

MODÉLISATION DES PALIERS D'ALTERNATEUR 1300 MW PAR CHAÎNAGE EDYOS/CODE_ASTER APPUI À L'EXPLOITANT DANS L'OPTIMISATION DE LA MAINTENANCE ET L'AMÉLIORATION DE LA SURVEILLANCE

M. Hélène, J. Beaurain (EDF / R&D / AMA);
R. Hamam (EDF / DIN / SEPTEN)

CONTEXTE

Les paliers hydrodynamiques présents dans les groupes turbo-alternateurs sont des composants clés pour la disponibilité de la production d'électricité des centrales nucléaires et conventionnelles (Figure 1). Ces matériels, assurant le guidage et le supportage de lignes d'arbres de plusieurs centaines de tonnes, sont considérés comme sensibles pour plusieurs raisons. La première est liée à leur nature fortement "multi échelles". En effet, un palier de turbine d'un groupe turbo-alternateur mesure de l'ordre d'un mètre de diamètre, reprend une charge de l'ordre de 200 tonnes, mais fonctionne avec une épaisseur de film d'huile d'environ 100 microns. Un bon fonctionnement de ce palier requiert donc la parfaite maîtrise de paramètres de réglage, nombreux, complexes et pointus. Une autre raison du caractère sensible des paliers réside dans le fait qu'ils peuvent être soumis à des défauts, ou des conditions de fonctionnement non nominales. On peut citer par exemple la présence de rayures sur la soie des rotors ou bien encore de mésalignements importants. Dans ce cas, il est nécessaire de savoir maîtriser avec précision la nature potentiellement dangereuse de ces situations. Le retour d'expérience (REX) concernant des avaries de paliers ayant mené à des fortes indisponibilités est relativement bien connu, et des enseignements en ont été naturellement tirés. Néanmoins, cette connaissance a posteriori, ne permettra jamais d'anticiper et de prédire des conjonctions de situations non encore rencontrées ou bien des

phénomènes nouveaux. C'est là qu'intervient la nécessité de disposer d'outils numériques et de méthodes fiables et robustes dans la prédiction du comportement des paliers du parc en exploitation, en fonctionnement normal et dégradé. Cette capacité d'analyse par calcul permet la compréhension des causes de certaines avaries et peut évaluer et proposer des solutions palliatives. Le calcul peut également être utile dans certaines conditions d'exploitation (dériver de température, présence de rayures, basculement palier, mauvais réglages, etc...), afin de statuer sur la conduite à adopter qui peut consister, par exemple, à moduler les paramètres de surveillance de la machine jusqu'à la prochaine visite programmée.

CHAINAGE ENTRE EDYOS ET CODE_ASTER POUR LA PRISE EN COMPTE DES DÉFORMATIONS ÉLASTIQUES

EDYOS est le code de calcul pour la simulation numérique du comportement statique et dynamique des organes de supportage des machines tournantes principales du parc de production d'électricité, telles que Turbines, Alternateurs, Groupes Moto-Pompes Primaires, Pompes Alimentaires et Pompes de Sauvegarde. Ce logiciel est la propriété d'EDF et est issu du partenariat historique entre EDF R&D et l'institut Pprime de Poitiers autour de la compétence "tribologie" et "mécanique du contact

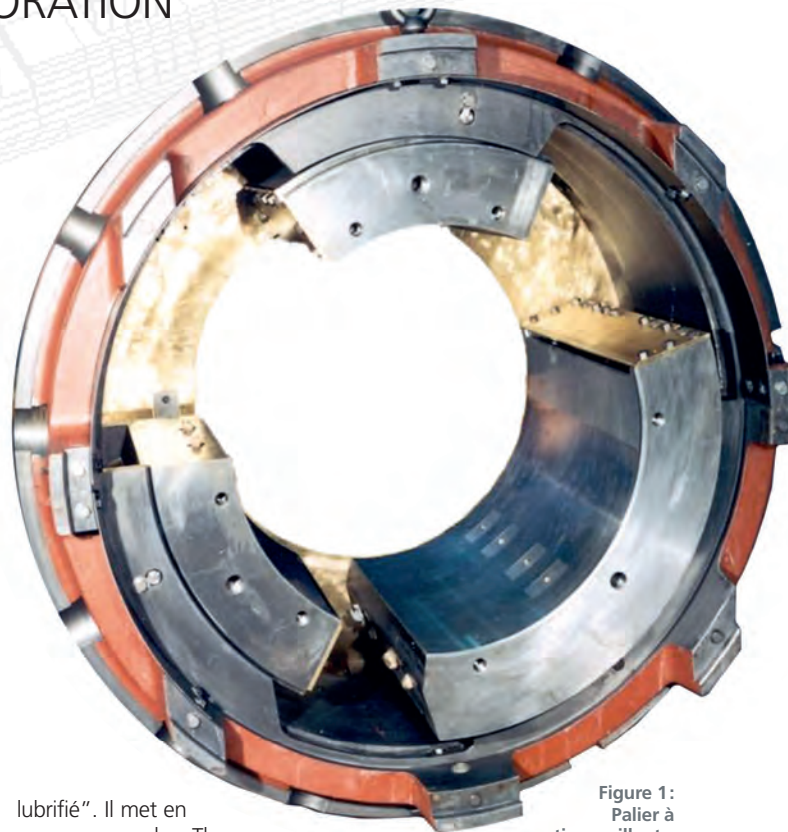


Figure 1:
Palier à
patins oscillants.

lubrifié". Il met en œuvre une analyse Thermo-Hydro-Dynamique (THD) par la résolution des équations de Reynolds pour le champ de pression dans le film d'huile et la résolution des équations de l'énergie et de la chaleur pour la prise en compte des effets thermiques dans le film d'huile et dans les solides (Figure 2). Or, des études antérieures ont montré qu'un calcul de palier, pour être très prédictif, devait intégrer les déformations des patins des paliers soumis à des chargements thermiques et mécaniques. Ceci est d'autant plus vrai que les conditions de fonctionnement du palier sont sévères. C'est le rôle de la modélisation Thermo-Elasto-Hydro-Dynamique (TEHD) qui allie modélisation THD et calcul thermo-mécanique, c'est à dire que la géométrie des patins n'est plus considérée comme indéformable, mais qu'on tient compte du fait que le patin se déforme

sous l'action des champs de pression et de température. La modélisation TEHD consiste en une succession de calculs THD réalisés avec EDYOS d'où sont extraits les champs de température et de pression à la surface des patins. Ces champs sont utilisés comme conditions aux limites dans un calcul thermo-mécanique réalisé avec Code_Aster qui calcule le champ de déformation des patins. Le champ de déplacement à la surface du patin est ensuite extrait puis imposé comme défaut de géométrie du patin dans le calcul EDYOS suivant. Ce chaînage continue jusqu'à stabilisation des différentes grandeurs principales du calcul EDYOS, à savoir: épaisseur minimale de film, température et pression maximales.

MODÉLISATION DES PALIERS D'ALTERNATEUR 1300 MW PAR CHAÎNAGE EDYOS/CODE_ASTER APPUI À L'EXPLOITANT DANS L'OPTIMISATION DE LA MAINTENANCE ET L'AMÉLIORATION DE LA SURVEILLANCE

M. Hélène, J. Beaurain (EDF / R&D / AMA); R. Hamam (EDF / DIN / SEPTEN)

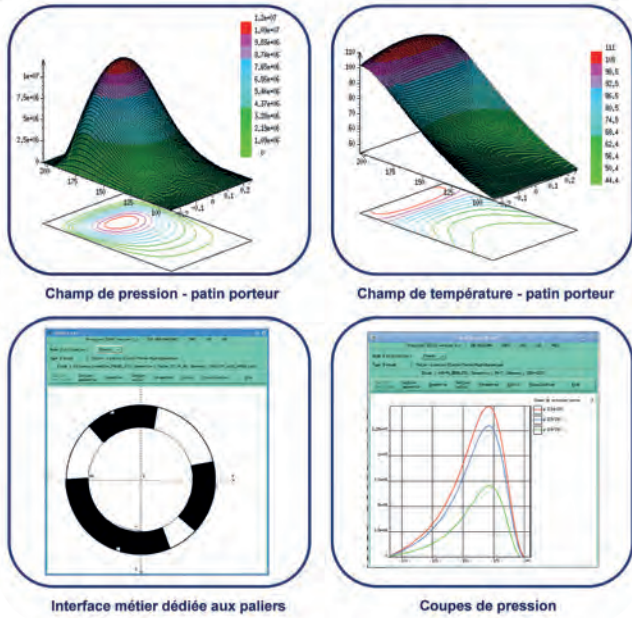


Figure 2: Proiciel EDYOS.

OBTENTION D'UN MODÈLE DE RÉFÉRENCE RECALÉ DE PALIER D'ALTERNATEUR

L'étude est basée sur la géométrie d'un palier alternateur 1300 MW (Figure 3). Le modèle de référence pour le palier en fonctionnement nominal est obtenu par un recalage sur les principaux paramètres de la modélisation, comme les coefficients d'échange thermique, les températures ambiantes ou encore les caractéristiques du lubrifiant. La seule mesure sur site qui permette ce recalage est la température aux sondes, situées dans le patin porteur et qui se situe aux alentours

de 100°C. Toutefois, une fois ce modèle recalé obtenu, certaines corrélations ont pu être effectuées et ont conduit à avoir un bon degré de confiance dans le modèle établi. Sur la base du cas de référence, on constate une très bonne concordance entre la zone de température maximale évaluée par calcul et la localisation de la zone de "verniss" correspondant en pratique à la zone de température maximale (Figure 4). De plus, la sensibilité du modèle en présence de mésalignement a été évaluée et comparée au REX disponible, indiquant également un très bon comportement du modèle pour prédire le comportement du palier en cas de basculement.

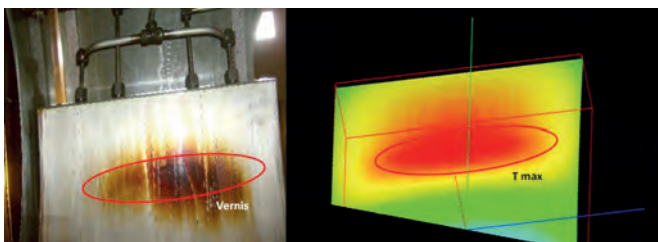


Figure 4: Corrélation entre zone de « vernis » et zone de température maximale.

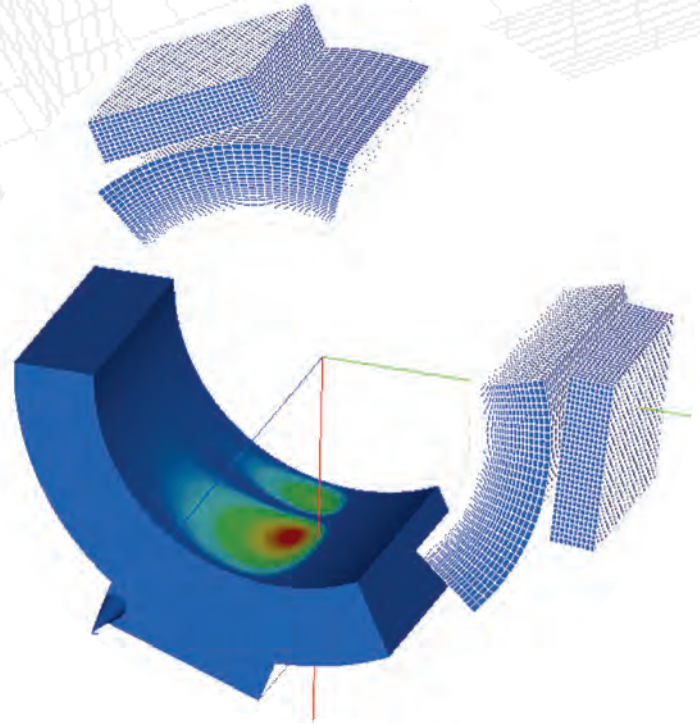


Figure 3: Maillage du palier en 3D et visualisation des résultats dans Salome-Meca.

CONCLUSION

Le chaînage avec Code_Aster permet à EDYOS d'améliorer grandement le caractère prédictif des calculs de paliers. Un modèle de palier d'alternateur 1300 MW est d'ores et déjà opérationnel dans le but d'effectuer des études pour l'appui au parc en exploitation. La première application sera l'étude de la nocivité des rayures de soie d'arbre et la proposition de critères de surveillance adaptés (Figure 5).

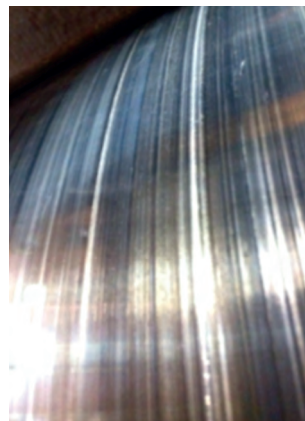


Figure 5: Soie d'arbre rayée.

