurs.

Ainsi, en 1997, lors de l'échange de la turbine du groupe 2, il a été décidé d'utiliser le même procédé pour l'ensemble des pales et du manteau intermédiaire. Le revêtement ainsi obtenu possède une épaisseur d'environ 0,4 mm et une dureté d'environ 1200 vickers.

Après une année d'exploitation, le résultat est tout à fait exceptionnel. A part quelques légères attaques dues à la cavitation, l'usure constatée est inexistante.

5. Etude pour l'amélioration du rendement des turbines

Dans le but de trouver un compromis judicieux entre le rendement et l'érosion des pales, le service de l'électricité a réalisé un profil légèrement épaissi sur les deux dernières turbines. Compte tenu des résultats très prometteurs obtenus en matière d'usure de revêtement, le service se consacre désormais uniquement au rendement des turbines, tout en tenant compte des problèmes de cavitation. Dans ce but, il a mandaté la société Hydro-Vevey pour optimiser un nouveau profil de pale.

Le financement de cette étude, devisée à 128'700 francs, sera à charge de l'une ou l'autre des parties selon le gain de rendement obtenu. Si celui-ci est supérieur à 1 %, l'ensemble des frais sera à la charge du service.

Une augmentation de rendement de 1 %, sur l'ensemble des 3 machines, permettrait une production supplémentaire d'énergie d'environ 4'000'000 de kWh par année. Valorisée au tarif eos actuel, celle-ci représente un montant annuel d'environ 480'000 francs. Valorisée au tarif de 5 cts/kWh (tarif moyen probable dans un marché libéralisé), elle représente encore un montant annuel d'environ 200'000 francs.

6. Choix d'un nouveau profil

Expérience faite, il est raisonnable d'estimer que les nouvelles pales auront une durée de vie nettement plus longue grâce au revêtement au carbure de tungstène. Il est donc opportun de choisir, aujourd'hui, le profil idéal.

Le renouvellement, dans un délai de 5 ans, des turbines permettra également d'uniformiser à moyen terme le profil et les dimensions des pales. Dans ce but, les nouvelles pales du groupe 3 auront un diamètre extérieur de 3700 mm, ce qui est déjà le cas des groupes 1 et 2.

Le nouveau profil devra répondre aux exigences suivantes :

- rendement élevé à moyenne et forte charges
- zones de cavitation limitées au minimum
- stabilité de la machine sur toute la plage de fonctionnement.

7. Remplacement de la turbine n° 3

7.1 Description des travaux

La turbine n° 3, mise en exploitation en 1957, possède actuellement des pales d'un diamètre extérieur de 3650 mm. Le nouveau profil de ce groupe aura un diamètre extérieur de 3700 mm. Par la suite, il sera également introduit sur les groupes 1 et 2.

Ainsi, le remplacement de la turbine n° 3 comprend les travaux suivants :

- échange de 8 pales Kaplan;
- revêtement anti-usure sur les 8 pales;
- nouveau manteau de roue diamètre 3700 mm en 8 parties;
- revêtement anti-usure sur l'ensemble du manteau;
- jeu de 8 leviers et biellettes pour l'adaptation aux nouvelles pales;
- usinage des manteaux supérieur et inférieur pour les raccorder au diamètre 3700 mm.

7.2 Planning des travaux

- | | | |
|-----------------|---|---|
| 1999 – 2000 | : | - étude d'un nouveau profil de pales; |
| Début 2000 | : | - demande d'offre définitive; |
| Eté 2000 | : | - commande des pales et du manteau; |
| Début 2002 | : | - commande des revêtements d'usure; |
| Hiver 2002/2003 | : | - travaux de remplacement de la turbine avec révision complète de l'ensemble de la machine; |
| Printemps 2003 | : | - mise en service du groupe et essais de conjugaison. |

8. Remplacement de la turbine n° 1

8.1 Description des travaux

Les pales de la turbine n° 1 ont été échangées durant l'hiver 1995/1996. Deux d'entre elles avaient été revêtues de carbure de tungstène.

L'hiver 2001-2002, le service procédera à une nouvelle révision de cette turbine. Les revêtements n'étant pas uniformes, il sera certainement nécessaire d'effectuer des réparations adaptées à chaque pale.

Compte tenu des différentes expériences réalisées sur ce groupe (1^{er} test réalisé sur deux pales, puis revêtement partiel des 6 autres en 1998/1999 et aucun revêtement sur le manteau) un échange complet des pales et un usinage du manteau interviendront durant l'hiver 2004/2005.

Ainsi, le remplacement de la turbine n° 1 comprend les travaux suivants :

- échange de 8 pales Kaplan;
- revêtement anti-usure sur les 8 pales;
- usinage du manteau au nouveau diamètre;
- revêtement anti-usure sur le manteau usiné.

8.2 Planning des travaux

- | | | |
|-----------------|---|---|
| Fin 2001 | : | - demande d'offre définitive; |
| Mi 2002 | : | - commande des pales et de l'usinage du manteau; |
| Début 2004 | : | - commande du revêtement; |
| Hiver 2004/2005 | : | - travaux de remplacement de la turbine avec révision générale; |
| Printemps 2005 | : | - mise en service du groupe et essais de conjugaison. |

9. Coût d'investissement et échelonnement des dépenses

Le coût global d'investissement est de 3'140'000 francs; il est réparti comme suit :

Travaux à réaliser	Coût total	Echelonnement des dépenses					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
Groupe no 3	2 060 000						
Etude d'un nouveau profil	130 000	130 000					
1 jeu de 8 pales Kaplan	750 000	230 000	230 000	230 000	60 000		
1 manteau de turbine	450 000	140 000	140 000	140 000	30 000		
Revêtement anti-usure	240 000			240 000			
Usinage des manteaux	50 000			50 000			
Transformation du moyeu	220 000	65 000	65 000	65 000	25 000		
Travaux de génie civil	30 000				30 000		
Montage et mise en service	100 000				100 000		
Divers et imprévus	90 000				90 000		
Groupe no 1	1 080 000						
1 jeu de 8 pales Kaplan	700 000			210 000	210 000	210 000	70 000
Usinage du manteau	50 000					50 000	
Revêtement anti-usure	240 000					240 000	
Montage et mise en service	50 000						50 000
Divers et imprévus	40 000						40 000
Coûts totaux annuels		565 000	435 000	935 000	545 000	500 000	160 000

Le crédit nécessaire au remplacement des turbines figure pour 3'270'000 francs au plan des investissements pour les années 1999-2002.

Il est fondé sur des offres récentes. Une réadaptation des prix n'est pas à exclure; il faut, en effet, tenir compte des fluctuations qui pourraient survenir jusqu'à l'achèvement des travaux prévu en 2005, notamment des variations légales du coût de la main-d'œuvre et des matériaux.

10. Conclusions

Fondés sur ce qui précède, nous vous prions, Monsieur le président, Mesdames et Messieurs, de bien vouloir prendre les décisions suivantes :

Le Conseil communal de Lausanne,

vu le préavis n° 96 de la Municipalité, du 19 août 1999;
ouï le rapport de la commission désignée pour étudier cette affaire ;
considérant que cet objet a été porté à l'ordre du jour,

décide :

1. d'autoriser la Municipalité à passer à la réalisation des travaux de remplacement des turbines 1 et 3 à l'usine de Lavey ;

2. de lui allouer, à cet effet, un crédit d'investissement du patrimoine administratif de 3'140'000 francs, somme à porter au débit du compte "Production" du bilan du Service de l'électricité de la Direction des services industriels ;
3. d'amortir ce crédit au fur et à mesure des dépenses annuelles ;
4. de faire figurer, sous la rubrique 7602.390 "Imputations internes" du budget de la Direction des services industriels, les intérêts relatifs aux dépenses découlant du crédit mentionné sous chiffre 2 ci-dessus.

Au nom de la Municipalité :
Le Syndic
Jean-Jacques Schilt

Le secrétaire
François Pasche