Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 105 (2014)
Heft: 11

Artikel: Maintenance des centrales hydroélectriques
Autor: Géhant, Benoit / Todde, Carlo
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-856313

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Maintenance des centrales hydroélectriques

Optimisation d'un programme d'investissements

La situation du marché de l'électricité, avec des prix extrêmement bas que l'on connaît actuellement, pousse les producteurs hydroélectriques à différer leurs investissements. Mais jusqu'où peut-on aller dans la réduction des budgets sans compromettre la pérennité des infrastructures ? Avec l'aide d'Oxand, la Direction Energie de Groupe E a expérimenté pour la centrale de Montbovon la démarche d'optimisation des budgets sur la base des risques.

Benoît Géhant, Carlo Todde

Il y a seulement dix ans, le secteur de l'hydroélectricité développait de grands projets et nourrissait de belles ambitions. Qui aurait pu prédire alors l'actuelle inversion de tendance orientée vers une réduction des investissements ? Pourtant cette réalité est bien là aujourd'hui : les prix de l'électricité sont historiquement bas, à tel point qu'ils couvrent parfois à peine les coûts de production grevés par l'amortissement des investissements passés. Et même si les prévisions peuvent être rapidement démenties par une réalité changeante, beaucoup d'acteurs du marché de l'énergie s'accordent à dire que la situation ne devrait guère évoluer à court terme.

Une nécessité : maîtriser les coûts

Dès lors, il devient indispensable de limiter les budgets d'investissement et de maintenance, au sens large, pour ne pas continuer à dégrader la rentabilité des aménagements. Néanmoins, les installations se déprécient d'autant plus rapidement, car les conditions d'exploitation sont devenues plus contraignantes : pour tirer le meilleur parti des ouvrages, bon nombre de producteurs optimisent désormais le placement de la production sur le marché, ce qui accroît généralement le nombre de démarrages et d'arrêts sur des machines qui étaient plutôt conçues pour produire en « ruban ».

C'est exactement la situation de la centrale de Montbovon, qui date des années 1970 et n'a pas subi de grosses réhabilitations depuis, hormis des révisions périodiques, jusqu'à la fin des années 1990. Depuis, aucune révision n'a été réalisée, sans que le comportement de la centrale en exploitation ne se dégrade visiblement. Aussi, se pose la question de savoir combien de temps on pourra encore attendre avant la prochaine grosse intervention, alors que plusieurs composants majeurs atteignent ce que l'on considère comme la fin de leur durée de vie utile, tout en restant en excellent état de fonctionnement.

Investir en période de crise ?

Paradoxalement, la situation actuelle du marché peut aussi offrir dans une certaine mesure des opportunités. Comme les prix de marché sont bas, les indisponibilités engendrent moins de pertes, et les engagements de vente pourront être tenus en s'approvisionnant sur le marché de l'énergie. Le risque d'indisponibilités fortuites peut alors devenir plus acceptable, à condition qu'elles soient peu fréquentes et brèves.

Par ailleurs, les ingénieurs et exploitants ne manquent pas de faire remarquer que l'on peut, dans ces périodes de vaches maigres, obtenir de bons prix de la part de fournisseurs qui peinent à remplir leurs carnets de commandes. Il serait donc judicieux d'investir au moment où les indisponibilités coûtent peu, pour disposer d'installations totalement opérationnelles lorsque la situation du marché s'améliorera.

Faut-il investir pour préparer l'avenir, comme le suggèrent exploitants et ingénieurs ? Faut-il au contraire laisser venir les pannes en s'y préparant, et attendre

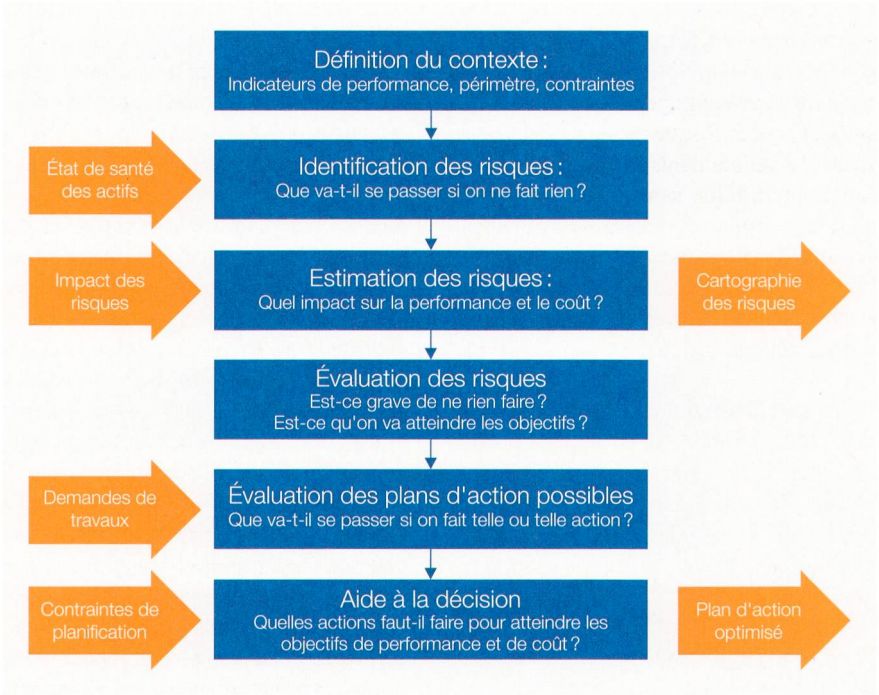


Figure 1 Les principales étapes de la démarche d'optimisation d'un programme de maintenance par les risques.

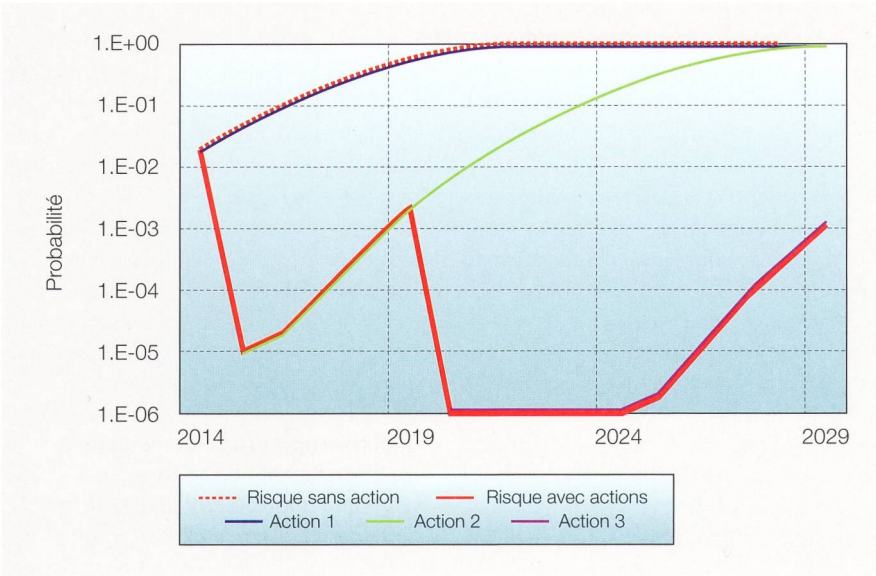


Figure 2 Exemple d'évolution d'un risque, effet de trois actions de réduction des risques et situation du risque après réalisation des actions.

des jours meilleurs pour investir ? C'est la question à laquelle l'analyse des risques et l'optimisation veulent proposer une solution.

Bases et principes de la démarche

Le besoin fondamental du gestionnaire d'actif est de prioriser les besoins (entre aménagements), de choisir entre plusieurs variantes d'investissement (pour un même besoin) et d'optimiser le plan d'action (date d'intervention). Dans ce sens, l'approche risques permet de distinguer :

- des investissements indispensables à court terme pour réduire la criticité de risques inacceptables, dont on peut mieux justifier le besoin budgétaire auprès des décideurs, en s'appuyant sur la Politique de Gestion des Risques ;
- les investissements non-urgents que l'on peut différer sans prise de risque excessive, éventuellement moyennant des mesures d'exploitation provisoires (surveillance, monitoring, actions préventives…), voire toute autre mesure qui permet de réduire l'impact du risque (arrêt d'exploitation, assurance des pertes d'exploitation,…). Finalement, la démarche doit indiquer ce qu'il faut faire à court, moyen et long terme pour garantir la performance économique de l'exploitation dans la durée, tout en maîtrisant les risques pour la sécurité des personnes et des biens.

Probabilité					
	D	1	2		
	C	3	7		
	B	1	7	5	2
	A		4	5	5
		I	II	III	IV
		Gravité			

Tableau 1 Exemple de matrice de risque conforme à la politique de gestion des risques.

Mise en œuvre pratique

En pratique, la démarche (figure 1) s'inspire étroitement des étapes de la gestion des risques suivant la norme ISO 31 000. Néanmoins l'optimisation du programme d'actions dans le temps nécessite :

- de quantifier l'effet des risques selon les axes disponibilité (nombre de jours d'arrêt de X groupes) et coût de remise en état ;
- de définir une « fonction de valeur » de l'aménagement, c'est-à-dire le lien entre performance (disponibilité) et sa valeur financière, qui permet de comparer les différents scénarios sur le seul critère du coût total du scénario.

L'évolution dans le temps de chaque risque est estimée selon (1) l'évolution probable du risque en l'absence de toute action (vieillissement) et (2) l'effet des actions, en fonction de la date à laquelle elles sont planifiées. Une courbe d'évolution de probabilité peut alors être tracée pour chaque risque, selon l'exemple de la figure 2.

L'ensemble des risques peut être transposé dans la matrice de risques conforme à celle de la politique de gestion de risques du gestionnaire d'actifs (exemple en tableau 1), ce qui permet de définir les risques inacceptables à traiter en priorité. Il est en effet important que des risques majeurs pour la sécurité des personnes soient traités dans tous les scénarios d'actions, même lorsque ce n'est pas « rentable », afin de garantir la cohérence avec la politique de risque du gestionnaire d'actifs.

Zusammenfassung **Unterhalt von Wasserkraftwerken**

Risikobasierte Investitionspriorisierung

Die aktuell tiefen Energiepreise auf dem Spotmarkt, die so von den Elektrizitätsunternehmen in ihren Langfristplanungen nicht vorgesehen waren, zwingen die Betreiber von Wasserkraftwerken dazu, ihre Betriebskosten zu optimieren. Eine kritische Würdigung der vorgesehenen Investitionen in die Produktionsanlagen ist einer der Ansatzpunkte, die jährlichen Kapital- und Abschreibungskosten zu senken. Dies bedingt eine Abkehr von der bisherigen Philosophie der systematischen periodischen Instandhaltung hin zu einer rentabilitätsorientierten Betrachtungsweise. Auf die daraus folgende Veränderung der bisherigen Rollen von Betreibern, Planern und Assetmanagern sind die Beteiligten nur schlecht vorbereitet. Die Risikoanalyse stellt ein Instrument dar, die Kommunikation zwischen den Beteiligten zu objektivieren, indem sie die Kraftwerkperformance ins Zentrum stellt und die Massnahmen auf dieses gemeinsame Ziel aller Beteiligten fokussiert.

Ausgehend von den gesammelten Erfahrungen im operativen Risikomanagement hat die Energiedirektion der Groupe E eine risikobasierte Projektpriorisierungsmethode eingeführt und im Herbst 2013 am Beispiel des Kraftwerks Montbovon in einem Pilotprojekt getestet. Die identifizierten Risiken wurden in Bezug auf die Alterung sowie die Auswirkungen auf Finanzen und Anlagenverfügbarkeit quantitativ bewertet. Diese Methode erlaubt, verschiedene technisch mögliche Szenarien zur Kostenreduktion zu vergleichen und die erzielbaren Einsparungen einer bewussten und kontrollierten Risikoübernahme gegenüberzustellen. Durch die systematische Analyse sind die Akteure übereingekommen, lediglich eine Teilrevision vorzunehmen und das Risiko eines teilweisen Produktionsausfalls in Kauf zu nehmen. Das Vorgehen entspricht der neuen Assetmanagementnorm ISO 55 000, welche die durch die Infrastruktur geschaffenen Werte (Produktionseinnahmen minus Kosten minus Risiko) ins Zentrum stellt und die Entwicklung der Risikosituation als Entscheidungsgrundlage einsetzt. Cr

À partir de la liste des risques et de différents scénarios d'actions pour les réduire, le coût et la disponibilité attendus sur un horizon de temps fixé sont simulés à l'aide de méthodes probabilistes, résultant sur une vision médiane (50% de risque que l'indisponibilité, respectivement le coût, soit supérieure à la valeur annoncée) et une vision conservative (10% de risque que l'indisponibilité, respectivement le coût, soit supérieure à la valeur annoncée). Grâce à la fonction de valeur définie préalablement, l'ensemble des indicateurs de performance peut être agrégé au coût des actions et du risque.

Outils d'aide à la décision

À l'issue de la simulation, on dispose au moins des deux scénarii extrêmes suivants (figure 3):

- Le scénario de référence qui correspond aux pratiques habituelles de maintenance périodique et systématique. En règle générale, ce scénario est le plus onéreux en termes d'actions et d'indisponibilités programmées. Il offre un bon niveau de performance et une faible exposition au risque.
- Le scénario « ne rien faire » ou « investissements minimaux », dans lequel on ne traite que les risques inacceptables, le plus souvent par des actions peu onéreuses de surveillance ou de protection, pouvant aller jusqu'à l'arrêt préventif d'une installation dangereuse plutôt que d'investir. En pratique, ce scénario consiste à attendre la panne pour intervenir, avec très peu d'actions préventives. L'essentiel de son coût est constitué de risques qui se réalisent, mais ce scénario pourrait s'avérer très économique si aucun risque ne se réalise.

La comparaison de ces deux scénarios extrêmes (figure 4a) fait apparaître les marges de manœuvre qui existent pour réduire les coûts d'investissement moyennant une certaine prise de risque : plus le gestionnaire d'actifs veut sécuriser sa performance, plus il doit investir. Au contraire, s'il accepte un risque maximum, il peut se contenter d'investir très peu.

Dans les scénarios dits « optimisés » (figure 4b), les dates des différents investissements sont programmées pour maximiser la performance suivant la fonction de valeur, tout en traitant les risques inacceptables pour la sécurité ou l'environnement. L'idéal est de trouver un scénario à la fois peu risqué et économique.

Résultats obtenus pour Montbovon

Compte tenu de sa situation, l'application de la démarche à la centrale Montbovon a permis d'établir plusieurs variantes d'un scénario de maintenance « opti-

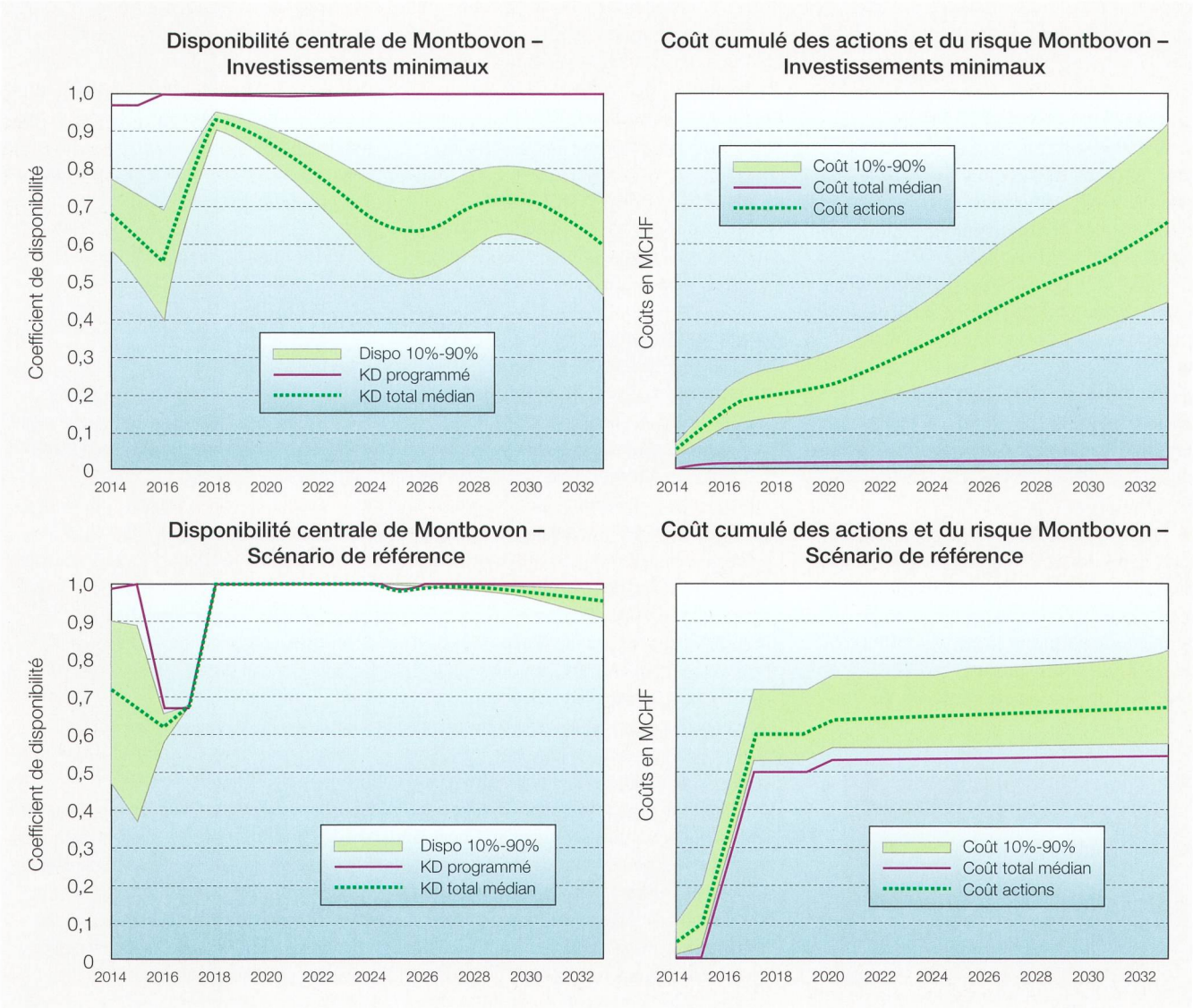
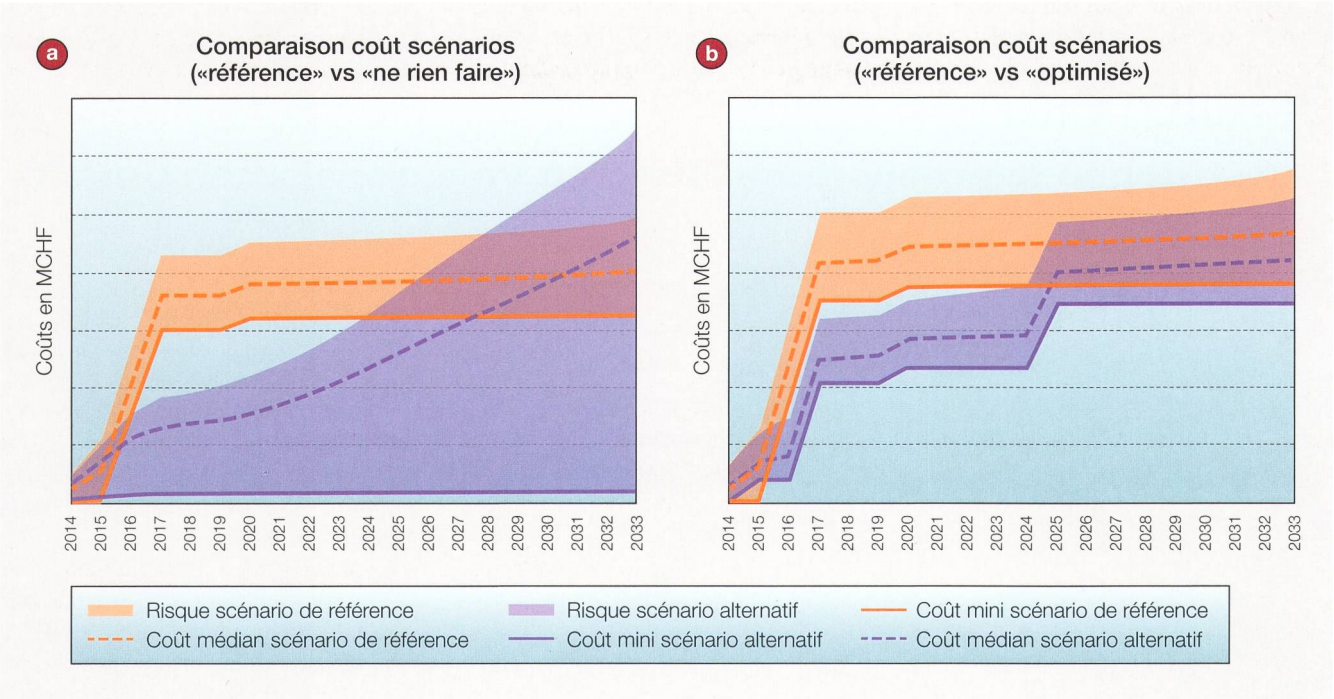


Figure 3 Disponibilité annuelle et coût cumulé pour deux scénarios d'actions (investissements minimaux et référence).
Chaque résultat est donné avec une valeur optimiste (10% de chance seulement d'atteindre les objectifs), médiane (50% de risque de dépassement) ou conservative (seulement 10% de risque de dépassement).



Figures: Oxand

Figure 4 Comparaison du coût du risque (y compris coûts d'indisponibilité) des scénarii « ne rien faire » (à gauche) et « optimisé » (à droite) avec celui du scénario de référence.

misé ». Il consiste à réviser les deux groupes non plus en même temps (ce qui se faisait historiquement et permettait de profiter de mutualisations entre révisions) mais à plusieurs années d'intervalle (ce qui améliore la répartition des dépenses dans le temps).

La complexité de ce genre d'étude consiste à déterminer les lois d'évolution de la probabilité des risques, ainsi que la valeur actuelle de la probabilité. Cette tâche associe étroitement:

- l'exploitant de la centrale qui apporte sa connaissance de l'état des matériels et ouvrages, des problèmes rencontrés en exploitation;
- les experts de l'ingénierie qui apportent leur connaissance des technologies, des modes de défaillance et des moyens d'y faire face;
- le gestionnaire d'actifs qui formalise la fonction de valeur de l'aménagement et la communique aux autres participants.

Il en résulte d'une part que la décision de retenir telle stratégie plutôt qu'une autre est basée sur des éléments objectifs, utilisant au mieux les connaissances de l'exploitant et des spécialistes de l'ingénierie. La démarche fournit un cadre méthodologique pour structurer ce savoir et l'organiser, ce qui clarifie le rôle de chaque protagoniste: la décision repose sur un savoir collectif et non plus sur un avis d'expert. L'expert, ainsi libéré du poids d'une décision qui ne lui appartient pas, peut se concentrer sur la compréhension des mécanismes de vieillissement et leur cinétique.

D'autre part, les différents acteurs ont pu exprimer leur point de vue sur la stratégie à retenir et, selon la stratégie retenue, chacun peut en comprendre les critères de choix. La mise en œuvre d'une telle démarche appliquée à un cas concret peut être un élément facilitant l'appropriation de la culture « gestion d'actifs » au sein des entreprises.

Ainsi, trois principes fondamentaux de la nouvelle norme ISO 55 000 sont mis en œuvre de façon opérationnelle au travers d'un projet concret, à savoir (1) la focalisation sur la valeur créée par l'infrastructure, (2) l'utilisation de l'analyse des risques comme support aux décisions et (3) l'alignement des différents acteurs de la gestion d'actifs sur un même but. Avec cette approche, un premier pas vers un système de gestion des actifs performant a été franchi.

Liens

- www.oxand.com
- www.groupe-e.ch

Auteurs

Benoît Géhant est ingénieur diplômé de l'École Supérieure d'Électricité (France). Après une dizaine d'années d'expérience dans l'ingénierie hydroélectrique et comme exploitant de centrales, il a rejoint Oxand Sàrl en 2010 comme consultant en gestion des risques et des actifs industriels, spécialisé dans le domaine hydroélectrique et les réseaux d'énergie.

Oxand Sàrl, 1005 Lausanne
benoit.gehant@oxand.com

Carlo Todde est diplômé de l'École d'Ingénieurs de Fribourg (ingénieur HES) et de l'École Polytechnique de Montréal (M. Sc. A.). Après avoir travaillé dans les secteurs miniers et de l'aluminium au Canada, il a rejoint Groupe E en 2001 où il a assumé les fonctions de chef de projets et de spécialiste dans les domaines du transport et de la production d'énergie, ainsi que de gestionnaire d'actifs de production. Actuellement, il exerce la fonction de gestionnaire de risques au sein de la Direction Énergie.

Groupe E SA, 1763 Granges-Paccot
carlo.todde@groupe-e.ch

Anzeige

Ihre Luftbrücke in die Heimat.

Jetzt Gönnerin oder Gönner werden: 0844 834 844 oder www.rega.ch

rega