

NÉCESSITÉ DE DONNÉES FIABLES POUR LES ÉTUDES DE RÉFECTION DE PETITES CENTRALES

IGHEM - Montréal 96

par P. De Courval, ingénieur en conception des installations
Hydro-Québec, service Équipements de production
800, boul. de Maisonneuve est, 22^e étage
Montréal (Québec), H2L 4M8, Canada
Téléphone: (514)840-3875 Télécopieur: (514)840-4747

RÉSUMÉ

Plusieurs vieilles centrales de faible puissance possèdent un important potentiel d'amélioration, du moins par MW installé. Pour pouvoir évaluer ce potentiel et statuer sur le bien-fondé de modifier ou non la conception des équipements de production d'une telle centrale, il faut connaître avec précision certaines données relatives à celle-ci. Si ces données sont inexistantes, il est indispensable d'effectuer un essai de rendement sur un des groupes avant d'entreprendre les études de réfection de façon à pouvoir identifier la meilleure solution et appuyer nos décisions sur des données crédibles.

SUMMARY

Old generating stations equipped with small units generally have important improvement potential, at least per MW installed. To establish this potential and justify any modifications to the equipment's design, it is necessary to have accurate information on the units. If this information does not exist, it is important to make an efficiency test on one of the units before undertaking any refurbishment study in order to identify the best solution and base our decision on reliable data.

MISE EN CONTEXTE

Quand l'ensemble des groupes turbines-alternateurs d'une centrale, ou quelques groupes de conception particulière à l'intérieur de celle-ci, totalisent une puissance installée d'environ 25 MW et sont en service depuis plus de 50 ans, comment peut-on évaluer leur potentiel d'amélioration, justifier l'implantation de ces améliorations dans le cadre d'une réfection et s'assurer que ces améliorations seront réellement obtenues à la suite des travaux ? Ici, on vise surtout à améliorer l'énergie productible et la puissance de pointe de la centrale en augmentant soit le rendement global, soit le débit d'équipement, ou encore les deux, selon le cas.

Pour ceux qui exploitent et entretiennent ce type de centrales, la solution consiste habituellement à intervenir lorsqu'il y a une panne et à remettre l'équipement en service le plus vite possible. Implicitement, on présume que cette approche constitue la bonne solution à court terme. Mais à long terme, ces interventions deviennent souvent de plus en plus fréquentes. L'écart entre la rentabilité de l'installation actuelle et celle de l'installation idéale a tendance à augmenter, d'autant plus qu'en parallèle, l'évolution technologique tend à creuser davantage cet écart. Finalement, il devient évident qu'une approche différente s'impose.

Dans la majorité des cas, il nous est apparu que la meilleure approche consistait à établir, en tenant compte des contraintes propres à une réfection, dans quelle mesure il est possible techniquement et économiquement de se rapprocher de la centrale la mieux adaptée aux besoins actuels et aux caractéristiques du site. Conserver telle quelle la conception d'origine à l'intérieur d'un programme global de réfection, nous apparaît une simplification plus ou moins réaliste. Quant à la reconstruction, ces centrales ont sans doute mobilisé toutes les ressources requises au moment de leur réalisation et il serait difficile de justifier un tel effort dans le contexte d'aujourd'hui, compte tenu de l'importance actuelle de ces centrales par rapport au réseau.

POTENTIEL D'AMÉLIORATION

À l'origine, lors de la conception de ces centrales, on a dû supposer plusieurs paramètres, tels la chute nette moyenne, le débit moyen au site, etc. Il se peut même que les caractéristiques de ces centrales aient été établies en fonction du besoin en puissance de l'époque, plutôt qu'en fonction du débit disponible au site. Il est donc probable que les valeurs réelles de ces paramètres, qui peuvent être établies à partir des statistiques d'exploitation de ces centrales, diffèrent des valeurs supposées à l'époque et pour lesquelles l'équipement a été conçu à l'origine. Il pourrait aussi s'avérer qu'avec l'évolution du réseau, on en soit venu à exploiter ces centrales d'une façon différente de celle prévue lors de leur conception. C'est donc parmi ces centrales que l'on trouve les équipements les moins bien adaptés aux caractéristiques du site et où le potentiel d'amélioration par MW installé est le plus grand.

De plus, ces centrales étant généralement les plus anciennes du réseau, les critères de conception qui prévalaient au moment de leur réalisation diffèrent de ceux qui sont utilisés aujourd'hui. Les vitesses d'écoulement étant habituellement faibles par rapport à une conception moderne, il est possible d'augmenter le débit d'équipement sans modifier de façon importante les parties encastrées des groupes. Ces centrales étant généralement de basse chute, avec une courte distance entre la prise d'eau et la sortie des aspirateurs, on peut aussi déplacer le rendement sommet des groupes vers les grandes ouvertures du distributeur sans que les pertes de charge affectent significativement la production énergétique.

Pour ces centrales de basse chute, souvent au fil de l'eau et équipées d'un nombre restreint de groupes, habituellement munis de roues Francis ou Hélice, le rééquipement avec des turbines Kaplan peut améliorer la production énergétique de façon significative :

- En plus d'un gain probable en rendement absolu et en puissance maximum, une machine Kaplan permet, quelles que soient les conditions hydrauliques, de turbiner l'eau au meilleur rendement et à la chute maximum disponible. Ce résultat peut même être obtenu avec le rééquipement d'un seul groupe de la centrale.
- Ce type de turbine permet aussi d'éliminer les contraintes d'exploitation occasionnées par les phénomènes de torche, caractéristiques des turbines à pale fixe.
- Une fois les travaux de réfection terminés, la possibilité de réduire le débit sans affecter le rendement constitue un avantage important par rapport au risque de phénomènes vibratoires ou de cavitation excessive à grand débit, compte tenu de l'absence probable d'un essai sur modèle homologue.

Contrairement au remplacement d'une roue Hélice, le remplacement d'une roue Francis par une Kaplan peut dans certains cas nécessiter des travaux civils importants, tels l'augmentation de la hauteur de l'avant-distributeur ou de la profondeur de l'aspirateur.

BESOIN DE DONNÉES FIABLES

Avant de faire quoi que ce soit, il faut connaître avec précision les caractéristiques du site en question. Sinon, il ne sera jamais possible d'établir un devis technique représentatif des conditions réelles ni d'obtenir des fournisseurs un équipement vraiment adapté. Habituellement, il est possible de retracer parmi les statistiques d'exploitation d'une centrale les caractéristiques réelles du site, tels les niveaux, la chute brute, les débits classés, etc. Il n'est pas rare de constater que les valeurs supposées à l'époque pour la conception des équipements de production de la centrale, diffèrent des valeurs réelles obtenues à partir de son exploitation récente.

Par ailleurs, si on veut établir avec certitude l'existence d'un potentiel d'amélioration, réalisable avec un minimum de risques, il faut connaître avec précision les caractéristiques actuelles des équipements de production de la centrale. Dans le cas des petites centrales où le nombre de MW en jeu est faible, on est fortement limité quand vient le temps de s'assurer de données fiables. Si on fait exception de l'estimation du coût du projet, l'élément majeur de risque est généralement la crédibilité des valeurs accordées au rendement global de la centrale actuelle ainsi qu'à son débit d'équipement.

Pour minimiser les risques, il est donc nécessaire d'effectuer un essai de rendement en centrale avant d'entreprendre les études technoéconomiques. Mais cet essai n'est pas gratuit, et plus on veut minimiser le risque, plus on augmente le coût du projet. Cette difficulté à justifier le coût d'un essai pour obtenir des données fiables est encore plus évidente lorsque le site en question possède une chute relativement basse. En fait, diminuer la chute de moitié réduit la production de moitié, mais cela n'affecte pas d'une façon significative les coûts de réfection de la centrale. Dans un tel contexte, doit-on quand même effectuer un essai en centrale sur un des groupes ?

À moins qu'il ne soit établi au départ qu'il est hors de question de modifier la conception des équipements de production existant, nous croyons cet essai nécessaire pour les raisons suivantes :

Bien souvent, la seule information disponible sur le rendement des groupes provient du manufacturier d'origine et elle n'est même pas basée sur un essai modèle. Un essai absolu en centrale nous permet d'obtenir une courbe de rendement, incluant la détérioration des équipements. On peut par la suite établir le rendement global de la centrale. Ce rendement global constitue la base de référence pour évaluer la rentabilité de toute amélioration potentielle.

- En connaissant précisément la courbe de rendement de la centrale, il devient possible de déterminer, à partir de la production historique, le débit réel turbiné au site. Cet essai permet aussi d'évaluer les pertes de charge en amont de la bêche spirale en fonction des débits turbinés. On peut alors établir la chute nette réelle disponible pour la turbine à partir des chutes brutes classées. Un devis technique avec des données exactes permet d'identifier des solutions réalistes et mieux adaptées au contexte.
- De plus, cet essai permet de localiser précisément les zones d'instabilité et de mieux définir les contraintes d'exploitation. Pour être réaliste, l'évaluation des variantes doit prendre en compte les contraintes d'exploitation. Surtout s'il existe une possibilité de remplacer une roue à pale fixe par une roue Kaplan.
- Enfin, cet essai peut permettre de déceler ou de mieux connaître un comportement anormal de la machine et faciliter l'identification d'un correctif avant d'entreprendre le projet.

Si, en plus, on profite de cet essai absolu pour calibrer un indice et qu'on répète cet indice après les travaux de réfection :

- Cet essai permettra d'obtenir l'information nécessaire pour exploiter d'une façon optimale les futurs groupes de la centrale.
- Cet essai permettra aussi de confirmer dans quelle mesure les gains escomptés ont réellement été obtenus et si des ajustements sont requis avant de poursuivre le programme des travaux.

Avec cette approche, on peut sans problème exiger du manufacturier, de façon contractuelle, la position du rendement sommet par rapport à la puissance, la chute de rendement au-delà de la position du sommet et la puissance maximum du groupe. Ces paramètres sont facilement vérifiables sans équivoque. On peut même se réserver le droit d'interrompre les travaux si les résultats obtenus nous semblent insatisfaisants.

ÉVALUATION DES VARIANTES

Une fois les caractéristiques réelles du site et la courbe de rendement de la centrale existante connues avec suffisamment de précision, il reste à identifier et à évaluer sur le plan économique des variantes de réfection qui, en plus de prolonger la vie de la centrale, devraient permettre d'améliorer sa production à long terme.

Pour évaluer économiquement ces variantes, on doit établir la production énergétique de chacune d'entre elles. On simule donc l'exploitation future de la centrale, équipée selon chacune de ces variantes, incluant sa conception actuelle remise à neuf. Il s'agit ensuite de comparer ces chiffres à ceux qui correspondent à la production historique récente de la centrale actuelle. Le coût des travaux ainsi que les pertes de production associées à ces travaux sont aussi pris en considération. Il est important que l'ingénierie ait déjà établi que les variantes retenues à ce stade-ci sont techniquement réalisables.

Pour simuler l'exploitation future d'une centrale selon des variantes de réfection, il faut établir les performances des équipements de production qu'on se propose d'y installer. Il est donc nécessaire, à ce stade-ci, de mettre à contribution un ou plusieurs fabricants de groupes turbines-alternateurs. Ces derniers possèdent des outils qui permettent d'évaluer la performance de leurs équipements pour différentes contraintes imposées par le devis technique. Ces outils sont principalement l'essai sur modèle et les simulations mathématiques. Toutefois, la précision et la crédibilité des performances anticipées sont aussi proportionnelles au coût des outils utilisés.

Généralement, dans le cas de petites centrales, compte tenu du nombre de MW en cause, le coût d'un essai homologue sur modèle ne peut pas être justifié, d'autant plus qu'avec le manque de dessins, un relevé en centrale sera probablement nécessaire pour établir avec certitude la géométrie des passages hydrauliques entre l'entrée de la bêche et la sortie de l'aspirateur. Évidemment, si on désire absolument prendre le minimum de risques, et qu'on ne peut pas se payer un essai sur modèle homologue, il peut sembler logique, à première vue, d'exiger des équipements de production dont la conception est identique à celle des équipements existants. Mais si on exige d'un fournisseur exactement ce qu'un autre fournisseur a conçu et fabriqué il y a plus de 50 ans, il est fort probable qu'en bout de ligne, on se retrouve malgré tout avec un équipement de conception différente. Il semble donc que pour la réfection de petites centrales, refuser tout risque conduit inévitablement aux solutions les moins intéressantes.

Il faut accepter que pour maintenir la rentabilité d'un projet de réfection d'une petite centrale, il faille prendre un risque plus élevé que pour une centrale plus puissante. Les conséquences auxquelles on s'expose sont par contre de moindre envergure. Toutefois, les efforts doivent être mis aux bons endroits. Une perte de rendement de un pour cent sur une machine de faible puissance peut s'avérer tolérable. Par contre, un problème chronique de cavitation pourrait être désastreux. Pour une petite centrale, les problèmes d'ingénierie sont les mêmes que pour une centrale plus puissante. Une expertise de qualité et une vaste expérience en réfection, autant chez le manufacturier que chez l'exploitant, sont donc plus nécessaires encore, puisque les bonnes décisions doivent être prises avec moins d'information. Si on a une crainte raisonnable à l'égard d'un phénomène particulier, une simulation mathématique ou un essai non homologue peuvent s'avérer des outils valables.

CONCLUSION

Toute l'expérience acquise au cours des dernières années avec les programmes de remplacement de roues devrait être mise à contribution dans les cas de réfections de petites centrales où le nombre de MW nous limite à un minimum d'ingénierie. Dans ces programmes de remplacement de roues, bien des erreurs auraient pu être évitées si un essai sur modèle homologue avait été exigé systématiquement. Par contre, dans certains cas, l'omission de cet essai s'est avérée la bonne solution sur le plan économique.

Dans un contexte où la réfection de petites et moyennes centrales à l'intérieur de contraintes de rentabilité constitue une réalité incontournable, il est indispensable de connaître avec précision la courbe de rendement des équipements de production existants pour établir le potentiel d'amélioration réalisable à l'intérieur d'un programme de réfection. Aussi, le besoin d'information de ce genre est susceptible d'augmenter au cours des prochaines années, et l'essai de rendement en centrale pourrait avoir à satisfaire un ensemble de besoins plus vaste que la seule validation des clauses contractuelles de rendement.

Pour une centrale existante, si aucune donnée crédible n'est disponible sur les performances des groupes turbines-alternateurs, sur les débits historiques ou sur les pertes de charge, l'essai de rendement sur un des groupes avant d'entreprendre les études de réfection ne devrait pas être omis. Pour un coût relativement faible, cet essai peut s'avérer déterminant face à des décisions qu'il est préférable de prendre le plus tôt possible dans une démarche de réfection. Par exemple, pour savoir s'il est avantageux ou non de modifier la conception des groupes turbines-alternateurs de cette centrale.