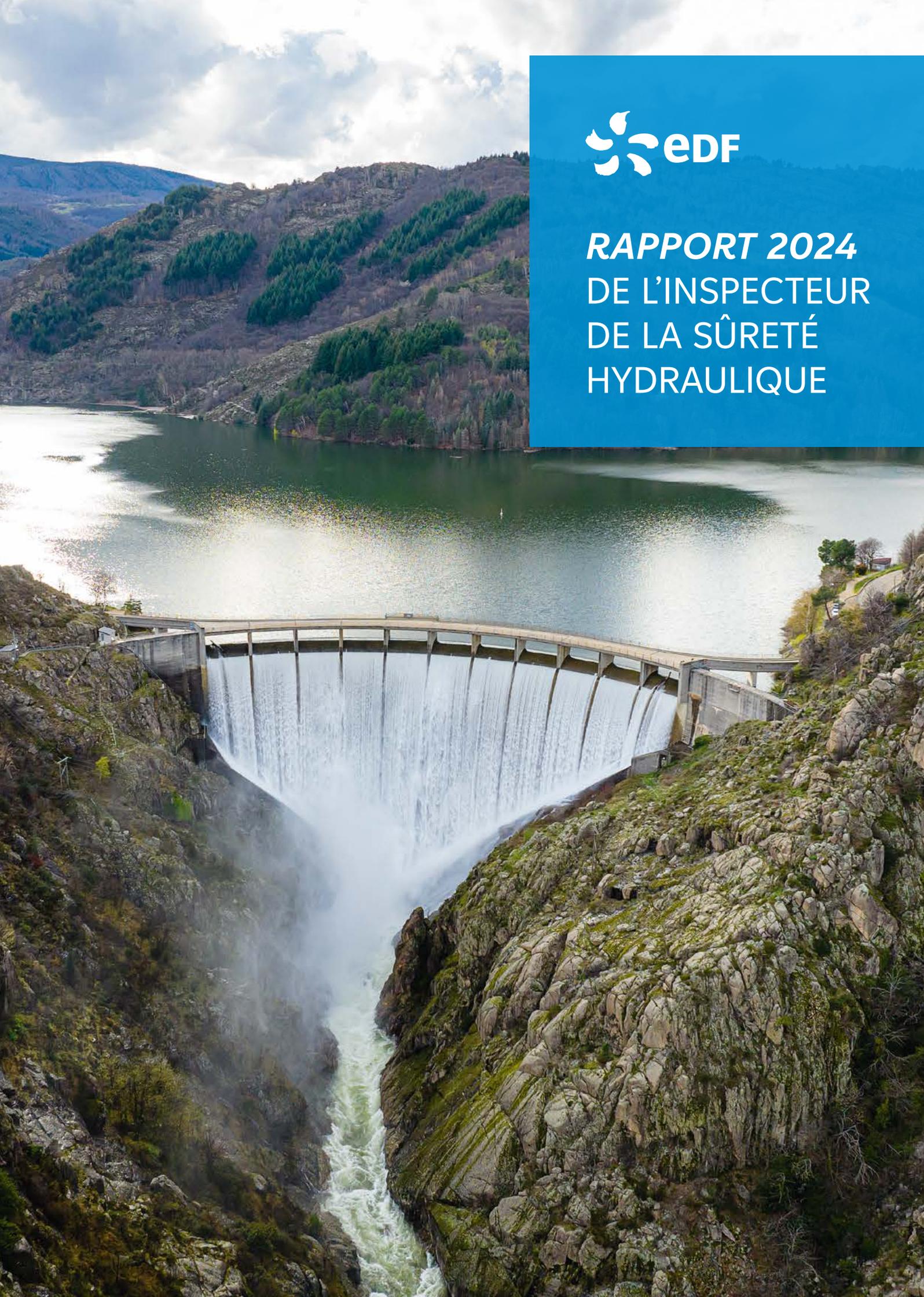




RAPPORT 2024
DE L'INSPECTEUR
DE LA SÛRETÉ
HYDRAULIQUE



SOMMAIRE

Avant-propos	3
Recommandations	4
Le contexte 2024	6
Le management et le pilotage de la sûreté	12
Les résultats 2024	22
La surveillance et le maintien du patrimoine	26
La gestion des crues	34
L'exploitation hors crue	38
SEI Guyane	42
Annexes	46
Lexique	50

AVANT-PROPOS

Ce rapport annuel est destiné d'abord au président-directeur général d'EDF avec pour objectif de présenter **mon évaluation du niveau de sûreté hydraulique dans le groupe EDF en 2024** au sens de la sécurité industrielle liée aux risques vis-à-vis des personnes et des biens créés par la présence et l'exploitation des aménagements hydroélectriques.

Il couvre les activités des métiers hydrauliques exercées principalement par EDF Hydro (six unités d'exploitation, deux unités d'ingénierie), les ingénieries du groupe EDF chargées de prestations pour EDF Hydro (UNITEP, unité nationale des technologies numériques du producteur et UFPI, unité de professionnalisation pour la performance industrielle), la filiale d'exploitation SHEMA, le centre SEI de Guyane.

La programmation annuelle des inspections de 2024 a été respectée.

Ce rapport s'adresse également à tous les acteurs de la sûreté hydraulique, la directrice d'EDF Hydro, le directeur de la DTEAM (division thermique expertise et appui industriel multi métiers), le directeur de la nouvelle entité DIGIT (direction opérations Groupe informatique et télécoms), le directeur de SEI Guyane, dont la responsabilité les conduit à alimenter les réflexions sur la sûreté. Il vise à leur proposer un regard externe ainsi que des axes de progrès et des objectifs d'amélioration pour continuer à renforcer le management de la sûreté et la maîtrise des risques associés.

Au cours de mes inspections, je me suis attaché à **observer, avec les acteurs de terrain, les process au plus près de leur réalisation opérationnelle** pour en évaluer l'efficacité, les écarts aux référentiels et le niveau d'exigence attendu. Chaque inspection a fait l'objet de retours à l'attention du directeur d'entité pour l'aider à construire ses plans de progrès. J'ai rencontré des **équipes très mobilisées, inscrites dans une dynamique de progrès** envers la sûreté. En témoignent notamment la multitude de bonnes pratiques et d'innovations qui émergent et dont les plus significatives que j'ai relevées figurent dans ce rapport.

En synthèse, je formule deux recommandations à l'adresse du management: issues d'un regard nourri de mes expériences en exploitation et ingénierie ainsi que des constats réalisés au cours de mes trois années précédentes en tant qu'inspecteur sûreté hydraulique. **Je les complète de 2 points d'attention** plus conjoncturels. Je mentionne aussi **15 recommandations complémentaires** dans le corps du rapport à l'attention des métiers et de la filière sûreté pour les aider à progresser collectivement dans le registre de la sûreté.

Ce rapport est rendu public et peut apporter un éclairage à tous ceux qui sont concernés ou intéressés par la production hydroélectrique et par les actions du groupe EDF pour la rendre toujours plus sûre.

Je tiens à remercier les pairs qui m'ont accompagné pour leur disponibilité, leur regard challengeant et leur contribution, ainsi que les responsables d'entités et tous leurs collaborateurs pour la qualité de leur accueil, leur attitude de transparence, leur disponibilité et leur volonté exprimée de travailler à progresser ensemble au service de la sûreté des installations hydroélectriques exploitées par le groupe EDF.

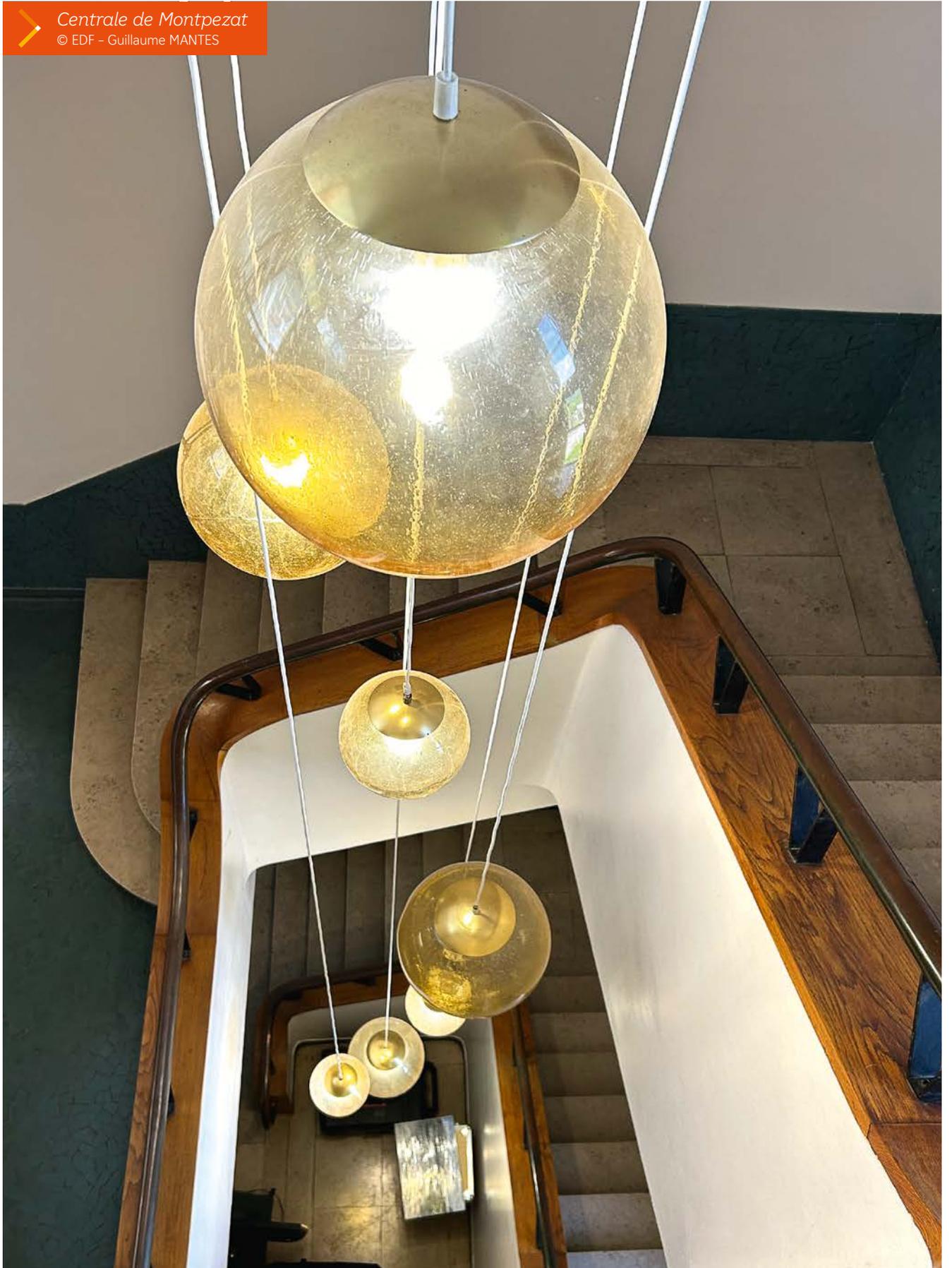


Guillaume MANTES
Inspecteur
de la sûreté hydraulique

Paris, le 31 janvier 2025

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'G' followed by several loops and a final vertical stroke.

Centrale de Montpezat
© EDF - Guillaume MANTES



Recommandations

Après avoir conduit, trois ans durant, les inspections de toutes les entités ou filiales d'exploitation, de maintenance et d'ingénierie hydraulique du groupe EDF, je m'inscris en 2024 dans un nouveau cycle au cours duquel je peux mesurer l'avancement des démarches de progrès inscrites dans la durée tant dans les entités opérationnelles qu'à EDF Hydro.

Le programme de cette année m'a conduit à inspecter 6 entités d'exploitation et à porter une appréciation globale des processus de maîtrise de la sûreté de ce métier. Les inspections, de l'UNITEP, d'Hydro Réparation, de SHEMA et de l'unité de professionnalisation pour la performance industrielle UFPI pour la première fois, ont complété ma vision sous l'angle de l'ingénierie, de la maintenance, d'une filiale et d'un référent de professionnalisation. L'appréciation de ces entités est intégrée dans les quatre chapitres portant sur le management et les trois risques sûreté.

Le chapitre dédié à SEI Guyane s'inscrit dans mon évaluation annuelle d'un centre SEI.

Dans ce contexte, je formule deux recommandations principales et deux points d'attention pour le management d'EDF Hydro. Les recommandations s'inscrivent plus en profondeur dans les process opérationnels par rapport aux années précédentes.

DEUX RECOMMANDATIONS

- Je recommande de mettre à jour les modes opératoires sur le fond (exigences, valeurs de référence, applicabilité, auto-portance, requalification, enrichissement par le REX, PFI, etc.) et de les enregistrer et archiver dans le SI comme référence pour une application rigoureuse dans le respect des règles d'assurance de la qualité. Les modes opératoires garantissent la robustesse des activités opérationnelles: améliorer leur qualité devrait être une priorité des responsables d'exploitation.
- Je recommande de fiabiliser la programmation pluriannuelle des opérations de maintien du patrimoine au service de la maîtrise du processus d'ingénierie et de la garantie, dans la durée, de la fonctionnalité des ouvrages et matériels importants pour la sûreté.

DEUX POINTS D'ATTENTION

- Sensibiliser les nouveaux responsables d'exploitation des groupements d'usines pour garantir la complète effectivité de toutes les exigences relevant de leurs activités.
- Analyser l'impact (retards et ressources) des crues de 2024 sur l'activité courante et sur les démarches de progrès des équipes les plus sollicitées. L'objectif est de définir, pour les maîtres d'ouvrage et les exploitants, les conditions de retour à un programme d'activité stabilisé afin de maintenir la sérénité nécessaire à la maîtrise de la sûreté.

Affiche historique sur Cusset
© EDF



Le contexte 2024

Durant ma 4^e année dans la fonction d'inspecteur sûreté hydraulique, j'ai débuté en 2024 un nouveau cycle de trois ans qui m'amène à revoir les entités inspectées en 2021. Cet exercice me permet de rencontrer de nouvelles équipes opérationnelles et de percevoir l'évolution des entités dans la maîtrise de la sûreté.

Dans tous les cas, j'ai constaté que les rapports d'inspection précédents ont été exploités et les recommandations principales traduites dans des plans d'actions pluriannuels.

Ce nouveau cycle de trois ans aide aussi à percevoir des trajectoires non linéaires (liées à des changements managériaux, des transformations d'organisation, des intégrations de nouveaux arrivants et des départs d'agents expérimentés) qui témoignent que le développement de la culture de sûreté et les démarches de progrès ne suivent pas une logique mécanique ni automatique. Ce regard sur un temps long montre à quel point la maîtrise des risques, certes structurée par les processus qualité, des démarches de progrès et l'exploitation du retour d'expérience (REX), n'en est pas moins très dépendante de l'évolution des collectifs et des facteurs humains.

Des organisations stables

L'année 2024 s'est déroulée sans grande transformation d'EDF Hydro, sans changement du régime des concessions hydroélectriques et sans parution de nouvelle réglementation. Elle est aussi l'année de plusieurs célébrations (70 ans des ouvrages de Montpezat et Pragnères, 30 ans de Petit Saut) qui témoignent de l'histoire de l'hydroélectricité et de la capacité du groupe EDF à maintenir en état un patrimoine toujours performant dans le respect des règles environnementales et de la maîtrise de la sûreté.

Une forte hydraulité

L'hydraulité est un facteur déterminant et dimensionnant que l'on ne maîtrise pas, que l'on ne planifie pas, mais que les ingénieries doivent prévoir et intégrer et auquel les exploitants doivent toujours se préparer et s'adapter.

Après la canicule associée à la sécheresse de 2022 puis le déficit hydrique de 2023, la période d'octobre 2023 à octobre 2024 marque une rupture, avec de

très nombreuses séquences perturbées, à l'origine de crues significatives fréquentes et « à répétition » (par exemple sur le bassin de la Durance) qui ont affecté tous les bassins du parc d'EDF Hydro. Les Alpes, le Jura et tout l'ouest du Massif central ont été les plus fréquemment et intensément touchés. Les Cévennes et les Pyrénées l'ont été moins souvent mais plus sévèrement lors de l'épisode de débordement venu du Sud et de la crue majeure (et localement dévastatrice) de septembre 2024 sur les Gaves, Piques et Nestes.

Une aussi forte hydraulité et une telle récurrence des épisodes de crue n'avaient pas été observées depuis plus de vingt ans (2001). Le nombre d'alertes de dépassement de seuil émises par la division technique générale DTG en 2024, le plus élevé depuis 2016, en témoigne également.

Globalement, la qualité des prévisions est assez représentative de la réalité, avec toutefois des écarts pour les crues de fin novembre 2023 dans les Alpes en Haute-Maurienne et celles de début septembre 2024 dans les Gaves, sous-estimées par les modèles météorologiques.

Un plan d'adaptation au changement climatique en progrès

L'hydroélectricité a, par nature, toujours intégré dans ses paramètres de conception et d'exploitation, l'exposition aux événements naturels extrêmes pour préserver la résistance des ouvrages et la gestion de la production. EDF Hydro poursuit depuis près de vingt ans de nombreux chantiers d'envergure sur l'adaptation des ouvrages et modes d'exploitation pour concilier les objectifs de sûreté, de performance, d'intégration territoriale et de protection de l'environnement. Ces réflexions sont toujours fondées sur les connaissances techniques les plus avancées et sur des études prospectives au service d'une stratégie industrielle durable.

Validé fin 2023 en comité exécutif RSE du groupe EDF, le programme ARCHE (adaptation et résilience climatique de l'hydroélectricité à EDF) rassemble une cinquantaine d'actions déclinées selon une programmation pluriannuelle. Il comporte quatre axes majeurs d'adaptation : connaissances, patrimoine,

exploitation, résilience des territoires. En 2024, plusieurs exemples d'actions concernant la sûreté ont été déployées :

- Réévaluation de crues extrêmes intégrées aux études de danger EDD,
- Inter comparaisons de bases de données climatiques,
- Contribution au projet Explore 2 piloté par l'INRAE (institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement) et Météo France avec apport du modèle hydrologique de la division technique générale DTG,
- Réflexion sur la résilience des organisations (gestion de crise, adaptation des consignes d'exploitation) face aux réévaluations de phénomènes extrêmes (crues, grand froid, tempêtes, etc.) et intégration dans le programme CREDOH (conformité réglementaire des ouvrages hydrauliques) des éventuels études et travaux nécessaires issus des études de danger EDD.

Sans que ne soit précisément caractérisé son niveau d'influence, le changement climatique accentuera les phénomènes extrêmes, en quantité et en intensité. Le plan ARCHE a engagé la réflexion sur un plan événement climatique majeur pour accroître la résilience du plan de continuité d'activité (PCA) actuel face aux futures évolutions climatiques.

Exploiter demain, un programme profitable à la sûreté

Engagé depuis 2020, le programme national d'EDF Hydro Exploiter demain poursuit son animation, son accompagnement et ses réflexions au service des acteurs opérationnels pour une exploitation agile, sûre et performante. Il couvre de nombreuses composantes de l'activité des exploitants ayant une incidence sur la maîtrise de la sûreté.

Dans le domaine des risques liés à l'exploitation, le catalogue Reflex s'est enrichi en 2024 d'un mode innovant de surveillance par drone des zones présentant un risque aval.

Dans le domaine des risques de rupture d'ouvrage, l'application SDO (surveillance des ouvrages) qui facilite les tournées d'auscultation a été déployée en 2024. Les expérimentations du projet Diane de modernisation de l'auscultation se poursuivent.

Le déploiement de moyens de surveillance à distance renforce la visibilité à distance des aménagements et la maîtrise d'exploitation.

Dans le domaine des crues, les réflexions pour moderniser les aménagements bénéficient d'une expertise du niveau national pour garantir la fiabilité des solutions choisies et éviter la régression fonctionnelle. Le retour d'expérience REX de l'expérimentation de la division technique générale DTG sur l'alerte pluie intense s'est engagé en 2024. Il vise à fiabiliser le dispositif d'alerte à l'exploitant.

Après une expérimentation réussie, le centre d'appui et de services d'EDF Hydro Centre a été pérennisé en 2024. Les unités EDF Hydro Est en 2023 et EDF Hydro Alpes ont décidé de créer des structures équivalentes. Initialement orientés sur des activités courantes d'exploitation ou de santé sécurité au travail SST, les services se développent dans des applications sûreté, par exemple :

- Surveillance de capteurs de niveau (seuil niveau très haut), de débit de fuite (ouvrage), d'évolution de pluviométrie,
- Anticipation d'état de veille/crue,
- Surveillance des paramètres inscrits dans les instructions temporaires de conduite ITC et de collecte de données de fonctionnement pour alimenter la réflexion sur les données de référence.

Dans l'objectif de donner à l'exploitant une vision à 360° des aménagements, le projet Smartview apporte des fonctionnalités d'Hypervision des données consolidées à tout moment (conventions d'information réciproque, dispositifs et moyens particuliers DMP patrimoine et exploitation, main courante) qui améliorent la maîtrise de la sûreté des aménagements en et hors crue par le chargé d'exploitation.

Ces voies de progrès répondent à des problématiques, des contraintes et des attentes des exploitants dans la mise en œuvre des exigences opérationnelles sur le terrain. Elles sont très profitables à l'amélioration large et profonde de la maîtrise de la sûreté.

Les phénomènes naturels

Des épisodes de crue à répétition

La période d'octobre 2023 à septembre 2024 a été marquée par une douzaine d'épisodes de crues



répartis sur toute l'année qui ont mobilisé les équipes d'exploitation.

- Octobre 2023: tempête Babet, suivie de la tempête Aline dans les Alpes du sud.
- Novembre 2023: tempête Domingo, avec les crues les plus marquées sur la Cère (période de retour 10 ans).
- Novembre 2023: crues marquées sur l'Arve et l'Isère (période de retour 10 à 20 ans).
- Novembre 2023: crue majeure sur Serre-Ponçon (période de retour 30 à 40 ans).
- Décembre 2023: crues sur l'Isère amont et l'Arve (période de retour voisine de 20 ans).
- Janvier 2024: forte hydraulité, notamment sur le Verdon.
- Mars 2024: 3 épisodes méditerranéens dans le sud-est du pays et la Creuse (période de retour 10 ans).
- Juin 2024: deux crues sur le Rhin (période de retour 5 à 10 ans) ainsi que des crues significatives sur la Maurienne (fonte des neiges sans grosses précipitations) mais aussi sur les bassins drainant le massif des Écrins avec, en point d'orgue, la crue dévastatrice du Vénéon, notamment au niveau du hameau de la Bélarde.
- Fin juin 2024: crue sur le bassin de la Romanche et la Haute-Durance.
- Début septembre 2024: précipitations importantes sur la Haute-Maurienne et crues dévastatrices sur les bassins pyrénéens des Gaves, Piques et Nestes (période de retour entre 40 et 100 ans).
- Fin septembre 2024: précipitations importantes sur l'ouest du Massif central, puis sur le Jura et les Alpes du nord.
- Octobre 2024: épisode cévenol dans le grand quart sud-est de la France provoquant des crues, notamment sur les aménagements de Loire-Ardèche et du Tarn.

Les séismes

5 alertes séismes de magnitude supérieure à 4 ont été émises en 2024 par le CEA, dont 2 seulement situées à proximité d'ouvrages hydroélectriques. Aucune anomalie n'a été détectée sur ces ouvrages lors des tournées de vérification.

- 21 mai: un séisme de magnitude 4,5 a déclenché des contrôles sur les ouvrages d'Arcizans, Peyrouse, Escoubous, Aubert, Aumar, Cap de Long, Castillon du Tourmalet, Laquets, Gréziolles, Fabian.
- 27 juin: un séisme de magnitude 4,3 a déclenché des contrôles sur les ouvrages de Kembs, Ottmarsheim, Fessenheim, Vogelgrun.

Le retour d'expérience (REX) international

L'année 2024 a été marquée par des incidents majeurs dans le monde.

En Pologne lors de la tempête Boris en septembre 2024, rupture :

- Du barrage de Paczków (42 millions m³). Au vu de la conception et du mode de rupture, on peut supposer que la cause est liée à l'érosion externe du coursier en terre. Cette rupture n'a pas provoqué de décès de tiers mais a entraîné des dégâts matériels importants ;
- Du barrage de Zapora, barrage écrêteur de crue en remblai avec seuil déversant en maçonnerie, construit en 1907. La rupture a provoqué une situation de crise majeure pour cette région de Basse-Silésie. La cause de la rupture n'est pas documentée.

En Inde, en mai 2024, la rupture d'une conduite forcée CF du barrage de Lambadug a été provoquée par la déstabilisation du terrain due à des fuites lors d'essais de mise en service. Les vannes de tête ont été fermées 4 heures après la rupture. La CF (2 m de diamètre, 300 m de longueur) n'était pas encore en service. Une cinquantaine de familles ont été déplacées.

Au sud du Brésil, en mai 2024, rupture du barrage de Catorze de Julho, barrage poids (42 m de hauteur, 45 millions m³) construit en 2006, après de fortes pluies qui ont déclenché des inondations massives. La conception de l'ouvrage en béton compacté au rouleau et le facies de rupture pourraient laisser supposer une cause de cisaillement au niveau d'une reprise de bétonnage.

En Russie, en avril 2024, la rupture d'une digue de protection contre les inondations près d'Orsk dans l'Oural a entraîné une montée rapide des eaux, aggravée par d'importantes précipitations et par la fonte des glaces, phénomène fréquent à cette saison. Plus de 4500 maisons ont été inondées. L'ouvrage est une digue sèche d'une hauteur inférieure à 10 m.

Plusieurs autres ruptures de barrages dans le monde ont été provoquées par de fortes pluies et leurs causes sont peu documentées (conception, dimensionnement, surveillance, entretien).

- Au Myanmar, en janvier 2024: rupture d'un barrage minier dans la région de Hpakant.
- Au Soudan, en août 2024: la rupture du barrage d'Arbaat (25 millions m³) après de fortes pluies a causé plus de 130 morts et plusieurs centaines de disparus.
- En Russie, en juillet 2024: rupture du barrage de Kialimskoïe due à de fortes pluies.
- Au Kenya, en avril 2024: rupture d'un barrage au nord-ouest de Nairobi, due à de fortes pluies saisonnières combinées au phénomène El Niño.
- Au Nigéria, en septembre 2024: la rupture du barrage d'Alau a submergé une grande partie de la ville de Maiduguri et entraîné le déplacement de plus de 400 000 personnes.



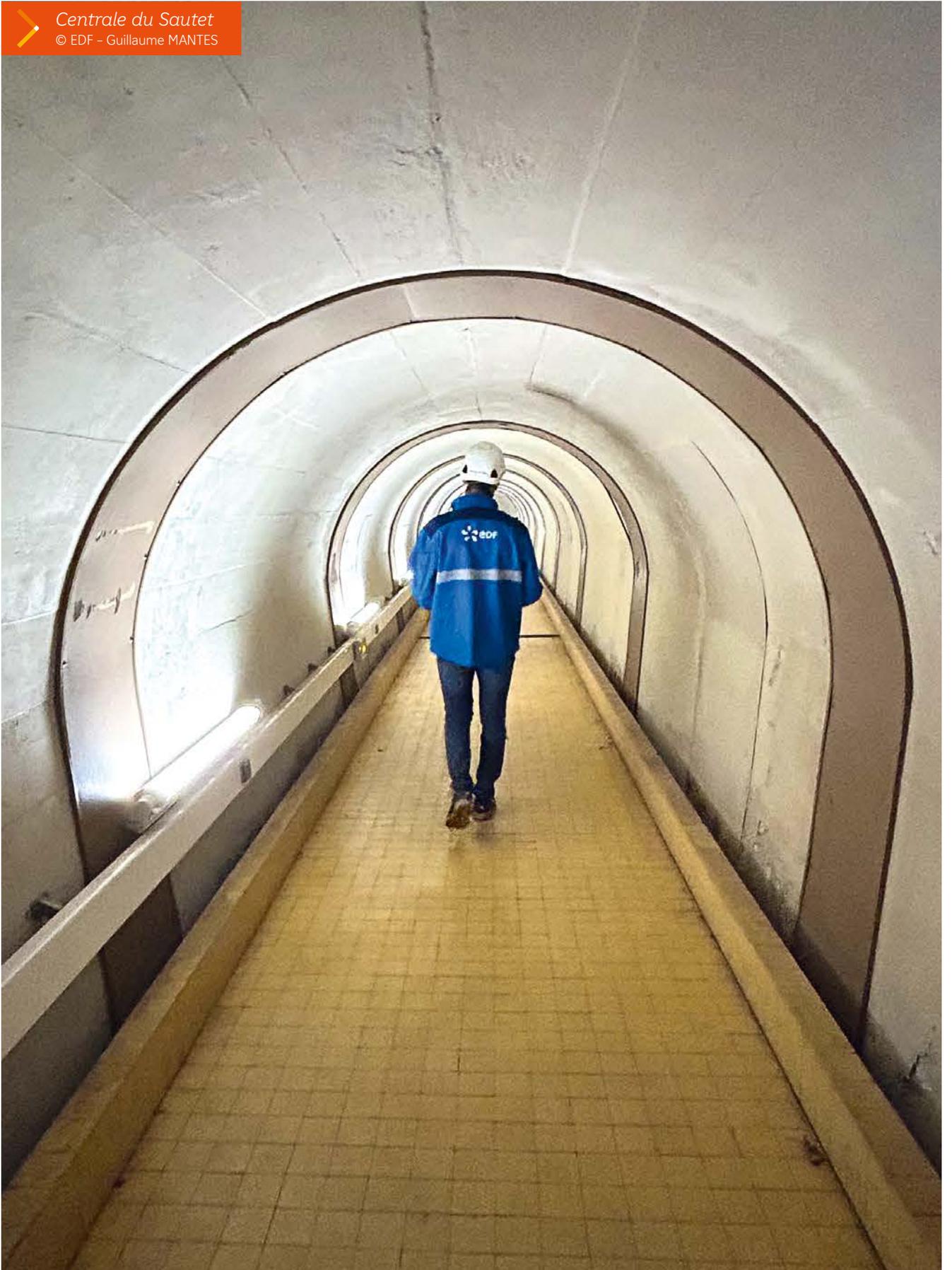
PK Weir du barrage du Gage
© EDF - Guillaume MANTES

 *Barrage de Livet*
© EDF - Guillaume MANTES





Centrale du Sautet
© EDF - Guillaume MANTES



Le management et le pilotage de la sûreté

Le parc hydroélectrique est un pilier de la stabilité et de la résilience du système électrique français. Il offre une électricité renouvelable, flexible et modulable avec une capacité de stockage et de régulation d'énergie. Il permet d'intégrer les énergies renouvelables intermittentes (éolienne, solaire) et contribue à la sécurité d'approvisionnement dans les périodes critiques de besoin énergétique. Le service, d'intérêt national et public, rendu par les aménagements hydrauliques confère à son producteur l'impérative condition d'en maîtriser le risque majeur de sûreté hydraulique.

La sûreté hydraulique consiste physiquement dans la maîtrise du process de transformation de l'énergie potentielle de l'eau vers l'évacuation d'électricité. Le risque de sûreté correspond à toute perte de maîtrise de ce process susceptible d'entraîner la dispersion incontrôlée d'énergie et d'exposer les personnes et les biens dans l'environnement des aménagements.

Les risques s'expriment dans la libération d'énergie potentielle ou cinétique dans les trois domaines de rupture d'ouvrage, de crues et de manœuvres d'exploitation (manuelles et automatiques). Chacun de ces risques présente la caractéristique singulière d'une incertitude intrinsèque. Pour le risque de rupture d'ouvrage, elle tient à l'ancienneté d'aménagements âgés en moyenne de plus de 75 ans, conçus avec des technologies et matériaux de l'époque. Pour le risque crue, elle est liée à la variabilité et à la probabilité de la prévision des événements météorologiques dont l'ampleur est accentuée par le changement climatique. Pour le risque d'exploitation, elle dépend du facteur externe non maîtrisable que représente la fréquentation humaine dans l'environnement des aménagements hydrauliques.

Cette maîtrise est fondée sur l'intégration d'exigences techniques dans les études de conception, la qualité de construction, l'adaptation de la surveillance, l'adéquation de la maintenance préventive, la vérification de fonctionnalité par des essais régu-

liers et une exploitation responsable et rigoureuse. L'application efficace et robuste de ces prescriptions passe par l'implication du management et la démonstration du degré élevé de priorité qu'il accorde à la sûreté.

Le rôle du management dans la maîtrise de la sûreté couvre deux grands objectifs qui visent, l'un à organiser l'activité de son équipe et piloter les démarches de déclinaison des exigences, l'autre, moins méthodologique, à développer la culture de sûreté dans son équipe.

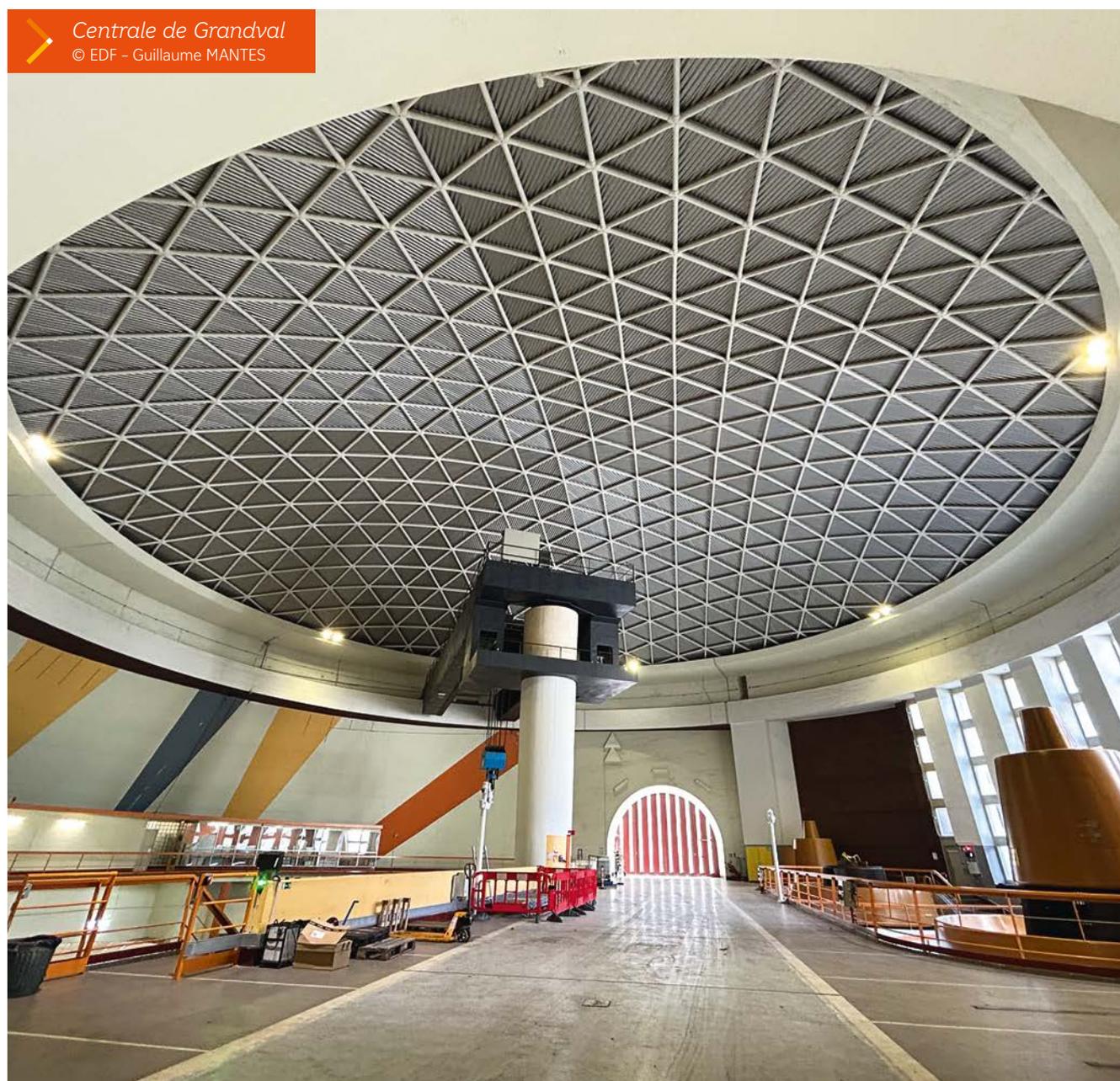
Le développement de l'hydroélectricité durant plus d'un siècle et la diversité technique des aménagements du parc français, au regard notamment de leur adaptation à la topographie, ont abouti à une grande hétérogénéité des organisations et des compétences des équipes qui évoluent dans des territoires et des cultures différents. Les principes physiques sont constants et les concepts de sûreté sont transversaux et génériques mais leur application à des environnements naturels, des technologies et des météorologies très différents nécessite des adaptations locales à la maille des groupements d'usines GU. Le management a la responsabilité d'opérer ces adaptations (au niveau de l'organisation, des compétences, des moyens logistiques, des ressources humaines et financières) et de prioriser l'ensemble des enjeux auxquels l'assigne sa mission de production en toute maîtrise des risques santé sécurité au travail SST, sûreté hydraulique et environnement.

Le panel des évaluations varie d'une équipe à l'autre et les recommandations de ce chapitre ont vocation à mettre en cohérence et faire progresser le management de la sûreté sur la base des meilleures pratiques relevées en inspections.

La responsabilité maîtrise d'ouvrage (MOA)/exploitation

Les responsabilités concernant la maîtrise des risques sûreté sont placées à quatre niveaux dans les unités de production.

- Au niveau du chargé de travaux ou d'intervention (agent d'exploitation, technicien d'exploitation TEX, technicien principal d'exploitation TPEX) qui, dans la réalisation de l'activité, doit respecter les modes opératoires validés.
- Au niveau du chargé d'exploitation (encadrement de groupements d'usines GU) qui doit connaître l'état de l'installation et autoriser toutes les interventions à tout moment 24h/24 sur des tours d'astreinte couvrant la semaine généralement.
- Au niveau du responsable d'exploitation (manager de première ligne des groupements d'usines GU) chargé d'organiser l'équipe d'exploitation afin de garantir le cadre et les moyens qui feront référence et sur lesquels le chargé d'exploitation et les chargés d'intervention se fondent.
- Au niveau du maître d'ouvrage (directeur d'unité avec délégation au directeur de groupe d'exploitation hydraulique GEH dans une limite budgétaire), qui est à la fois responsable de l'état du patrimoine et garant de l'état de l'installation confiée au responsable d'exploitation.



Très règlementé, le domaine de la maîtrise des risques santé sécurité au travail SST est couvert par de nombreuses formations, avec des évaluations et des habilitations associées pour les chargés d'intervention, de travaux, etc. et pour les chargés d'exploitation. Dans le domaine de la sûreté hydraulique, les risques sont liés au fonctionnement des installations et les formations portent sur les principes de la sûreté et les activités opérationnelles de surveillance des ouvrages SDO et d'exploitation en crue qui donnent lieu à des autorisations délivrées par le management.

Le rôle de responsable d'exploitation permanent associé à la fonction de manager de première ligne me semble moins complètement appréhendé dans certains groupements d'usines GU. Ce rôle couvre la maîtrise de l'ensemble des risques santé sécurité au travail SST, sûreté hydraulique et environnement. Il consiste à organiser formellement, contrôler et adapter l'activité de l'équipe pendant et hors heures ouvrables: qui fait quoi, développement des compétences avec son processus d'habilitation et d'autorisation, validation, révision périodique et archivage des documents opératoires (modes opératoires, consignes, instructions) appliqués par les acteurs opérationnels et les chargés d'exploitation, mise à jour du système d'information et archivage. Le responsable d'exploitation est aussi chargé de l'acceptation formelle des dispositifs et moyens particuliers (DMP) patrimoine. Il participe à la validation des conventions temporaires avec les tiers et les contrats d'exploitation pour le compte de maîtrise d'ouvrage (MOA) hors EDF Hydro. Il valide aussi le diagnostic d'état de maîtrise des risques de sûreté (rupture d'ouvrage, crues, risques liés à l'exploitation) du groupement d'usines GU ainsi que toute décision de priorisation ou d'alerte dans la mise en œuvre des exigences et du plan d'amélioration sûreté du GU.

☑ RECO

Sensibiliser les nouveaux responsables d'exploitation des groupements d'usines pour garantir la complète effectivité de toutes les exigences relevant de leurs activités.

Rendre plus opérationnelle la culture de sûreté

Les compétences techniques, l'engagement professionnel et le niveau d'attention aux risques de sûreté sont présents dans l'activité quotidienne des équipes opérationnelles. Dans les analyses d'événements marquants, émergent toutefois des causes profondes portant sur les dimensions socio-organisationnelles et humaines (SOH), par exemple qualité des modes opératoires, renseignement du système d'information, pratiques orales versus modes opératoires, préparation du travail, communication opérationnelle, interfaces, actes inappropriés, etc.

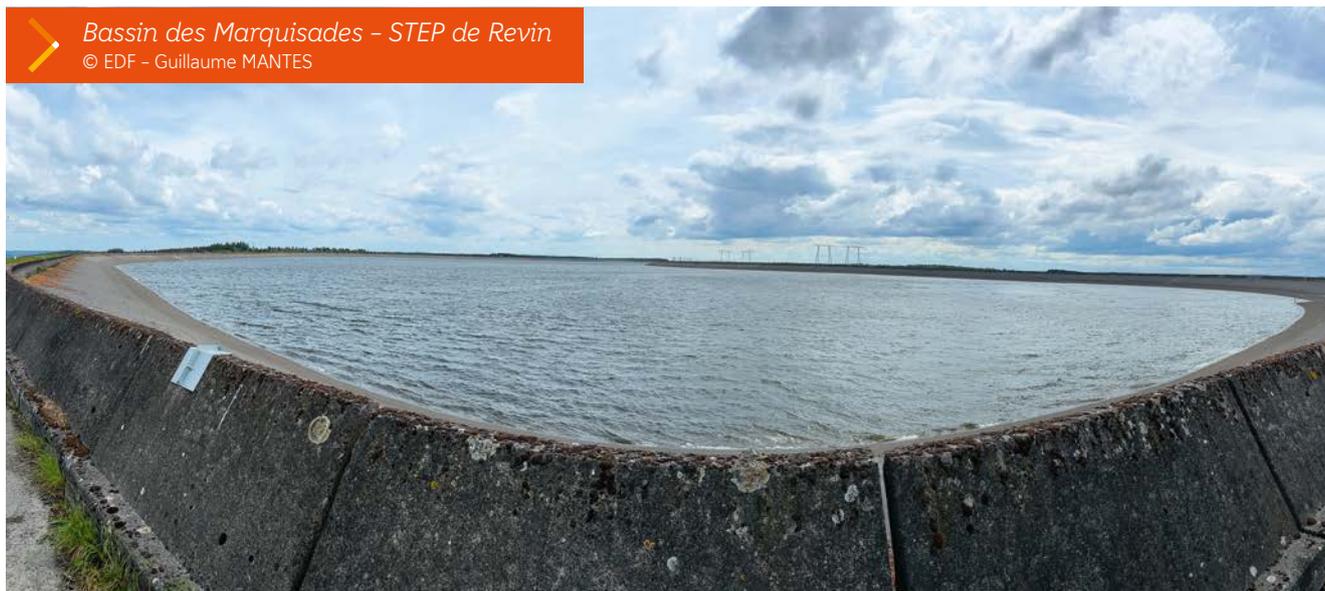
Ces constats invitent à continuer à développer la culture de sûreté au service de la réalisation opérationnelle. Une dynamique qui, pour chaque activité liée à un ouvrage et matériel important pour la sûreté hydraulique (OMISH), doit s'inscrire dans la convergence de la compétence technique (qui est reconnue), de la clarté des organisations (cf. responsabilité MOA/responsable d'exploitation), de la qualité des documents opératoires (qui doit progresser) et de l'attitude individuelle et collective à adopter en permanence (conscience de la faillibilité et potentiel de fiabilisation du fonctionnement humain).

Cette dynamique de progrès passe par la remise en question des pratiques (systématique pour une nouvelle activité, périodique pour une activité récurrente), le refus de se contenter des résultats acquis, la recherche permanente d'amélioration et un effort de responsabilité personnelle et d'autodiscipline de groupe pour tout sujet pouvant présenter une incidence sûreté.

Autant de conditions pour s'approcher de la garantie de la fonctionnalité dans le temps de chaque OMISH, ouvrage et matériel important pour la sûreté hydraulique.

☑ RECO

Je recommande au management, en tant que maître d'ouvrage ou responsable d'exploitation, de cheminer sur la ligne de crête constituée par le développement pour toute activité concernant la sûreté, d'une part de l'engagement individuel et collectif visant l'excellence, d'autre part de la rigueur, de la traçabilité et de l'assurance de qualité dans les actes opérationnels.



Bassin des Marquisades – STEP de Revin

© EDF – Guillaume MANTES

Des transformations au crible de l'analyse de risque sûreté

Depuis deux ans les périmètres et organisations des unités et états-majors d'EDF Hydro sont stabilisés et les processus du système de management sont rodés. Les unités ont achevé de structurer les responsabilités managériales et celles de maître d'ouvrage. Des réflexions pour améliorer ou optimiser les ressources au périmètre d'une vallée apparaissent ponctuellement, et naturellement. Toute transformation significative d'organisation fait l'objet d'une analyse de risque sûreté. Celle-ci vise à appréhender les changements d'activité et de périmètre et l'impact de leur déclinaison opérationnelle sur les obligations de sûreté (réglementaires ou liées au référentiel de management de la sûreté) en termes de responsabilité, de techniques, de logistique et de compétences. Concernés par des évolutions d'organisation ou des transformations à l'étude, les groupes d'exploitation hydraulique GEH Loire Ardèche et Lot Truyère ainsi que l'UNITEP ont réalisé de telles analyses.

Pour un pilotage de la sûreté plus prospectif

Dans toutes les entités d'exploitation inspectées, la maîtrise de la sûreté est perçue comme un enjeu prioritaire. Les inspections sont préparées et les recommandations des rapports exploitées dans la construction de leurs orientations et plans d'action de sûreté hydraulique. Formaliser, dans une note dédiée, l'animation de la sûreté dans chaque entité contribuerait à clarifier les rôles et responsabilités qui peuvent s'éroder dans le temps.

Dans toutes les unités, il existe des orientations sûreté à 3 ans déclinant le cadre de cohérence national sûreté hydraulique. Dans les GEH et les équipes opérationnelles de base EOB (groupeement d'usines GU, services), les plans d'action sont annuels. Il serait avantageux, pour dynamiser les démarches de sûreté, de mettre en perspective, en visibilité, des phases ou objectifs intermédiaires pluriannuels permettant aux équipes de se projeter et de mesurer les avancées sur lesquelles s'appuyer tant pour progresser que pour reconnaître le travail accompli.

Une filière sûreté hydraulique à maturité

Les acteurs de la filière sûreté ont pour missions d'être des référents dans la connaissance des référentiels, d'apporter un appui au management dans la prise de décision, de fournir aux équipes opérationnelles une aide pédagogique pour décliner les exigences.

La filière sûreté comporte des référents dédiés aux niveaux d'EDF Hydro, des unités et des sous-unités ainsi, que des interlocuteurs missionnés au niveau des EOB. Je note que ses acteurs font, de manière générale, preuve de rigueur, de connaissance des référentiels et de professionnalisme. Ils sont très investis et leur présence terrain est bien appréciée des équipes opérationnelles. Il me semble nécessaire d'apporter aux référents sûreté hydraulique des groupes d'exploitation hydraulique GEH, un appui méthodologique pour aider à l'appropriation et à l'autonomie des équipes opérationnelles sans verser dans la réalisation à leur place.

Dans les GEH, le travail de bilan de sûreté, de pilotage des démarches de progrès et d'analyse des événements est périodiquement présenté aux CODIR pour appropriation managériale et prise de décision.

Au niveau national, la filière sûreté hydraulique a été renforcée au sein de la direction performance exploitation d'EDF Hydro. La qualité d'instruction et la couverture des sujets au niveau national s'en trouvent améliorées au bénéfice de la cohérence des positions et de l'appui aux entités.

Deux instances, le ROSH (réseau opérationnel de sûreté hydraulique) et le CNSH (comité national de sûreté hydraulique), traitent les sujets sûreté au niveau national. Le ROSH, pour l'animation, réunit les ingénieurs sûreté des unités et filiales et le CNSH, pour les décisions, comporte des représentants des directions des entités. Ces instances fonctionnent périodiquement et ont trouvé leur équilibre dans la répartition de leurs missions et responsabilités. La participation de l'UNITEP au CNSH (en tant qu'ingénierie intégrée du groupe EDF sur le métier des télécoms) assurerait une plus grande fluidité dans la déclinaison des orientations stratégiques de sûreté et dans la coopération aux interfaces entre maîtrise d'ouvrage MOA (unités EDF Hydro) et maîtrise d'œuvre MOE (centre d'ingénierie hydraulique CIH, Hydrostadium HSM, UNITEP).

Le CTH (comité technique hydraulique) et les Themas du CNSH complètent avantageusement le dispositif pour guider les choix stratégiques, tant techniques que de développement de la culture de sûreté. Réunissant des experts et référents *intuitu personae*, le CTH porte des avis et recommandations techniques sur des projets conditionnés par des choix stratégiques. Quant aux Themas du CNSH, ils permettent d'approfondir des sujets managériaux ou organisationnels complexes.

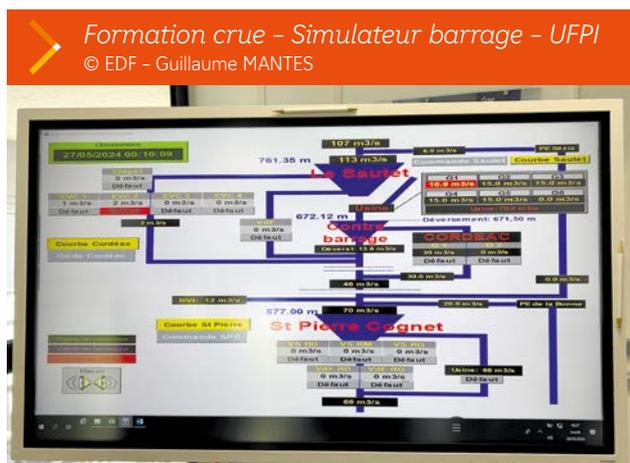
Les compétences et la professionnalisation : une implication à tous les niveaux

Malgré ses métiers passionnants, un cadre de travail sur des ouvrages chargés d'histoire et intégrés dans un environnement naturel magnifique, ou encore le rôle essentiel de l'hydroélectricité en phase avec les valeurs du développement durable, les emplois de l'hydraulique



souffrent d'un manque d'attractivité par leur localisation souvent distante des bassins d'emplois situés en proximité urbaine. Cette situation impose des efforts de sourcing interne en provenance d'autres filières industrielles d'EDF (nucléaire, distribution, transport). Ces intégrations sont accompagnées avec beaucoup d'engagement par des tuteurs expérimentés et s'appuient sur des programmes de professionnalisation comportant des mises en situation sur les installations et des formations codifiées dispensées par l'unité de professionnalisation pour la performance industrielle UFPI. Le management porte une grande attention à ces professionnalisations qui sont suivies et formalisées dans des carnets de professionnalisation associant compétences et actions professionnalisantes. La diversité des expériences qui en découle enrichit le questionnement des pratiques professionnelles et contribue au développement de la culture de sûreté.

L'UFPI porte la mission de professionnalisation pour les métiers techniques des producteurs et des ingénieries d'EDF. Son organisation s'appuie sur un système de management intégré rigoureux et le pilotage monitoré de son activité.



L'identification de l'offre de formation au service des managers et les inscriptions de formation ont été récemment simplifiées (catalogues de formation par populations, domaines techniques ou métiers). Face à la pénurie de candidature pour des emplois de formateurs dans les métiers de l'hydraulique, l'UFPI et EDF Hydro joignent leurs efforts pour identifier et transférer des professionnels expérimentés de l'exploitation vers la formation. Ces transferts comportent un caractère stratégique.

Basé à Grenoble et Toulouse, le service de professionnalisation hydraulique SPH de l'UFPI dispense les formations codifiées dédiées à la professionnalisation des agents de l'hydraulique. Son activité s'inscrit dans des orientations formalisées par EDF Hydro dans une convention annuelle. Les relations UFPI/EDF Hydro sont cadencées par un processus bien défini, avec un comité annuel de bilan et perspectives.

Le SPH propose un catalogue de formations spécifiques à la sûreté hydraulique (sensibilisation sûreté hydraulique, surveillance des ouvrages SDO, crues, transitoires hydrauliques). L'UFPI possède l'expertise et assure pour toutes les entités la formation crue sur le simulateur SIMBA enchaîné. Pour les ouvrages et matériels importants pour la sûreté hydraulique OMISH, les formations techniques métiers intègrent aussi une composante sûreté.

Je salue la qualité et la pertinence des salles maquettes du SPH, pour la diversité et l'applicabilité de leurs matériels (usines et auscultation SDO surveillance des ouvrages): elles constituent un outil pédagogique particulièrement riche pour la compréhension, l'application, l'entraînement et la fiabilisation du geste professionnel. Le processus de formation

est sous contrôle et évalué (participation en fond de salle) par des professionnels nombreux et variés tant de l'UFPI que d'EDF Hydro et tant du management que de la filière technique.

La plupart des formations donnent lieu à une évaluation des connaissances des stagiaires à la demande d'EDF Hydro. Un formateur du SPH, chargé de l'animation spécifique à la sûreté hydraulique, participe aux instances d'animation ROSH ainsi qu'au groupe métiers compétences et à la journée sûreté hydraulique d'EDF Hydro.

Les échanges entre les formateurs et les instances techniques d'EDF Hydro sur les expressions de besoin technique et le fond des dossiers pédagogiques sont nombreux. Le programme des formations sûreté évolue sur la base du retour d'expérience REX et de l'évolution des exigences de sûreté hydraulique. Une formation à la démonstration de sûreté dans la réglementation des ouvrages (barrages et conduites forcées CF) a été développée en 2024 et la formation à l'analyse des événements se concentre sur l'analyse approfondie.

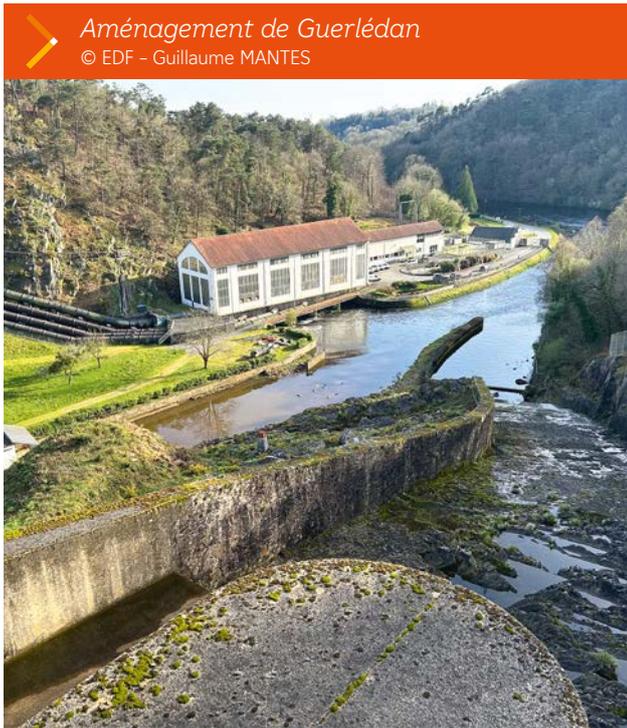
Toutefois la référence dans les formations à la définition des ouvrages et matériels importants pour la sûreté hydraulique OMISH n'apparaît plus conforme au nouveau cadrage et référentiel OMISH, la notion de valeur de référence n'est pas assez caractérisée et les exemples d'événements majeurs de sûreté hydraulique apparaissent un peu datés et ne mettent pas suffisamment en évidence la permanence et l'actualité des risques.

☑ RECO

Je recommande d'assurer, avec plus de réactivité, la mise à jour des formations d'une part aux évolutions du référentiel d'EDF Hydro, d'autre part à l'actualité événementielle des aménagements hydro-électriques.

☑ RECO

La sensibilisation aux rôles et responsabilités des responsables d'exploitation ainsi que la formation aux pratiques de fiabilisation des interventions PFI me semblent pouvoir faire l'objet d'améliorations.



Dans les groupements d'usines GU, les chargés de formation ou de transmission des compétences tiennent un rôle majeur de référent dans la qualité de la professionnalisation. Le référent surveillance des ouvrages SDO dispose d'une lettre de mission pour assurer la professionnalisation des acteurs SDO de l'équipe. Le grand formateur crue en groupement d'usines mériterait de disposer, lui aussi, d'une lettre de mission pour son rôle déterminant dans l'élaboration et l'animation de la formation ainsi que dans l'évaluation des exploitants en vue de l'attribution des autorisations d'assistant ou de chargé de conduite en crue.

Des analyses d'événements à approfondir, un REX à décliner sur le terrain

La boucle d'amélioration permanente est un moteur déterminant pour accroître la robustesse des systèmes et développer la culture de sûreté. La déclaration de précurseurs et d'événements de sûreté hydraulique ESH alimente cette boucle d'amélioration. Toutes les équipes (exploitation, maintenance, ingénierie, filiales) sont concernées. La vocation principale de la déclaration d'un événement n'est pas de tracer le traitement d'un écart mais d'engager le processus d'analyse et la boucle de progrès. En quelque sorte, les ESH (hors événements importants EISH) doivent pouvoir être considérés comme des «cadeaux» et de la «matière à

analyse» pour identifier des causes profondes pouvant générer d'autres événements potentiellement plus graves. Le développement de la déclaration d'ESH précurseurs témoigne de la bonne santé d'une équipe en matière de transparence et d'intérêt porté à la sûreté.

Chacun de ces événements doit faire l'objet d'une analyse plus ou moins approfondie selon les enjeux. Le niveau de déclaration des précurseurs est très hétérogène selon les équipes. Le management a la responsabilité d'identifier tous les ans quelques événements marquants pour en réaliser une analyse approfondie, identifier des causes profondes (socio-organisationnelles et humaines SOH) et en tirer un ou deux enseignements transversaux ou génériques. L'objectif est d'alimenter les plans d'amélioration d'entité et, plus largement, le REX d'EDF Hydro et de contribuer à développer la culture de sûreté. La réalisation de ce type d'analyses approfondies nécessite des personnes formées à l'exercice et le pratiquant régulièrement pour identifier les causes SOH.

☑ RECO

Je recommande d'identifier chaque année, dans chaque groupement d'usines, au moins un ESH marquant (ou ESI à l'ingénierie), d'en réaliser une analyse approfondie et d'établir une fiche REX synthétique portant des enseignements génériques.

☑ RECO

Je note la qualité des analyses approfondies d'événements présentées en Thema CNSH (par exemple crise tempête Ciaran, ESH Télécom Cère, EISH Chichoué). Je recommande que ces analyses soient traduites en fiches REX pédagogiques et qu'elles soient présentées dans chaque équipe pour se questionner sur la déclinaison de leurs enseignements.

J'invite EDF Hydro à engager une réflexion sur l'intérêt d'élargir la notion d'ESH aux processus et démarches à enjeu de sûreté, par exemple : décalage d'opération de traitement de dispositifs et moyens particuliers DMP Patrimoine sur un OMISH au-delà de l'échéance validée par le maître d'ouvrage, écart dans les documents opératoires sur une activité sûreté (mode opératoire ou consigne), dysfonctionnements organisationnels ayant une incidence sur les obligations de sûreté, etc.

Responsabiliser davantage les équipes opérationnelles

La sûreté hydraulique vise à protéger les personnes et les biens. L'atteinte de cet objectif est conditionnée par la mise en œuvre des exigences de la réglementation et du référentiel de management de la sûreté d'EDF Hydro. L'exploitant porte la responsabilité d'une large part des activités contribuant à maîtriser la sûreté par la surveillance, la maintenance courante, les essais (périodiques, requalification, en rivière), les manœuvres d'exploitation en et hors crues et la gestion de crise.

Dans la réalisation de leurs activités, les exploitants témoignent d'une attention forte envers la sûreté, largement fondée sur leur professionnalisme et leurs compétences techniques. Pour les ouvrages et matériels importants pour la sûreté hydraulique OMISH, l'amélioration de la garantie d'efficacité des activités réside encore dans la rigueur de réalisation, la traçabilité des données à historiser et la mise en qualité des processus documentaires de mise à jour.

L'encadrement des équipes doit, avec l'appui de la filière sûreté, donner du sens à l'approche globale de la sûreté en répercutant concrètement chaque exigence de sûreté dans l'exercice opérationnel de l'activité.

☑ RECO

Je recommande une plus grande responsabilisation des équipes d'exploitation dans la mise en œuvre des exigences de sûreté, avec la qualité, la rigueur et la traçabilité attendues. Dans chaque équipe, cette responsabilisation passe par un diagnostic sûreté, une revue annuelle de sûreté, un plan de progrès impliquant les acteurs opérationnels et des indicateurs dédiés et lisibles pour le terrain.

Cette approche, partiellement mise en œuvre dans certains groupes d'exploitation hydraulique GEH, permet de donner une vision globale et exhaustive à la maille du groupement d'usines GU. Elle renforce le pilotage de proximité par le management, améliore l'implication opérationnelle de l'équipe et facilite le transfert des connaissances aux nouveaux arrivants.

Ancrer les PFI dans les pratiques

Les pratiques de fiabilisation des interventions PFI sont connues et souvent exprimées dans les échanges en équipe comme étant naturellement mises en œuvre. Mais, dans les faits, leur application n'est pas homogène. Dans certaines équipes, la démarche s'essouffle faute d'avoir trouvé sa place quant au sens de son utilisation. Les initiatives de quelques équipes pour intégrer les PFI dans les modes opératoires lors de leur mise à jour sont toutefois encourageantes. Même si le portage du déploiement dans les équipes par des techniciens semble favoriser la crédibilité et l'efficacité de l'appropriation, l'engagement managérial est indispensable. La diversité d'expériences vécues par des nouveaux arrivants d'ENEDIS ou du nucléaire apparaît comme une opportunité d'élargissement culturel.

La qualité de la formation est déterminante. C'est pourquoi débiter les formations par des cas pratiques, réellement vécus par chaque équipe (ce qui suppose un travail préparatoire supplémentaire), est très apprécié. Une introduction aux neurosciences serait un plus. Dans la transmission des concepts socio-organisationnels et humains SOH, développer la notion d'actes inappropriés plutôt que d'erreur humaine aide à mieux dépasser certains freins que sont la culpabilisation ou la recherche de responsable.

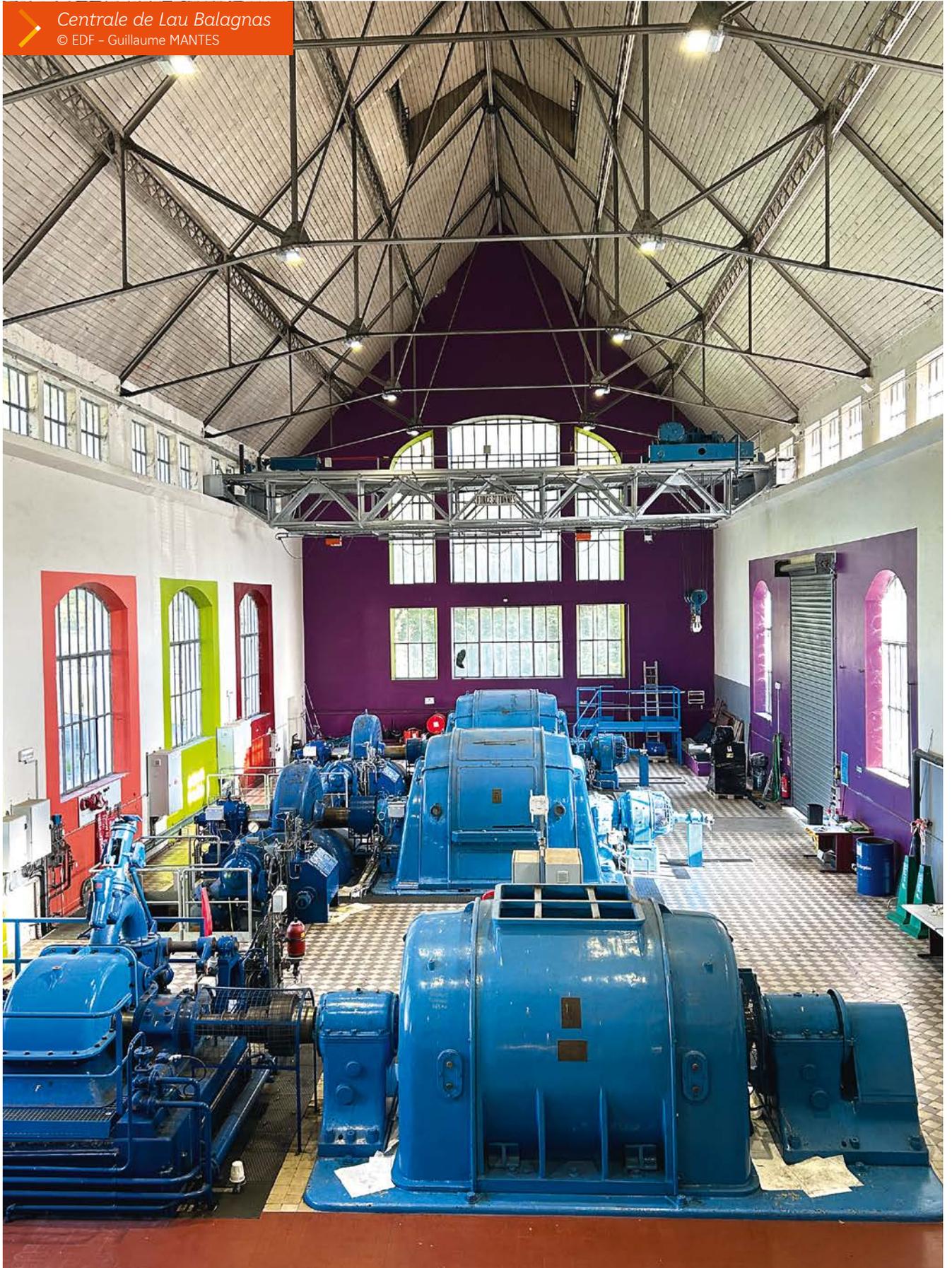
De plus, le contexte des petites équipes (10 à 12 personnes) semble être un facteur favorable au développement des PFI par la fluidité et le raccourcissement des lignes de communication, la plus grande diversité d'activité pour chacun, l'entraide, la facilité d'expression, la rapidité de reporting, la proximité et disponibilité de l'encadrement.

Bonnes pratiques

- Présenter l'ensemble des enjeux de sûreté hydraulique sur un plan des installations, pour une meilleure représentation géographique et pour fixer les esprits. **Groupements d'usines Campan et Pragnères**
- Associer, dans certaines réunions d'encadrement sur la maîtrise des risques, quelques agents de terrain pour obtenir un effet miroir et une prise de conscience des problématiques traitées par l'encadrement et de leurs exigences. **Groupe d'exploitation hydraulique Adour et Gaves**
- Revues annuelles de sûreté hydraulique de qualité en groupement d'usines, pour avoir une connaissance exhaustive et actualisée de l'état de la sûreté hydraulique des installations et des perspectives d'amélioration. **Groupes d'exploitation hydraulique Écrins Vercors et Centre ouest**
- Fresque historique (sur dix ans) des événements locaux de sûreté hydraulique avec leur analyse, pour appuyer la communication et l'échange dans l'équipe et avec les nouveaux arrivants. **Groupements d'usines Montpezat et Loire**
- Tableau « qui fait quoi » précis et complet pour toutes les activités transversales affectées aux membres de l'équipe. **Groupements d'usines Brommat, La Roche, centre d'exploitation hydraulique Revin**
- Réalisation d'un document PPT hebdomadaire qui recense le suivi des événements vécus par l'équipe et le traitement des actions au fil des semaines. Ce document, présenté comme une routine, s'est inscrit dans les pratiques et permet un échange constructif avec l'équipe, en réunion hebdomadaire. **Atelier Albertville**

 *Barrage du Temple*
© EDF - Guillaume MANTES





Centrale de Lau Balagnas
© EDF - Guillaume MANTES

Les résultats 2024

Les indicateurs

Les épisodes significatifs de crues d'octobre 2023 à septembre 2024 n'ont pas dégradé les indicateurs de sûreté. Les EISH déclarés (10 dont 1 pour l'année 2019) augmentent mais ils sont tous cotés en jaune, avec peu de gravité. Sur les 9 EISH de 2024, 6 concernent le risque lié à l'exploitation dont 4 ont entraîné des mises en difficulté: ceci corrobore ma perception de la prégnance de ce risque qui présente la plus grande occurrence et complexité à maîtriser. Les indicateurs de maîtrise de la sûreté confirment les tendances des forces et des voies d'amélioration dans la continuité des années précédentes.

Après des années (2020 à 2023) de forte fréquentation en rivière, marquées par une évolution sensible des sites et des pratiques de fréquentation et par la mise en place réactive de nouvelles parades, le nombre de sites de criticité aval 4 est réduit à 2 (6 en 2023).

Le nombre de sites de criticité aval 3* augmente, passant de 135 en 2023 à 153 en 2024, en grande partie en raison du découpage plus fin des secteurs évalués et enregistrés dans la base de données OCCAPHY. Les parades sont réinterrogées consciencieusement annuellement pour les sites de criticité élevée. Toutefois de nombreuses situations ont conduit les exploitants à devoir alerter des personnes qui se mettaient en danger dans des zones interdites.

Le nombre d'ouvrages et matériels importants pour la sûreté hydraulique (OMISH) US3 (urgence sûreté) des six familles sûreté¹ est stable (336 en 2024, 340 en 2023). Cette situation masque une hausse des US3 dans la famille barrages (+5), une baisse des US3 dans la famille vannes (-12) et une augmentation du nombre (174) des dispositifs et moyens particuliers DMP en œuvre depuis plus de 5 ans sur des OMISH.

Le nombre de matériel noté S4 (situation à suivi spécifique sûreté), intégré comme objectif sûreté prioritaire dans les contrats annuels de performance des unités, s'établit à 41 en 2024, en amélioration par rapport à 2023 (59).

Les événements 2024

Avec 3607 événements de sûreté hydraulique ESH, le niveau de détection s'établit dans la continuité des années précédentes, porté par une attitude interrogative et une vigilance des exploitants qui restent actives. Dans ces ESH, le management a sélectionné 131 événements qualifiés de marquants pour en faire des analyses approfondies afin de mettre en évidence des causes liées à des facteurs socio-organisationnels et humains (SOH) et d'en tirer des enseignements profitables au retour d'expérience REX. Le taux de respect des délais d'analyse des ESH marquants s'améliore.

Si le nombre d'ESH marquants correspond à une bonne dynamique d'alimentation de la boucle de progrès, le niveau d'implication sur le sujet varie selon les entités managériales.

RECO

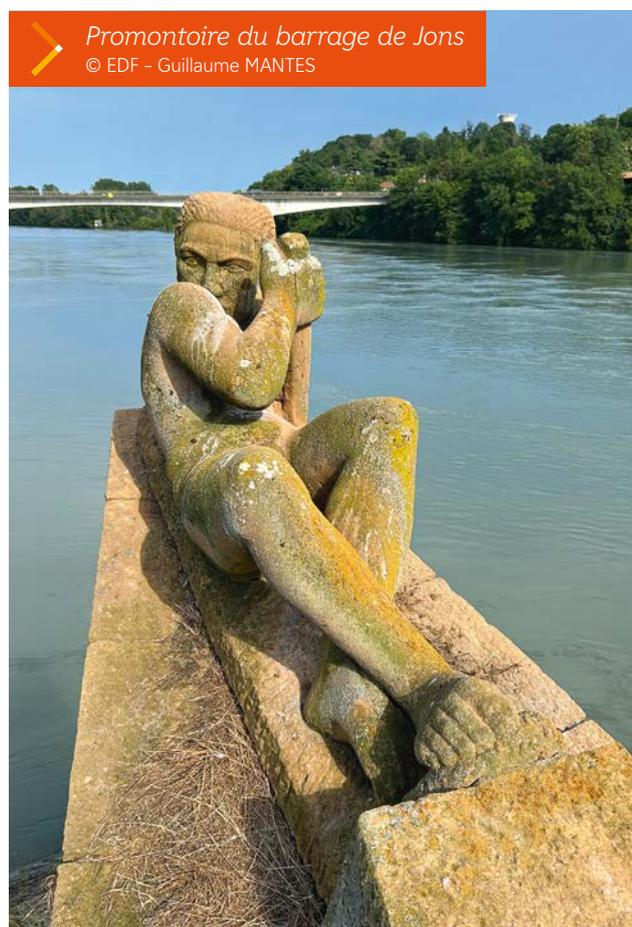
Mettre en place un indicateur sur la transformation des analyses approfondies en fiches pédagogiques de communication pour l'exploitation du REX et sur la présentation dans toutes les équipes.

Pour l'essentiel (2402), les ESH sont de nature S (situations non sûres) sans conséquences effectives. Toutefois, le nombre d'ESH des catégories C (267 non-respects de cote) et D (266 non-respects de débit) qui peuvent avoir un impact sur les risques liés à l'exploitation, augmente. En outre, on compte encore plus de 560 ESH sur les matériels automatismes et 420 sur les Télécoms, ce qui confirme l'importance du travail à engager pour moderniser les automatismes barrages et les chaînes de mesure. De plus, l'augmentation de +80 % des ESH de la famille barrages (811) mérite une analyse en profondeur.

1. Barrages, conduites forcées, vannes, canaux, galeries, écluses.

En 2024, 10 EISH (jaunes) ont été déclarés dont 1 lié à un événement survenu en 2019 mais ayant fait l'objet d'un classement tardif.

- EDF Hydro Centre/GEH Loire Ardèche/GU Chassezac/barrage de Raschas: sur-débit aval en fin de crue pour passage de bois (2019).
- EDF Hydro Centre/GU Rance/barrage de la Rance: intervention des secours due à la mise en difficulté d'une personne dans son annexe ayant dérivé jusqu'au filin.
- EDF Hydro Alpes / GEH Jura Maurienne / GU Hermillon/prise d'eau de Bonvoisin: lâcher d'eau à la suite d'une ouverture automatique de vanne ayant entraîné une mise en difficulté du personnel d'une entreprise intervenant dans la rivière.
- EDF Hydro Alpes/GEH Écrins Vercors/GU Isère Aval/barrage de La Vanelle: grippage des chaînes gales des vannes barrage 2 et 4 à la fermeture ayant conduit au maintien de l'ouvrage «en transparence».
- EDF Hydro Sud-Ouest/GEH Tarn Agout/GU Saut de Sabo/centrale de la Bourélie: chute d'un pêcheur hors de son embarcation liée au transfert de débit de la centrale vers la vanne de vidange.
- EDF Hydro Sud-Ouest/GEH Adour et Gaves/GU Pragnères/barrage d'Aubert: abaissement de cote après des fuites importantes au niveau du déversoir.
- EDF Hydro Sud-Ouest / GEH Aude Ariège / GU Auzat / barrage de Gnioure: risque de chute de blocs rocheux pouvant atteindre le barrage a conduit à la mise en sécurité de l'ouvrage par baisse de cote.
- EDF Petite Hydro/GEH Pyrénées/GU Couserans/barrage de Chichoué: évacuation d'un groupe de personnes de la grotte de Cigalère à la suite de la montée de l'eau due à l'abaissement de la retenue par sa vanne de vidange.
- EDF Petite Hydro/GEH Centre Ouest/GU Guerlédan/barrage de Saint Aignan (non classé): ouverture non maîtrisée de la vanne Stoney et sur-débit significatif à l'aval (sans conséquence avérée).
- EDF Hydro Méditerranée/GU Vinon/barrage de Sainte-Croix: bateau électrique en difficulté dans la zone interdite à l'aval du barrage (phase pompage).



Promontoire du barrage de Jons

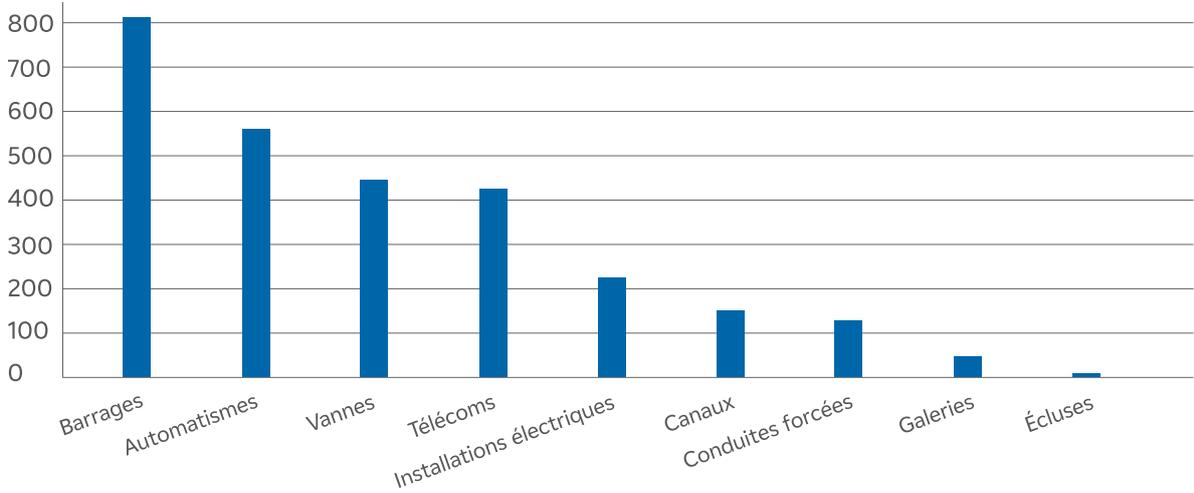
© EDF - Guillaume MANTES

77 PSH (précurseurs de sûreté hydraulique) ont été déclarés en lien avec les barrières de sécurité identifiées dans les études de danger EDD des barrages de classes A et B. Au premier trimestre 2024, au terme des rencontres avec les DREAL, 87 PSH ont été définitivement déclarés au titre de l'année 2023 (110 en 2022).

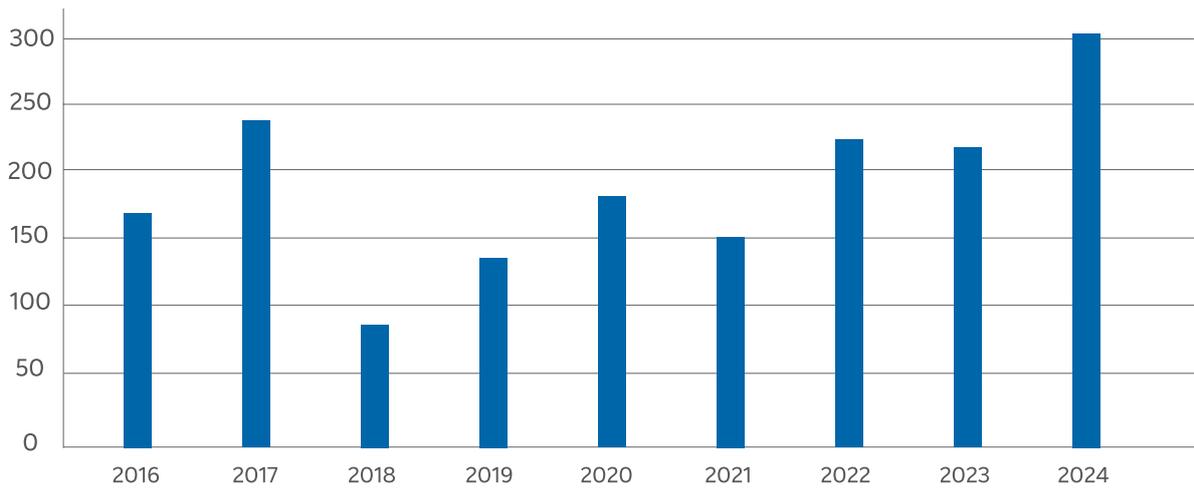
En 2024, la déclaration de 306 ESI (événements de sûreté à l'ingénierie), en progression par rapport à 2023, au CIH (centre d'ingénierie hydraulique 192), à la DTG (division technique générale 92) et à HSM (Hydrostadium 22) témoigne d'une intégration satisfaisante de la démarche dans les ingénieries. Seuls 7 de ces ESI sont en lien avec un ESH marquant.

Une alerte technique a été déclarée par EDF Petite hydraulique EPH sur la perte de fonctionnalité du diffuseur d'alarme centralisé sans information des exploitants, ce qui a rendu inopérante la transmission des alarmes des aménagements raccordés de petite hydraulique.

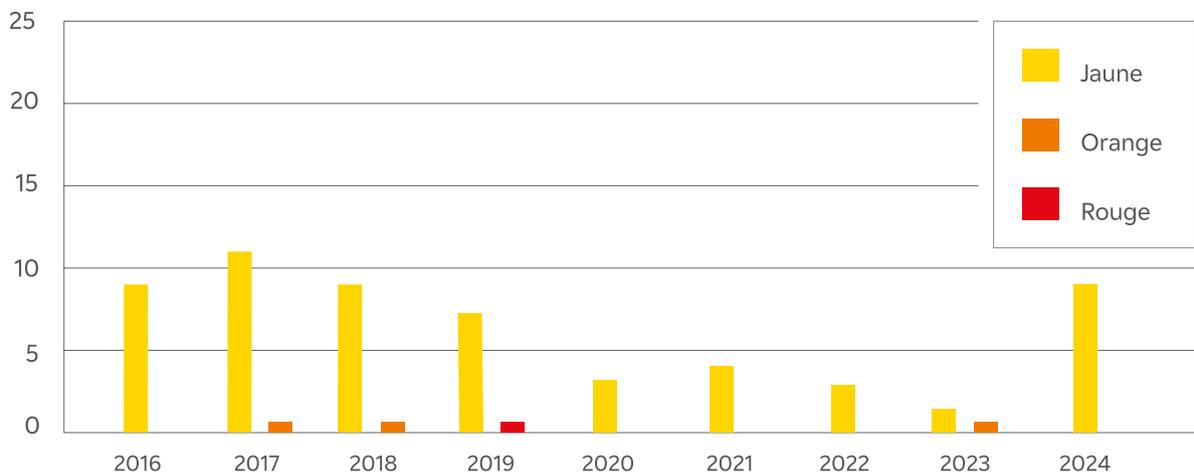
Analyse des ESH par familles 2024



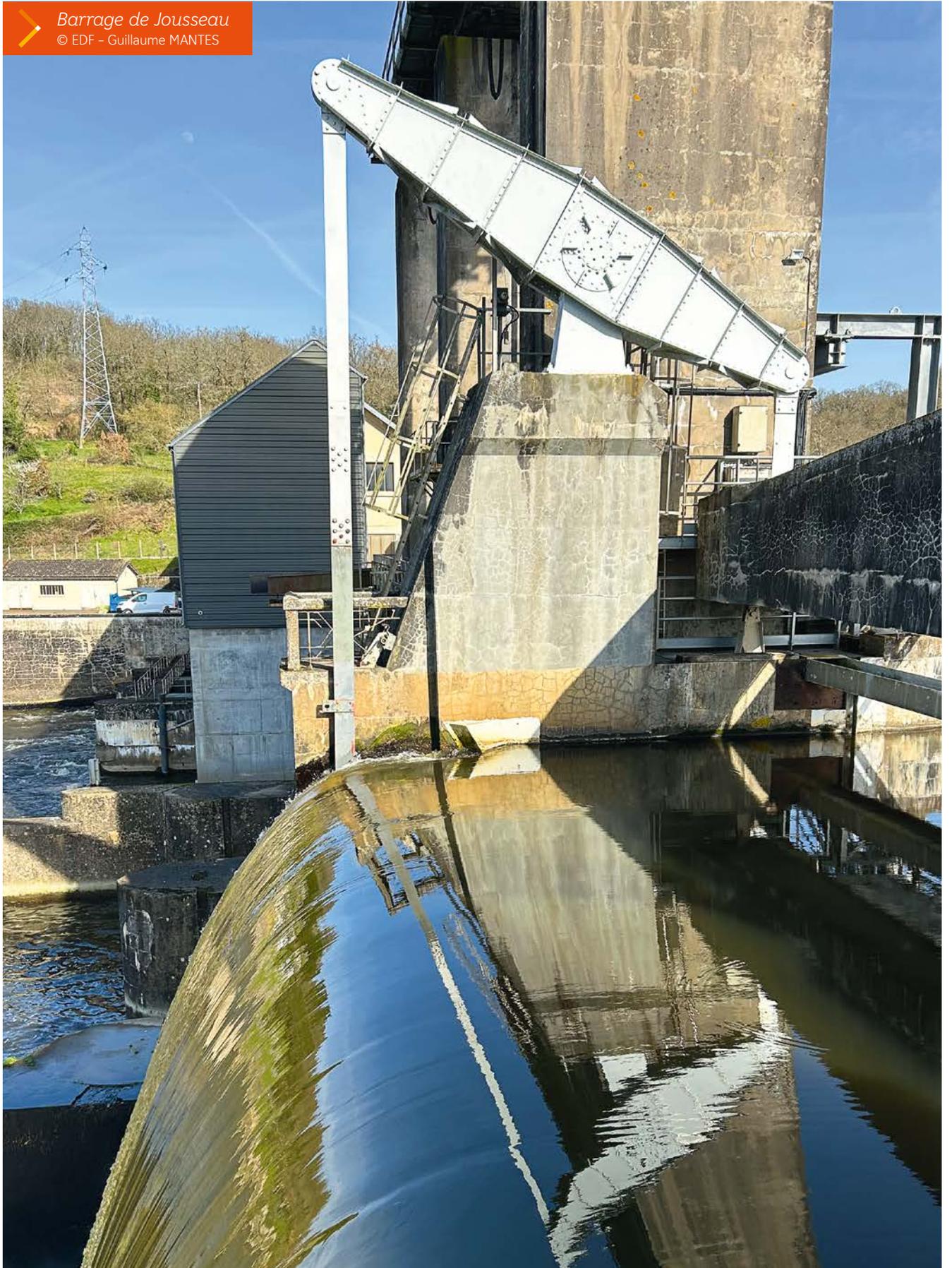
Évolution des ESI depuis 2016



Évolution des EISH depuis 2016



 *Barrage de Jousseau*
© EDF - Guillaume MANTES



La surveillance et le maintien du patrimoine

La rupture d'un ouvrage, barrage ou conduite forcée (CF), retenant l'eau sous pression en grande quantité, est le risque le plus emblématique pour un aménagement hydroélectrique. Ces ouvrages sont donc couverts par des obligations réglementaires d'analyse de risque et de justification de conformité (barrage) à un état de résistance et de fonctionnalité attendu. La maîtrise de ces risques par les producteurs, tant du maître d'ouvrage chargé de l'état du patrimoine que de l'exploitant chargé de sa surveillance et maintenance préventive, fait l'objet de la plus grande attention et rigueur. La mise à niveau des analyses de risque et de conformité de ces ouvrages via la réalisation des EDD (études de danger) est conduite, à la demande des maîtres d'ouvrage, par des ingénieries agréées selon une programmation qui dépend des obligations réglementaires.

Les EDD CF et barrages en phase de production

Les ingénieries agréées intégrées à EDF Hydro ont mobilisé des moyens internes et externes et des méthodologies industrialisées en 2023 et 2024 pour fiabiliser la livraison des EDD des barrages dans le respect des échéances réglementaires. Lancé il y a trois ans, le programme de livraison des EDD CF a livré ses premières EDD pilotes en 2024. Le programme se poursuit selon les échéances fixées aux différents niveaux d'enjeu du classement des CF.

Afin de respecter les échéances réglementaires de mise en conformité des ouvrages de classe A (2030) et B (2035), EDF Hydro s'organise depuis 2024, au sein du programme national *Déclinaison des obligations réglementaires* qui coordonne et priorise l'ensemble des opérations sur les dix prochaines années, par suite de la recommandation de l'ISH de 2023. La consolidation et l'exploitation des données liées à un ouvrage (consignes, diagnostics, plans d'action, bilans de comportement, relations avec les DREAL, etc.) sont assurées par les référents ouvrages de chaque unité de production.

Les exploitants ont un rôle déterminant dans le bon fonctionnement de l'ouvrage et le respect des barrières de prévention limitant les «événements

redoutés centraux» (ERC) identifiés dans les EDD. Il est essentiel de les sensibiliser aux conclusions de l'EDD pour la bonne connaissance tant de l'ouvrage et de ses conditions de fonctionnement conformément à la conception, que de leur rôle dans l'application des barrières de prévention qui limitent les conséquences des ERC. Je salue la méthodologie innovante et pédagogique développée par la direction technique d'EDF Hydro Sud-Ouest pour transmettre les conclusions des EDD aux exploitants (présentation interactive avec implication individuelle suscitant questionnement et compréhension collective). J'invite à déployer cette méthode à l'ensemble des unités d'EDF Hydro.

Une réflexion équivalente devrait être engagée sur la communication aux exploitants des conclusions des EDD CF naissantes.

Une SDO bien maîtrisée

Le processus de surveillance des barrages est rodé depuis plus de 50 ans grâce à l'application des consignes de surveillance et d'auscultation des ouvrages par des exploitants formés (autorisation), dans le respect de la réglementation et grâce à l'analyse et à l'historisation de ces données par l'ingénierie référente de la division technique générale DTG qui émet des rapports périodiques. Le suivi d'exploitation par les exploitants est enregistré dans les registres barrages dont les supports sont en cours de numérisation pour en faciliter l'exploitation et l'archivage. La surveillance des ouvrages fait aussi l'objet de visites annuelles de la part des DREAL. Tout écart constaté dans le déroulement de ce processus donne lieu à la déclaration d'un ESH. Si une barrière de sécurité est concernée, un PSH est déclaré avec information à la DREAL.

L'ensemble du processus de surveillance des ouvrages SDO, s'il peut évoluer ponctuellement (conclusions d'EDD, évolution de comportement) ou être adapté transitoirement (phénomènes météo extrêmes, séisme), est clairement défini, rigoureusement respecté et régulièrement contrôlé. La récurrence et la reproductibilité de certaines



mesures d'auscultation font l'objet depuis 2021 d'expérimentations d'automatisation, dans le cadre d'un projet de modernisation national EDF Hydro.

Les CF sous surveillance

Les conduites forcées sont des ouvrages réglementés depuis 2021 pour leur potentiel de risque en cas de rupture. Depuis quinze ans, EDF Hydro a toutefois mis en place, à la suite du retour d'expérience REX de ruptures, une surveillance des transitoires hydrauliques des CF en exploitation via des DSP CF (dispositif de surveillance de pression CF). 300 aménagements disposent actuellement de ce type de dispositif qui contribue à mieux appréhender les causes de surpression et à réduire le risque de rupture. L'historique de ces données de surveillance est un atout évident pour la rédaction des EDD CF. Un bilan annuel de la surveillance hydroacoustique est réalisé par la division technique générale (DTG). Il montre un bon niveau de détection des précurseurs qui alimente l'amélioration du réglage des machines mais aussi que 38% des surpressions sont liées à des essais de mise en service. Ces constats invitent EDF Hydro à améliorer la qualité des analyses de risque des phases de requalification et sensibiliser les responsables de ces essais aux transitoires hydrauliques.

Des DMP Patrimoine qui ne diminuent pas

En 2024, le budget affecté à la sûreté du parc d'EDF Hydro s'élève à 169 M€, dans un ratio stable de 37% par rapport au budget total d'exploitation, de maintenance et d'investissements (460 M€). Ces budgets, en progression par rapport à 2023, témoignent de la continuité des efforts pour le maintien du patrimoine et le traitement des dispositifs et moyens particuliers (DMP) patrimoine.

Malgré ces efforts financiers, le cycle inexorable du vieillissement des nombreux ouvrages (âgés de plus de 75 ans de moyenne) conduit à comptabiliser dans les bilans d'état du patrimoine en 2024, plus de 500 matériels sûreté de criticité US3 (urgence sûreté niveau 3), en légère augmentation par rapport à 2023 (492). Les DMP patrimoine de plus de 5 ans (253) suivent la même tendance en 2024.

Je souligne que la justification apportée à l'évaluation de l'état des matériels ainsi qu'à la définition des DMP s'améliore avec des analyses de risque de qualité, des parades mieux caractérisées et un processus de validation par le maître d'ouvrage (MOA) plus rigoureux.



Centrale de Campan

© EDF - Guillaume MANTES

RECO

Appliquer aux matériels classés OMISH des familles Télécoms et Automatismes la même règle que pour les autres familles exigeant la mise en place d'un DMP en cas de criticité US3.

Dans mon rapport 2023, je relevais le vieillissement de nombreux ouvrages très exposés aux aléas climatiques (vannes et conduites forcées), l'obsolescence des matériels de contrôle commande, le maintien en place depuis trop longtemps de dispositifs et moyens particuliers Patrimoine, l'alerte technique du centre d'ingénierie hydraulique CIH sur l'état des vannes en conduite, des ressources d'ingénierie mises à l'épreuve par des exigences réglementaires croissantes et par les opérations de mise en conformité (barrages, automatismes, alarmes) mais aussi sollicitées pour les rénovations du patrimoine. Je note en 2024 des décalages récurrents d'opérations prévues dans les programmes pluriannuels. Le cumul progressif des décalages pourrait conduire à terme à un effet volume entraînant une difficulté à maintenir le patrimoine sûreté avec des incidences sur les capacités de production associées.

La DSID (direction stratégie industrielle et développement) d'EDF Hydro a entrepris en 2023 de réaliser l'état des lieux d'une trajectoire de maintien du patrimoine à long terme. Celle-ci doit prioritairement traiter ces situations, dont plus de 250 matériels de criticité A+ concernent aussi un enjeu de performance.

Fiabiliser la programmation pluriannuelle des activités sûreté

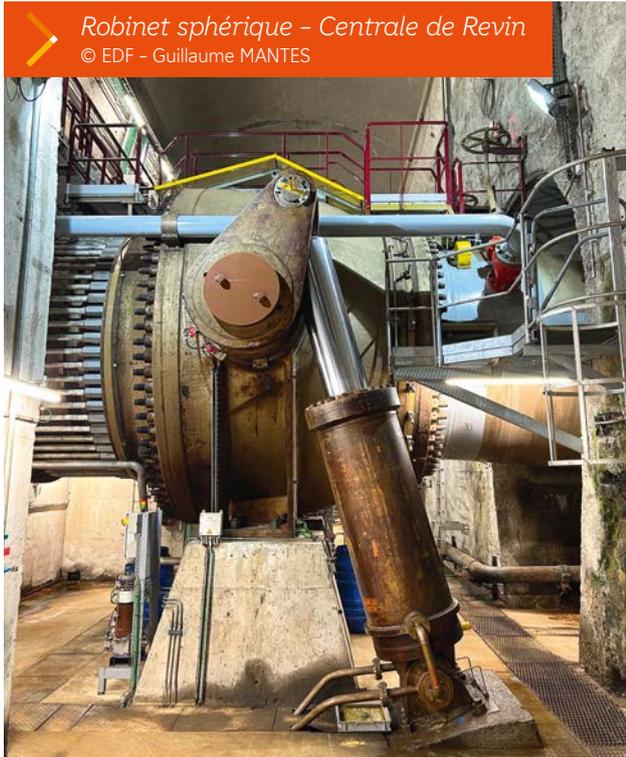
Dans l'outil SAPHYR de traçabilité de l'état du patrimoine, les matériels sûreté sont classés en 6 familles (barrages, conduites forcées, vannes, canaux, galeries, écluses).

Les ouvrages les plus sensibles au risque de rupture font l'objet de visites et d'essais définis par un plan de maintenance préventive. Il donnent aussi lieu à des bilans d'état périodiques (surveillance, expertise, maintenance courante, retour d'expérience). La criticité d'état du patrimoine est évaluée sur la base de critères d'importance et d'urgence vis-à-vis du risque de sûreté. Ces évaluations permettent de prioriser les opérations de maintien du patrimoine sur les ouvrages et matériels importants pour la sûreté hydraulique OMISH. Décidées par les maîtres d'ouvrage, les échéances de traitement sont fixées une fois réalisées les analyses de risque associées aux DMP (dispositifs et moyens particuliers) patrimoine, aux S4 (situation à suivi spécifique sûreté), aux ouvrages à suivi particulier), aux mises en conformité réglementaire et aux EISH.

Le processus de programmation des opérations de maintien du patrimoine et de rénovation fait l'objet d'un cycle annuel qui vise à construire un programme pluriannuel à trois ans et à valider le programme annuel par des ajustements. Dans son objectif d'anticipation, la programmation pluriannuelle des opérations permet de définir des échéances de réalisation compatibles avec ces analyses de risque et de tenir compte des délais nécessaires au processus d'ingénierie.

EDF Hydro a engagé une réflexion stratégique pour élaborer une trajectoire à long terme de maintien du patrimoine basée sur un diagnostic actualisé, les obligations réglementaires, les enjeux de sûreté et de production, la capacité à faire des ingénieries ainsi que la disponibilité et les compétences du tissu industriel des fournisseurs et prestataires.

Je constate en 2024 des non-respects des échéances d'opérations de sûreté programmées à 2 ou 3 ans par la maîtrise d'ouvrage. Retards de préparation (diagnostic, organisation), événements météo, cadrages budgétaires, aléas techniques, fiabilité des engagements, capacité à faire des maîtres d'œuvre, limitation de capacité d'accueil des groupements d'usines GU: les causes en sont diverses et interfacées.



Robinet sphérique – Centrale de Revin
© EDF – Guillaume MANTES

Sans remettre en cause la sûreté hydraulique, ces décalages nécessitent de réviser l'évaluation de criticité des matériels, les analyses de risque et la formalisation de la décision du maître d'ouvrage (MOA) qui dispose du pouvoir budgétaire. Ces évolutions programmatiques sur arbitrage annuel ont également des conséquences sur la désorganisation des opérations déprogrammées.

☑ RECO

Fiabiliser la programmation pluriannuelle des opérations de maintien du patrimoine au service de la maîtrise du processus d'ingénierie et de la garantie, dans la durée, de la fonctionnalité des ouvrages et matériels importants pour la sûreté.

Témoin de la rigueur de pilotage de la sûreté, la fiabilité des programmations à 3 ans des affaires sûreté mériterait d'être monitorée.

Une mise en cohérence nécessaire de la démarche OMISH

EDF Hydro a créé en 2023 un projet national OMISH, ouvrages et matériels importants pour la sûreté hydraulique, qui coordonne les réflexions méthodologiques et apporte un appui aux unités pour

la déclinaison cohérente de la démarche initiée en 2019. Les projets OMISH des unités ont apporté une certaine dynamique à la déclinaison de la démarche et les progrès se concrétisent de manière variable.

Les réflexions et échanges du projet sont bien engagés avec toutes les unités d'EDF Hydro, mais je constate selon les unités, voire les groupes d'exploitation hydraulique GEH, une hétérogénéité dans la déclinaison opérationnelle des principes du cadre de cohérence OMISH. Cette situation aboutit à une certaine dispersion dans l'enregistrement du système d'information, dans le renseignement des modes opératoires et dans l'appropriation de la démarche par les exploitants. Ce décalage de positions rend aussi difficile l'intégration cohérente des exigences de sûreté par les maîtres d'œuvre et ingénieries nationales (centre d'ingénierie hydraulique CIH, division technique générale DTG, Hydrostadium HSM, UNITEP, Hydro Réparation, unité de professionnalisation pour la performance industrielle UFPI). Plus largement, les divergences dans l'identification des OMISH influent sur la définition des valeurs de référence et la mise à jour des plans et schémas. Le groupe de travail national Convergence créé en 2024 intègre les exigences du cadrage des OMISH et vise à accompagner les déploiements opérationnels et les changements culturels associés.

☑ RECO

Il est nécessaire que les entités de production tiennent compte de l'intérêt général à mettre en cohérence leurs postures sur le sujet fondamental de référence que constitue la caractérisation des OMISH et les modalités de déclinaison de leurs exigences.

Je note que les ingénieries (centre d'ingénierie hydraulique CIH, Hydrostadium HSM) s'organisent pour déployer progressivement en 2025 les exigences portant sur les activités importantes pour la sûreté AISH. La division technique générale DTG qui, par son champ d'action, couvre aussi la production nucléaire, a déjà intégré les exigences de sûreté pour ses activités dans la production hydraulique.

La qualité des modes opératoires : une priorité

La formalisation et la mise à jour des modes opératoires, instructions, consignes et rapports d'exploitation

ont été bouleversées par les évolutions du système d'information (pour intégrer les fondements d'une GMAO), des matériels (technologie numérique), de la réglementation, et par la digitalisation des modes opératoires (pour enrichir les données et faciliter le travail en mobilité sur les installations). Conséquence de ces changements: les modes opératoires ne présentent parfois pas un niveau de rigueur, de mise à jour ni d'exigence à la cible des attendus pour les interventions sur les ouvrages et matériels importants pour la sûreté hydraulique (OMISH).

La situation varie selon les équipes et je note d'excellentes pratiques dans trois groupements d'usines:

- Le missionnement d'agents expérimentés pour rédiger des modes opératoires de dépannage permettant de se réapproprier le fonctionnement des installations par l'analyse de situations dégradées (groupement d'usines Sisteron) ;
- Le missionnement d'un technicien d'exploitation pour mettre à jour et enregistrer dans GEMHYGO des modes opératoires suivant un standard d'exigences cohérent, sur la base des retours des chargés d'intervention (groupement d'usines Campan) ;
- Les assises de la préparation, organisation la plus aboutie fondée sur le regroupement de l'équipe (des agents d'exploitation à l'encadrement) une demi-journée par semaine afin de se réapproprier les modes opératoires pour les interventions à venir, les ajuster avec l'avis des nouveaux arrivants et des agents expérimentés puis les actualiser dans les outils SI après validation de l'encadrement (groupement d'usines Montpezat).

☑ RECO

Mettre à jour les modes opératoires sur le fond (exigences, valeurs de référence, applicabilité, auto-portance, requalification, enrichissement par le REX, PFI, etc.), les enregistrer et les archiver dans le SI comme référence pour une application rigoureuse dans le respect des règles d'assurance de la qualité. Les modes opératoires garantissent la robustesse des activités opérationnelles: améliorer leur qualité devrait être une priorité des responsables d'exploitation.

Instruite par le groupe de travail Convergence qui accompagne les groupements d'usines GU, l'offre de service du programme Exploiter demain a été lancée en 2024. Elle doit faciliter l'intégration de toutes les exigences au bénéfice d'un processus de maintenance courante plus robuste (plan de maintenance local, exigences OMISH, données de référence, requalification, suivi de paramètres, archivage).

Structurer le déploiement des plans d'action automatisme alarme

Présentée en comité national de sûreté hydraulique, l'analyse de l'événement important pour la sûreté hydraulique EISH de Labarre en 2022 a conduit la plupart des unités à engager en 2023/2024 un diagnostic P3A, plan d'action automatisme alarme. Celui-ci porte sur l'état de conformité et de fonctionnalité des mesures de niveau des automatismes et alarmes et de leurs modes d'alimentation électrique. Cet état des lieux exhaustif a abouti à de nombreux constats présentant plus ou moins de criticité et d'urgence pour la mise en conformité (technique, référentielle, réglementaire) des matériels. L'état des lieux a été réalisé par des ressources externes pilotées dans le cadre de projets d'unité. Le plan d'action pluriannuel de mise en conformité nécessitera de conduire des études, de prioriser les opérations relevant de compétences d'ingénierie, de mobiliser des ressources humaines et budgétaires chez les exploitants pour répondre aux enjeux prioritaires définis par les maîtres d'ouvrage (MOA). Le traitement des écarts sur ces matériels OMISH répond aux recommandations exprimées dans les rapports ISH 2022 et 2023 sur la nécessité de fiabiliser les chaînes de commandes, du capteur à l'organe en passant par les automates. Je salue l'engagement de la démarche lancée en 2024 par EDF Hydro Sud-Ouest pour traiter les écarts (près de 600 actions) sur trois ans en fonction des enjeux.

☑ RECO

Mettre en place, dans chaque unité, un projet local doté d'un budget dédié, chargé du pilotage hiérarchisé par le maître d'ouvrage du traitement des écarts sur les automatismes alarmes et de l'intégration des priorités dans les plans de charge des ingénieries.

Les exigences OMISH à appliquer en astreinte et sur aléas

La requalification, intrinsèque sous responsabilité du maître d'œuvre MOE et fonctionnelle sous responsabilité du chargé d'exploitation, est une exigence du référentiel de management de la sûreté hydraulique. La phase de requalification intrinsèque est toujours intégrée aux dossiers d'affaires des MOE mainteneurs (groupe de maintenance hydraulique GMH, Hydro Réparation) et des ingénieries (centre d'ingénierie hydraulique CIH, Hydrostadium HSM) sur les opérations concernant les ouvrages et matériels importants pour la sûreté hydraulique OMISH. La requalification fonctionnelle, à la rencontre de l'exploitant et du MOE (ingénieries CIH ou HSM) sur les opérations programmées fait aussi l'objet d'un plan global d'essais proposé par l'ingénierie et validé par le chargé d'exploitation. Toutes les interventions programmées au plan de maintenance des exploitants font l'objet, sous diverses formes, d'une étape de requalification intégrée aux documents. Il apparaît que les interventions d'astreinte ou consécutives à un aléa sur des OMISH ou encore relatives à une fonctionnalité de sûreté ne font pas l'objet, de manière systématique et rigoureuse, des étapes d'analyses de risque et de requalification validée par le chargé d'exploitation avant la remise en service.

☑ RECO

Formaliser, dans les notes d'organisation des groupements d'usines, les exigences d'analyses de risque et de requalification tracées lors d'intervention sur OMISH, en astreinte et sur aléas.

Télécoms

L'UNITEP (unité nationale des technologies numériques pour le producteur) assure l'ingénierie des métiers SI, télécom industriel et cybersécurité du groupe EDF.

Avec ses groupes d'exploitation (GEX) régionaux en regard des unités de production hydraulique et son CORE (centre opérationnel d'exploitation) centralisé chargé de la surveillance des réseaux, l'UNITEP apporte un service déterminant dans la chaîne de transmission des données sûreté permettant à tout moment à l'exploitant de connaître l'état de l'installation.

Réseaux Télécoms : des équipes au service de l'exploitant

Les groupes d'exploitation GEX de l'UNITEP assurent le maintien en l'état des fonctions réseaux Télécoms et leurs interventions sur aléa garantissent un traitement rapide et ajusté aux enjeux et aux attentes des exploitants. Ils entretiennent avec ceux-ci des relations régulières très appréciées, sous forme de bilans périodiques, d'analyses conjointes d'ESH ou de participation d'un interlocuteur Télécoms aux réunions hebdomadaires de groupe d'exploitation hydraulique GEH. Une bonne pratique. Ils dispensent aussi une formation Télécoms sur les infrastructures spécifiques de chaque groupement d'usines GU qui aide à mieux appréhender le fonctionnement des transmissions et facilite les relations lors du traitement des aléas. La mise à jour des schémas Télécoms et des listes de matériels Télécoms OMISH reste une voie de progrès.

Afin d'améliorer la robustesse des solutions Télécoms au service de la sûreté, l'UNITEP a créé la plateforme de simulation et d'essai GU parfait : elle fiabilise les solutions techniques et simule leur mise en service opérationnelle au titre des requalifications intrinsèques.

Un projet dédié à la fin des réseaux cuivre

La fiabilité des liaisons est la cause de nombreuses défaillances des réseaux Télécoms porteurs de fonctions de sûreté, en particulier transmission des alarmes aux exploitants d'astreinte.

L'UNITEP assure l'interface avec les opérateurs de réseaux pour le rétablissement prioritaire des lignes à enjeux. Elle assure pour le groupe EDF, la maîtrise d'œuvre (MOE) et l'appui à maîtrise d'ouvrage (AMOA) du projet de remplacement (ULISSE) des fonctions fournies par les lignes cuivre opérées par Orange et qui cesseront d'être exploitées entre 2024 et 2030. Ces lignes seront remplacées par de nouvelles technologies (4G, 5G, fibre optique, satellite) selon leur niveau de performance au regard des enjeux de sûreté. Ceci devrait améliorer la fiabilité des transmissions. Une brique cybersécurité sera associée aux solutions déployées. Ce projet constitue une opportunité pour l'aboutissement du projet de modernisation et de fiabilisation du système d'alerte du plan particulier d'intervention PPI. À EDF Hydro, un correspondant garantit la qualité de l'expression des besoins du maître d'ouvrage pour la performance comme pour les enjeux de sûreté.

Le projet ULISSE est soumis à la réglementation couverte par l'autorité administrative ARCEP, autorité de

régulation des communications électroniques des postes et de la distribution de la presse.

Cybersécurité: une collaboration efficace avec l'UNITEP

L'UNITEP détient une expertise du métier cybersécurité dans le groupe EDF. Ses produits et services cybersécurité montrent un processus sous contrôle. Une grande rigueur, une bonne maîtrise technique et une méthodologie structurée sécurisent les projets SI et Télécoms dans une collaboration efficace et constructive avec le responsable sécurité SI d'EDF Hydro.

Une solution centralisée pour fiabiliser la diffusion des alarmes

L'UNITEP contribue avec le centre d'ingénierie hydraulique CIH au projet national EDF Hydro pour la conception d'un DAC, diffuseur d'alarmes centralisé pour les GU de grande hydraulique et GU mixtes. L'objectif est de fiabiliser ce dispositif et de traiter l'obsolescence des diverses technologies des nombreux diffuseurs actuels. Un DAC développé par UNITEP est déjà opérationnel pour une partie des GU de petite hydraulique: son REX sera intégré par le projet national de DAC pour la grande hydraulique. Le CIH est maître d'œuvre (MOE) intégrateur, avec Hydrostadium HSM et l'UNITEP comme MOE délégués sous maîtrise d'ouvrage (MOA) de la direction performance exploitation d'EDF Hydro.



Élément télécom Sofrel - UNITEP
© EDF - Guillaume MANTES

Bonnes pratiques

- Trame d'autoévaluation pour attribuer les autorisations de surveillance des ouvrages (SDO), avec présentation des savoirs et compétences attendus, fondée sur les exigences des référentiels SDO et de la réglementation. **Centre d'exploitation hydraulique Revin**
- Présentation des conclusions d'études de danger EDD aux équipes d'exploitation par un échange interactif sous forme de questionnement (type Klaxoon) qui favorise la participation et les échanges collectifs pour une meilleure appropriation à la fois des concepts et des conclusions spécifiques de l'EDD. **EDF Hydro Sud-Ouest**
- Séquence dédiée aux Télécoms au début de la réunion hebdomadaire du GEH pour traiter les événements urgents, prioriser les sujets de sûreté et faire le point sur les éventuelles difficultés de conduite des opérations Télécoms à enjeux. **UNITEP Groupe d'exploitation Centre/groupe d'exploitation hydraulique Loire Ardèche**
- «*Les assises de la préparation*» réunissent tous les jeudi matin l'ensemble de l'équipe pour rédiger, modifier et mettre à jour les modes opératoires (en intégrant les remarques des mainteneurs). La saisie et le suivi sont réalisés par des techniciens principaux d'exploitation et la collecte des infos assurée par toute l'équipe. **Groupement d'usines Montpezat**
- Appel au CA&S (centre d'appui et de service) EDF Hydro Centre pour bénéficier d'une vigilance élargie (surveillance T4), d'un regard externe (PFI) et d'une réflexion de second niveau (profondeur d'analyse) afin d'améliorer la vision des exploitants et leur concentration sur leur valeur ajoutée opérationnelle. **Groupements d'usines Brommat, Montézic, Temple ; CA&S EDF Hydro Centre**
- Affichage des schémas AO de l'infrastructure Télécoms du GU dans les locaux d'exploitation et utilisation fréquente lors des analyses d'événements. **UNITEP Groupe d'exploitation Centre ; groupement d'usines Chassezac**

La gestion des crues

Pour le producteur hydraulique, la capacité à faire face en temps réel aux épisodes de crue, en pleine responsabilité et dans le respect de la réglementation, se construit par une préparation très anticipée et rigoureuse qui mobilise de nombreux acteurs de l'ingénierie et de l'exploitation. Elle s'appuie sur des études hydrométéorologiques, le dimensionnement des ouvrages dans le respect de la réglementation justifié par les études de danger EDD, les essais périodiques de fonctionnement des évacuateurs de crue, l'établissement de consignes d'exploitation en crue, des bulletins météo d'alerte crue, une organisation

en groupement d'usines GU pour la mobilisation et la préparation à la crue, la formation et le maintien des compétences par recyclage annuel des exploitants chargés de conduite et de leurs assistants, etc.

Cette organisation est complexe par la diversité des matériels, des acteurs et des compétences à la rencontre de la temporalité des événements, et par la variabilité des situations météorologiques. Elle résulte d'un savoir-faire unique enrichi par la connaissance des comportements des milieux naturels et par le retour d'expérience REX de près de 70 ans d'exploitation.

La période d'octobre 2023 à septembre 2024 s'est démarquée par rapport aux années précédentes par sa pluviométrie abondante et par la récurrence d'épisodes de crues qui n'avait pas été enregistrée depuis plus de vingt ans. L'entretien périodique des installations et la formation des équipes ont permis de gérer les crues sans événement de sûreté hydraulique important EISH, dans le respect de consignes de crues. On note toutefois un épisode violent et extrême dans la vallée d'Aspe (Pyrénées-Atlantiques) le 7 septembre 2024 qui, outre des dégâts aux infrastructures publiques et aux habitations, a entraîné l'inondation de 3 usines hydroélectriques du groupement d'usines Baralet. Vécue de plein fouet par le GU Baralet, accompagné par l'état-major du groupe d'exploitation hydraulique GEH Pyrénées et par le maître d'œuvre (MOE) HSM, cette crise a été gérée avec l'appui de la FARN, force d'action rapide du nucléaire. Cette dernière a montré, comme en 2020 pour la tempête Alex, les capacités du groupe EDF, complétées par les mobilisations partagées d'ENEDIS et de RTE, à gérer la crise (organisation, moyens, compétences, solidarité). En juin 2024, un épisode similaire de forte intensité et très localisé dans la vallée du Vénéon (Oisans en Isère) sur le hameau de la Bérarde a causé de nombreux dégâts aux habitations mais n'a pas eu de conséquence notable sur les ouvrages hydrauliques juste à l'aval.

Barrage de Sainte-Marguerite

© EDF / Koox



Des organisations de crue soumises à rude épreuve

La multitude des épisodes de crues, 11 identifiés, répartis sur douze mois sur des territoires vastes concernant plusieurs vallées, et parfois à plusieurs

reprises, ont largement mobilisé les équipes d'exploitation et d'état-major (astreintes de coordination de crue des ouvrages enchaînés par exemple sur l'Isère, la Durance, le Rhin). Les activités supplémentaires de préparation des aménagements au passage des crues, la montée des quarts de crue en 3x8 et la gestion post-crise de remise en état des aménagements ont consommé de nombreuses ressources qui n'ont pu assurer certaines activités courantes d'exploitation ou de maintenance préventive ni d'investissement dans des démarches de progrès mises en attente dans ces périodes. Si l'engagement, la solidarité, l'attention aux enjeux territoriaux et le sens du service apporté au système électrique ont dopé la mobilisation et les efforts, la capacité à tenir dans le temps est mise à rude épreuve.

☑ RECO

Analyser l'impact (retards et ressources) des crues de 2024 sur l'activité courante et sur les démarches de progrès des équipes les plus sollicitées. L'objectif est de définir, pour les maîtres d'ouvrage et les exploitants, les conditions de retour à un programme d'activité stabilisé afin de maintenir la sérénité nécessaire à la maîtrise de la sûreté.

La mobilisation sans faille, à la hauteur des événements

La diversité des aménagements, des configurations de vallées, des phénomènes météorologiques, des hydrogrammes de crue, des conditions d'accès et d'autonomie des ouvrages et des enjeux externes, sont parmi les paramètres qui structurent la composition des tours d'astreinte dans les équipes. La dispersion des aménagements par rapport aux lieux de résidence des exploitants, la différence de niveau d'exposition des groupements d'usines GU et la proximité d'équipes de maintenance constituent des facteurs de contraintes (ou d'opportunités) favorables à une mobilisation des compétences à la hauteur des enjeux. Je salue le travail du groupe d'exploitation hydraulique GEH Loire Ardèche pour son organisation de crue, la mutualisation et la formation de ses chargés de conduite et assistants: conduites à une maille régionale, elles dépassent le périmètre d'un groupement d'usines en vue de garantir la maîtrise d'exploitation des aménagements en crue dans toute leur diversité.

À l'inverse, dans les groupements d'usines reculés où il est difficile de se loger à proximité comme au GU Chassezac, qui est en outre exposé à des crues cévenoles violentes nécessitant une grande réactivité, la mobilisation constitue un point d'attention qui mérite un traitement singulier. Le management a engagé une réflexion multicritères pour identifier des voies d'organisation permettant de garantir une mobilisation robuste et de qualité. Elle mérite d'être accompagnée.

Se préparer à des événements extrêmes

Depuis 2019, le monde de l'hydraulique vit des épisodes climatiques successifs, violents ou extrêmes qui ont un impact sur la sûreté d'exploitation des aménagements hydroélectriques: neige collante en 2019, tempête Alex en 2020, inondations d'usines sur la Nive en 2021, sécheresse et canicule en 2022, tempêtes Aline et Ciaran en 2023, inondations d'usines en vallée d'Aspe en 2024. Chacun de ces événements a déclenché des organisations de crise et est analysé pour un retour d'expérience REX qui mérite d'être largement partagé dans chaque équipe d'exploitation. Ces différentes crises ont montré la mobilisation et la solidarité sans faille des agents de l'hydraulique.

Toutefois les analyses ont souligné certaines fragilités de nos installations et systèmes d'exploitation, par exemple: état du patrimoine, modes communs (accès, alimentations électriques), couverture Télécoms, accès aux données des installations, réseaux informatiques, visualisation à distance, accès aux ouvrages et aux outils de pilotage, fiabilité des moyens de surveillance, autonomie de fonctionnement des ouvrages en automatique, etc.



Barrage de Vassivière

© EDF - Guillaume MANTES

La multiplicité d'événements localisés, violents et soudains invite à dresser un état des lieux actualisé de la capacité de préparation des groupements d'usines et des groupes d'exploitation hydraulique à des crises locales liées à des phénomènes météorologiques difficiles à prévoir et à anticiper par les modèles.

☑ RECO

Mener, dans chaque équipe, des réflexions à froid sur les incidences potentielles de phénomènes extrêmes (scénarios adaptés aux spécificités locales avec l'appui de l'ingénierie DTG) sur la base du REX des événements climatiques violents comme ceux rencontrés ces dernières années. L'objectif est d'imaginer des scénarios dégradés auxquels se préparer et de prendre les dispositions, organisationnelles et matérielles pour y faire face dans les meilleures conditions (fiches réflexes).

Souvent longues et pénibles, les manœuvres manuelles en ultime secours des évacuateurs de crues (EVC) mobilisent de nombreuses ressources. Elles sont extrêmement rares, mais si les EVC devaient être sollicités, ce serait en situation de crise extrême. Des bonnes pratiques recourent à des moyens et outillages mécaniques autonomes (batteries, moteurs thermiques) qui rendent ces manœuvres plus faciles, plus rapides, moins consommatrices de ressources et moins génératrices de risque sur la santé.

☑ RECO

Étudier la fiabilisation des modes de manœuvre manuels en ultime secours des évacuateurs de crue sensibles, par des outillages portatifs autonomes, manipulés par l'exploitant.

De solides compétences crues

La maîtrise d'exploitation, sans incident majeur, des aménagements lors des nombreuses crues de 2024 est largement due à l'organisation, aux compétences et à la mobilisation des équipes dans une des missions les plus emblématiques de leur activité.

Au-delà des seuils de régulation des automatismes ou des fonctionnements autonomes de certaines vannes, la mise en configuration des ouvrages en veille par les exploitants et la formation avec ses recyclages annuels permettent la maîtrise des aménagements face à des phénomènes naturels incontrôlables. Dans tous les groupements d'usines rencontrés, j'ai mesuré et ressenti une attention de premier ordre à l'acquisition, au développement et au maintien des compétences des agents responsables de la conduite en crue.

Les recyclages crue se déroulent généralement en trois temps :

- Une partie théorique permettant un partage en équipe autour d'une lecture collective des consignes et instructions. Un test d'évaluation des connaissances clôture cette séquence d'acquis théoriques. J'ai constaté certaines techniques d'animation très élaborées pour une meilleure appropriation par le collectif ;
- Une mise en situation sur les installations pour la simulation ou la manœuvre partielle des évacuateurs de crue dans les différentes situations (normale, secours, ultime secours) ;
- Un exercice de gestion de crue sur le simulateur de crue SIMBA.

L'unité de professionnalisation pour la performance industrielle UFPI apporte ses compétences de référent pour les formations SIMBA d'aménagements enchaînés.

Les recyclages sont menés sous la responsabilité d'un grand formateur crue expérimenté. Il procède à une évaluation individualisée des participants, partagée avec le manager de groupement d'usines GU pour l'attribution des autorisations. Il peut aussi, dans certains sites, contribuer à la rédaction et à la mise à jour des consignes et instructions, et à l'élaboration des rapports de crue ou REX de crue.

☑ RECO

Préciser le rôle des grands formateurs crue et les missionner formellement comme les référents surveillance des ouvrages SDO.

Des prévisions hydrométéo qui se fiablent

Avec la très forte hydraulité, les services hydrométéo de la division technique générale DTG ont été beaucoup mobilisés.

Les prévisions hydro climatologiques et la surveillance des plus de 200 seuils contractualisés avec les exploitants ont abouti à plus de 2200 annonces d'événements émises d'octobre 2023 à septembre 2024. Avec plus de 900 dépassements de seuil correctement prévus (nombre le plus élevé depuis

2016) et seulement 2 événements manqués sur la période, les équipes hydrométéo de la DTG apportent un service répondant aux enjeux et apprécié par les exploitants.

On relève cependant quelques écarts notables de prévision pour lesquels les modèles météorologiques ont largement sous-estimé des épisodes extrêmes: en novembre 2023 sur la Maurienne et en septembre 2024 dans les Pyrénées-Atlantiques. Ces deux événements font l'objet d'un REX par la division technique générale DTG.



PK Weir du barrage des Gloriettes
© EDF - Guillaume MANTES

Bonnes pratiques

- Monter le quart de crue à deux pour former les nouveaux arrivants et maintenir les compétences dans les groupements d'usines soumis à des crues peu fréquentes.
Groupe d'usines Maulde Taurion
- Exercice annuel de passage des crues en manuel avec arrêt des automates pour maintenir les compétences en situation dégradée.
Groupe d'exploitation hydraulique Écrins Vercors
- Mutualisation de compétences avec autorisation en crue et constitution de réserves entre plusieurs groupements d'usines (et équipes d'intervention mécanique) proches et rapi-

dement mobilisables face à une éventuelle situation dégradée par la crue. **Groupe d'exploitation hydraulique Loire Ardèche**

- Information automatique par SMS de l'astreinte, sur atteinte d'un niveau d'alerte mesuré dans l'application Castor.
Groupe d'usines Grangent
- Essais, tous les deux ans, de remplacement en réel (avec requalification) des moteurs électriques de vanne d'évacuateur de crue pour maintenir les compétences des agents devant intervenir sur un dysfonctionnement en crue.
Groupe d'usines Grangent

Panneau en rivière risque RLE
© EDF - Guillaume MANTES



Barrages et centrales hydroélectriques

PROMENEURS, BAIGNEURS, PÊCHEURS...

ATTENTION !

CEs PANNEAUX RAPPELLENT QU'IL EST DANGEREUX DE CIRCULER OU DE STATIONNER DANS LE LIT D'UNE RIVIERE OU SUR LE BORD D'UN CANAL A PROXIMITE DE BARRAGES ET DE CENTRALES HYDRO-ELECTRIQUES.

THESE PANELS REMIND YOU THAT IT IS DANGEROUS TO MOVE ABOUT OR STAY IN A RIVER BED OR ON THE BANKS OF A CANAL NEAR DAMS AND HYDROELECTRIC POWER PLANTS.

ATTENTION DANGER
IL EST DANGEREUX

de s'aventurer dans le lit de ce cours d'eau ou sur les îles et bancs de gravier, l'eau pouvant monter brusquement et à tout moment par suite du fonctionnement des centrales hydroélectriques et des barrages.

DANGER!
DAM AND POWER STATION:
RISK OF SUDDEN FLOODING
EVEN IN GOOD WEATHER



DANGER!
BARRAGES ET CENTRALES :
RISQUE DE MONTÉES SUDDAINE DES EAUX, MÊME PAR BEAU TEMPS

ACHTUNG, GEFAHR !
STÄNDIGER
UND KRÄFTIGER
RACH ANSTIEGSGEFÄHR
HOCHWASSER MÖGLICH
SOGAR BEI SCHÖNEM WETTER



DANGER!
PERICOLO !
RISCHIO DI CADUTE
IMMERSI IN ACQUA
SOSPENSIONE SUDDAITA
ALZATI DEL LIVELLO
DELL'ACQUA ANCHE IN BELLEGGIO TEMPO

Electricité de France procède régulièrement à des lâchers d'eau : pour produire de l'électricité, pour des raisons d'exploitation ou d'entretien, pour des besoins d'irrigation des cultures, pour la pratique des sports d'eau vive, et aussi pour écouler les crues.

 **shema**
GROUPE EDF

© 2020 PULLLET - SpinaM&A



Torrent des Faverottes et torrent de l'Alpettaz
Autorisation préfectorale n°2020-1279 du 18 décembre 2020

Centrale hydroélectrique de HERMILLON

Débit d'équipement : 0,4 m³/s
(0,3 m³/s les Faverottes et 0,1 m³/s l'Alpettaz)
Débit réservé les Faverottes : 27 l/s
l'Alpettaz : 10 l/s
Puissance installée : 1 931 kW



Risque électrique et risque de noyade
Accès réservé au personnel d'exploitation

En cas d'urgence, appeler le :
06.74.74.95.32 / 06.82.38.17.35

© 2020 PULLLET - SpinaM&A

L'exploitation hors crue

Les risques liés à l'exploitation RLE résultent des variations de débit et de niveau dans les rivières et les retenues. Ces variations sont consécutives au fonctionnement des groupes de production (arrêt/démarrage) et aux manœuvres d'exploitation nécessitant des ouvertures ou fermetures de vannes pour entretien ou essais. Ces manœuvres et mises en service sont automatisées ou manuelles, commandées localement ou à distance. Les consignes, la programmation des automatismes de fonctionnement des ouvrages et les activités d'exploitation intègrent bien la maîtrise du risque RLE. Toutefois, de nombreuses variables peuvent créer des situations à risque: fiabilité des automatismes et de leurs chaînes de mesure, conséquences d'actes inappropriés des exploitants et, surtout, fréquentation des cours d'eau et de l'environnement des ouvrages.

Sur les deux premières causes, le producteur a la possibilité directe d'améliorer sa maîtrise avec, par exemple, la modernisation des automatismes barrage (programme en cours), les pratiques de fiabilisation des interventions, le développement de la culture de sûreté et le renforcement de la rigueur dans les pratiques opérationnelles.

Pour le troisième paramètre important (fréquentation des cours d'eau), les actions sont indirectes et s'appuient sur les communications et actions de prévention envers tous les acteurs externes concernés par ce risque: panneaux en rivière, rencontres des associations de pêcheurs et d'activités aquatiques, des acteurs du tourisme, des pompiers, des collectivités territoriales, hydroguides, etc. Ce risque, qui présente la plus forte occurrence, est le plus complexe à maîtriser car il est très variable (lieu, météo, période de l'année, jour/nuit, tourisme, sports d'eau vive, pêcheurs, nautisme, associations, éducation, autres producteurs, agriculture, eau potable) et intimement lié à la présence de nombreux usagers dans le périmètre d'influence des aménagements en exploitation normale.

En 2024, la majorité des EISH (6 sur 9) concerne le RLE (sans conséquence grave) et les 530 ESH de catégories C et D (non-respects de cote et de débit) témoignent de la prégnance de ce risque. Il mobilise donc toute l'attention des exploitants, au quotidien.

Une meilleure caractérisation des risques et parades dans un contexte de fréquentation toujours très prégnant

Dans l'hexagone, les plus de 1500 sites identifiés dans les zones influencées par les aménagements font l'objet d'une évaluation périodique de leur criticité. L'émergence de nouveaux sites ou activités est également analysée tous les ans avec l'aide des hydroguides. Ces évaluations sont enregistrées dans l'application OCCAPHY. L'analyse de la gravité d'impact de l'exploitation est fondée sur les mesures (niveau, débit, périmètre) réalisées lors d'essais en rivière représentatifs du fonctionnement des ouvrages. Ces essais en rivière font l'objet de programmes dans toutes les équipes et sont réalisés pour chaque modification structurelle des cours d'eau (crue, travaux d'aménagement) ou du mode de fonctionnement des ouvrages. Pour chacun des sites de criticité ≥ 3 des parades sont en place et réévaluées annuellement pour réduire les risques (gravité, occurrence, fréquentation). L'important travail de réflexion et de déploiement des parades sur les 6 sites de criticité 4 identifiés en 2023 a permis de réduire la criticité de 4 d'entre-eux.

Dans la recherche de solutions concertées avec les acteurs de l'eau, un travail exemplaire a été mené sur un site à l'aval du barrage de Lanau pour identifier les meilleures parades qui concilient les intérêts de chacun et sont acceptées par toutes les parties prenantes. Par ailleurs, ce site a développé depuis plusieurs années une innovation, «les dames de Lanau», pour signaler les montées de niveau.

De manière assez intuitive, et pourtant trompeuse, les pratiquants des cours d'eau pensent aux risques à l'aval des aménagements alors qu'il existe pourtant des risques amont, liés aux débits d'aspiration, dans les retenues et canaux. Une méthode de cotation de la criticité des risques amont a été élaborée par l'ingénierie de la division technique générale DTG. Sa déclinaison opérationnelle mériterait davantage d'accompagnement méthodologique pour une application plus pertinente et plus large. Il reste encore le constat sur le terrain de nombreux non-respects des zones interdites par des usagers de l'eau inconscients du danger.

Conventions avec tiers : une démarche à poursuivre

Les multiples applications de la ressource en eau et le développement de l'hydroélectricité conduisent à une multiplication du nombre d'acteurs maîtres d'ouvrage et/ou exploitants de retenues (production hydraulique, process industriel, irrigation, eau potable, neige de culture, loisirs). L'exploitation d'aménagements enchaînés induit des influences modifiées dans la continuité des écoulements. Lorsque ces aménagements sont exploités par des entités aux raisons sociales différentes se pose la question des conséquences de ces influences et de la responsabilité de sûreté associée. Chacune de ces situations doit faire l'objet d'une analyse par les différents exploitants pour mesurer les influences réciproques. Si cette analyse met en évidence un risque de sûreté, une convention avec l'exploitant tiers doit formaliser les conditions de maîtrise des risques prises par les deux parties. Cette démarche est largement engagée et aboutie dans de nombreux cas mais il reste encore beaucoup de situations d'absence de convention avec des exploitants tiers à l'amont ou à l'aval des aménagements exploités par EDF Hydro (par exemple, événement important pour la sûreté hydraulique EISH Chichoué).

☑ RECO

Engager une démarche officielle d'analyse de risque avec tous les exploitants tiers d'activité dans les zones influencées ou d'ouvrages enchaînés (amont/aval) et formaliser systématiquement une convention si les conclusions d'analyse de risque mettent en évidence un risque de sûreté.

Des conventions d'information réciproque à appliquer strictement

Qu'elle soit menée par des donneurs d'ordre internes ou externes à EDF, la réalisation ponctuelle de travaux et d'activités dans les cours d'eau à l'aval des aménagements expose leurs intervenants aux risques liés à l'exploitation. Comme prévu par le référentiel sûreté d'EDF Hydro, l'exploitant doit établir une convention d'information réciproque CIR permettant une information mutuelle des acteurs sur les risques et les parades à mettre en œuvre pour conduire l'activité en toute sûreté.

Les exploitants visent un double objectif : disposer de l'information que de telles activités vont se dérouler et assurer durant toute l'activité de ne pas mettre en danger les intervenants. Disposer de l'information exhaustive des accès en rivière commandités par des donneurs d'ordre externes à EDF reste une difficulté. EDF Hydro a développé une application e-CIR facilitant l'échange des informations entre les parties (EDF, maîtrise d'œuvre externe) pour établir des conventions qui doivent rester temporaires. Cet appui logistique et administratif est appréciable mais il ne couvre pas l'application opérationnelle des exigences réciproques à tout moment de la présence en rivière.

Je tiens à souligner le travail d'analyse de risque en profondeur réalisé par le groupe d'exploitation hydraulique GEH Adour et Gaves pour décliner l'application e-CIR. Il mériterait un accompagnement national pour être déployé avec cohérence dans tous les GEH.

Sensibilisation du public : continuer le travail de fond

EDF Hydro engage chaque année, durant les mois d'été ou pour l'ouverture de la pêche, des hydroguides chargés de la sensibilisation des usagers de l'eau et de la prévention sur le terrain, le long des cours d'eau et des lacs. Les hydroguides collectent des données relatives à la fréquentation, et aux nouveaux usages ou sites d'activité en rivière. Ces dernières années, la fréquentation augmente et se déplace au gré de l'évolution de nouvelles pratiques. Les données recueillies par les hydroguides sont indispensables à l'alimentation des paramètres dans la base OCCAPHY et à la réalisation des analyses périodiques de criticité. L'UFPI assure la formation théorique de base des hydroguides, que complètent les informations spécifiques des groupements d'usines GU pour lesquels ils interviennent. L'appel à cette ressource d'hydroguides est ajustée aux enjeux, l'organisation est stabilisée et le service apporté est apprécié.

La démarche de sensibilisation en profondeur passe aussi par l'éducation des plus jeunes dans les établissements scolaires. Sous-traitée à un organisme externe de formation et gérée de manière centralisée, cette prestation pourrait bénéficier d'un contrôle d'adéquation du besoin à la demande, en s'appuyant sur les attentes des exploitants locaux qui connaissent parfaitement l'environnement de la vallée où ils habitent et où leurs enfants vont à l'école.

Bonnes pratiques

- Panneaux d'information sur les risques liés à l'exploitation avec QR Code pour accéder aux vidéos des essais avant/après les lâchers d'eau. **Groupe d'exploitation hydraulique Loire Ardèche**
- Analyse de déclinaison robuste de l'application e-CIR en ne perdant pas de vue les enjeux essentiels de responsabilités. Un guide de déploiement est adossé à une note d'organisation par groupement d'usines. **Groupe d'exploitation hydraulique Adour et Gaves**
- *Escape Game* Vassiviera qui, au-delà de la promotion de l'hydraulique, présente avec pédagogie les enjeux de sûreté hydraulique des aménagements. **Groupement d'usines Maulde Taurion**
- Rencontre des pompiers de la Haute-Loire (43) pour compléter leur système d'information géographique des cours d'eau par la mention « Appel EDF » qui indique les coordonnées

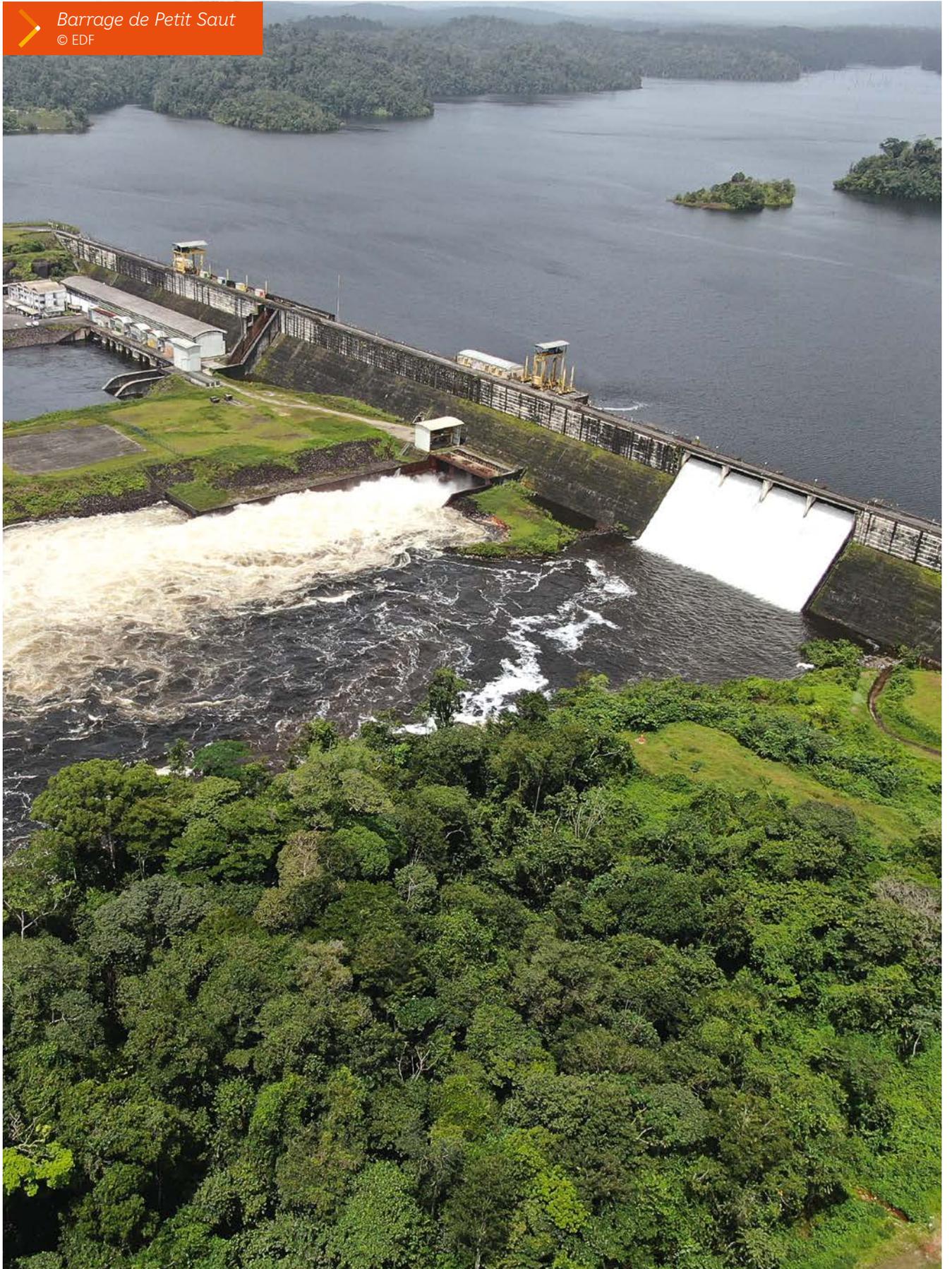
d'interlocuteurs et les sites de criticité élevée. **Groupe d'exploitation hydraulique Loire Ardèche**

- Rencontre de la direction départementale du travail de la Loire (42) pour sensibiliser aux risques en rivière, identifier des interlocuteurs à contacter et s'informer des autorisations de travaux en rivière. **Groupement d'usines Loire**
- Association de la fédération des pêcheurs aux formations des hydroguides pour expliquer comment aborder les pêcheurs sur le terrain **Groupe d'exploitation hydraulique Adour et Gaves**
- Concertation avec les acteurs externes pour identifier les meilleures parades dans l'intérêt de tous les acteurs sur le site de criticité aval 3* La Gravière. **Groupement d'usines Grandval ; état-major du groupe d'exploitation hydraulique Centre Ouest**

Site de la Gravière, à l'aval du barrage de Lanau
© EDF - Guillaume MANTES



 *Barrage de Petit Saut*
© EDF



SEI Guyane

La direction des services énergétiques insulaires d'EDF, DSEI, assure le service public de l'électricité dans les zones non interconnectées (ZNI). En tant qu'opérateur intégré, EDF SEI intervient sur toute la chaîne de la production (interne et externe par la gestion des achats d'énergies aux producteurs tiers) du transport, de la distribution, de la gestion du système électrique et de la commercialisation.

Le centre SEI Guyane produit et commercialise l'électricité provenant de ses moyens de production, dont les principaux sont les centrales fioul et turbines à combustion (TAC) de Dégrad des Cannes et de Kourou ainsi que l'usine hydroélectrique de Petit Saut en service depuis 1994 (complétée par l'usine petite hydraulique de Saut Maripa). Il a une délégation de service public de la Guyane pour la distribution d'électricité (construction et exploitation des réseaux HTA et basse tension), la gestion du système électrique et la fourniture de l'électricité produite par l'ensemble des producteurs guyanais (hors EDF: biomasse, photovoltaïque, etc.) à tous les clients.

Préparée par la collectivité territoriale de Guyane, la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) intègre une légère progression de la consommation et fixe un objectif de production 100% renouvelable en 2028. Elle prévoit, en regard, une hausse du productible de 350 à 550 MW à l'horizon 2030 pour assurer la stabilité du réseau face à l'augmentation des productions intermittentes. Elle intègre l'arrêt des centrales thermiques fioul de Dégrad des Cannes

(130 MW) et Kourou (40 MW) ainsi que la construction (en cours) de la centrale de Larivot (120 MW, 7 groupes de production à partir d'huile de colza bioliquide, carburant vert mais non endogène).

Dans ce contexte, des producteurs tiers développent de nombreux moyens de production (essentiellement à partir de biomasse). Ainsi, l'activité d'exploitation des bois immergés (Triton) dans la retenue de Petit Saut a débuté en 2024 et un projet de photovoltaïque flottant à proximité des digues B et C du barrage de Petit Saut est à l'étude.

Le service production mobilisé pour la performance

Le centre SEI Guyane, dont le siège est à Cayenne, compte 530 agents, dont 128 personnes au service production répartis entre le pôle hydraulique de Petit Saut (28) et la production thermique (100). Le chef de service production est basé au siège à Cayenne (site de Mandela) et le chef du pôle hydraulique à l'usine de Petit Saut. Aux interfaces avec le service production, le service système électrique gère l'équilibre offre-demande de la Guyane et conduit la production des groupes hydrauliques de Petit Saut.

Petit Saut, incontournable pour la stabilité du réseau électrique

Le pic de consommation de la Guyane atteint 150 MW et les moyens de production pilotables pour la sécurité du système électrique (réserve primaire et secondaire)



Barrage usine de Petit Saut
© EDF - Guillaume MANTES



s'élèvent à 350 MW. La puissance de l'usine de Petit Saut (116 MW) et sa flexibilité dans ce paysage de production donne à l'hydroélectricité une place prépondérante (50 à 70% selon les années) dans le mix énergétique, sollicité suivant le *merit order*.

La localisation de l'aménagement de Petit Saut, principal producteur de Guyane, placé en antenne et très éloigné des trois principaux périmètres de consommation (Saint Laurent du Maroni, Kourou, Cayenne) constitue un point sensible pour la sûreté du réseau. Ainsi, la perte d'un groupe de production correspond à la coupure de 20 000 clients et la perte des 2 lignes électriques de Petit Saut entraîne un incident généralisé (tels les blackouts de 2022 et 2023). La spatialisation de la production présente un enjeu d'autant plus important que la consommation se concentre sur la cote guyanaise. Cette configuration a conduit à choisir de construire la future centrale du Larivot à proximité de Cayenne, principale zone de consommation.

Saut Maripa, un petit aménagement hydraulique

Le réseau est interconnecté sur la façade atlantique entre Saint Laurent du Maroni et Cayenne. Il n'est cependant pas doublé entre Saint Laurent du Maroni et le poste étoile de la ligne de Petit Saut. Le reste du territoire est desservi par 11 réseaux non interconnectés alimentés par des diesels, du photovoltaïque et de la biomasse, géré par le service des communes de l'intérieur (SCI). La centrale de Saut Maripa (1275 kW) mise en service en 1997, qui turbine sur l'Oyapock à proximité de Saint Georges de l'Oyapock, est exploitée par le SCI doté d'équipes qui disposent de multiples compétences techniques (thermique, groupes diesels, électricité, réseau) et sont les interlocuteurs locaux pour la distribution et la fourniture. Le pôle hydraulique du service production apporte au SCI

son appui et des conseils sur les compétences d'exploitation et sûreté hydraulique pour l'aménagement de Saut Maripa.

Un management de la sûreté qui donne confiance

L'expérience et l'engagement de la filière managériale de SEI Guyane donnent confiance dans le traitement des enjeux de sûreté. Les recommandations exprimées par le rapport ISH d'entité de 2021 ont été prises en compte. Une revue de sûreté annuelle de qualité portant sur les quatre piliers de la sûreté hydraulique, (management, risque de rupture d'ouvrage, crue, risque lié à l'exploitation) présente, en toute transparence, un état de la situation sans concession ainsi que des plans d'action par domaine inscrits dans la durée. Des voies d'amélioration apparaissent toutefois dans le pilotage des actions de sûreté et la déclaration des événements de sûreté hydraulique ESH.

La responsabilisation au service de la culture de sûreté

La culture de sûreté des équipes d'exploitation, de maintenance et du patrimoine est essentiellement fondée d'une part sur une formation de base par UFPI et l'expérience acquise sur un seul aménagement, complétées de quelques immersions à EDF Hydro depuis 2021, d'autre part sur l'apport des salariés détachés de métropole. Il importe de développer l'implication et la responsabilisation d'exploitants guyanais dans le portage des sujets de sûreté ainsi que dans l'élaboration des consignes et la mise à jour des modes opératoires. Avec un triple objectif : accroître l'autonomie des équipes, développer leur rôle en tant que moteurs de progrès, assurer la continuité dans l'application opérationnelle des exigences.

Les conclusions de l'étude de danger EDD de Petit Saut ont été partagées en équipe suivant une méthode qualifiée de bonne pratique. Les retours d'expérience REX d'événements internes et externes à SEI Guyane ainsi que les résultats de la revue annuelle de sûreté hydraulique mériteraient de l'être également.

Sûreté système / sûreté hydraulique : un équilibre à placer au niveau de la direction

Le rôle déterminant de Petit Saut dans l'alimentation du réseau et sa conduite par le dispatching pour assurer l'équilibre offre-demande, le place parfois à l'interface d'équilibre fragile entre la sûreté du réseau et la sûreté hydraulique. Il importe que les décisions entre ces deux enjeux majeurs pour la mission de SEI Guyane soient pesées au niveau de la direction de SEI Guyane.

Dans les projets majeurs de développement externe sur la retenue de Petit Saut (Triton, photovoltaïque flottant) et dans la réparation des affouillements aval des vidanges de fond de Petit Saut, les analyses de risque systémiques concernant les acteurs impliqués au-delà du pôle hydraulique (porteurs de projet, réseaux HTA et HTB, service système, ingénieries) doivent être formalisées. C'est une condition essentielle pour assurer à SEI sa position de maître d'ouvrage, intégrant l'ensemble des enjeux (sûreté réseau, sûreté hydraulique, patrimoine, crise, financier, juridique, etc.) sur le court et le long terme.

La maîtrise des risques sûreté à adapter aux enjeux

L'aménagement de Petit Saut, exploité par le pôle hydraulique, et de Saut Maripa, exploité par le service des communes intérieures, ne présentent pas les mêmes enjeux pour l'équilibre offre-demande et pour le risque sûreté. Si Petit Saut comporte des ouvrages réglementés avec des enjeux forts en matière de risque de rupture d'ouvrage et de crue, Saut Maripa présente très peu d'enjeux dans ces domaines de risque. Toutefois dans le domaine des risques liés à l'exploitation, Petit Saut doit faire l'objet d'une réévaluation formelle et Saut Maripa de l'engagement d'une évaluation méthodique même si les enjeux paraissent faibles. Au-delà du respect des exigences réglementaires applicables à Petit Saut, il est nécessaire pour les deux aménagements d'ajuster

aux enjeux, le niveau des mesures de prévention et de protection ainsi que les exigences du référentiel et de les formaliser par le maître d'ouvrage.

Le risque rupture d'ouvrage sous contrôle

L'ouvrage de Petit Saut est récent, bien conçu et ne présente pas de pathologie particulière au-delà des 2 dispositifs et moyens particuliers (DMP) bien caractérisés et qui font l'objet d'un plan de traitement programmé (affouillements aval vidange de fond VdF et surveillance du suivi de la poutre topographique dans la digue B). Prévue en 2024, la réparation des affouillements aval VdF a été décalée à 2026. La surveillance de cet ouvrage est assurée avec rigueur et professionnalisme suivant des méthodes rodées. L'ouvrage de Saut Maripa est en cours de reconstruction sous ingénierie du centre d'ingénierie hydraulique CIH, en intégrant l'analyse de l'événement de rupture de 2022.

Assouplissement des modes d'exploitation en crue

SEI Guyane exploite avantageusement depuis 2023 une latitude du cahier des charges de la concession qui autorise la réalisation de lâchers énergétiques. En cas de prévision de fortes précipitations, ces lâchers énergétiques limitent les passages en état de crue. Les consignes et instructions doivent en conséquence être mises à jour pour préciser les conditions, le déclenchement et les responsabilités associées. Les recyclages annuels de crue ont été enrichis d'une évaluation des compétences. Ils doivent maintenant être complétés par des mises en situation sur l'installation pour simuler les fonctionnements en mode secours.

Des risques liés à l'exploitation à réévaluer

Si le risque lié à l'exploitation (RLE) n'apparaît pas le plus prégnant sur les aménagements de la Guyane, il est cependant nécessaire de réévaluer les risques aval de Petit Saut à la lumière des conditions d'exploitation actuelles et des nouvelles données de fréquentation et d'activité aval.

À Saut Maripa, la prise de conscience récente de l'impact éventuel du fonctionnement de l'ouvrage sur les activités commerciales de rafting dans les rapides et la présence de pêcheurs dans le canal de fuite doit conduire à engager l'évaluation globale des risques RLE et la cotation de criticité des sites amont et aval de cet aménagement.



ANNEXES

En France l'électricité produite par EDF est à plus de 97 % sans émission de CO₂, grâce au nucléaire et aux énergies renouvelables dont l'hydraulique.

11 entités inspectées en 2024

EDF Hydro

- **Exploitation**
 - GEH Écrins Vercors EDF Hydro Alpes
 - GEH Lot Truyère EDF Hydro Centre
 - GEH Loire Ardèche EDF Hydro Centre
 - GEH Centre Ouest EDF Petite Hydraulique
 - GEH Adour et Gaves EDF Hydro Sud-Ouest
 - CEH Revin EDF Hydro Est
- **Maintenance**
 - Hydro Réparation EDF Hydro Alpes
- **Filiale d'exploitation**
 - SHEMA:
Société hydraulique d'études et de missions d'assistance

Hors EDF Hydro

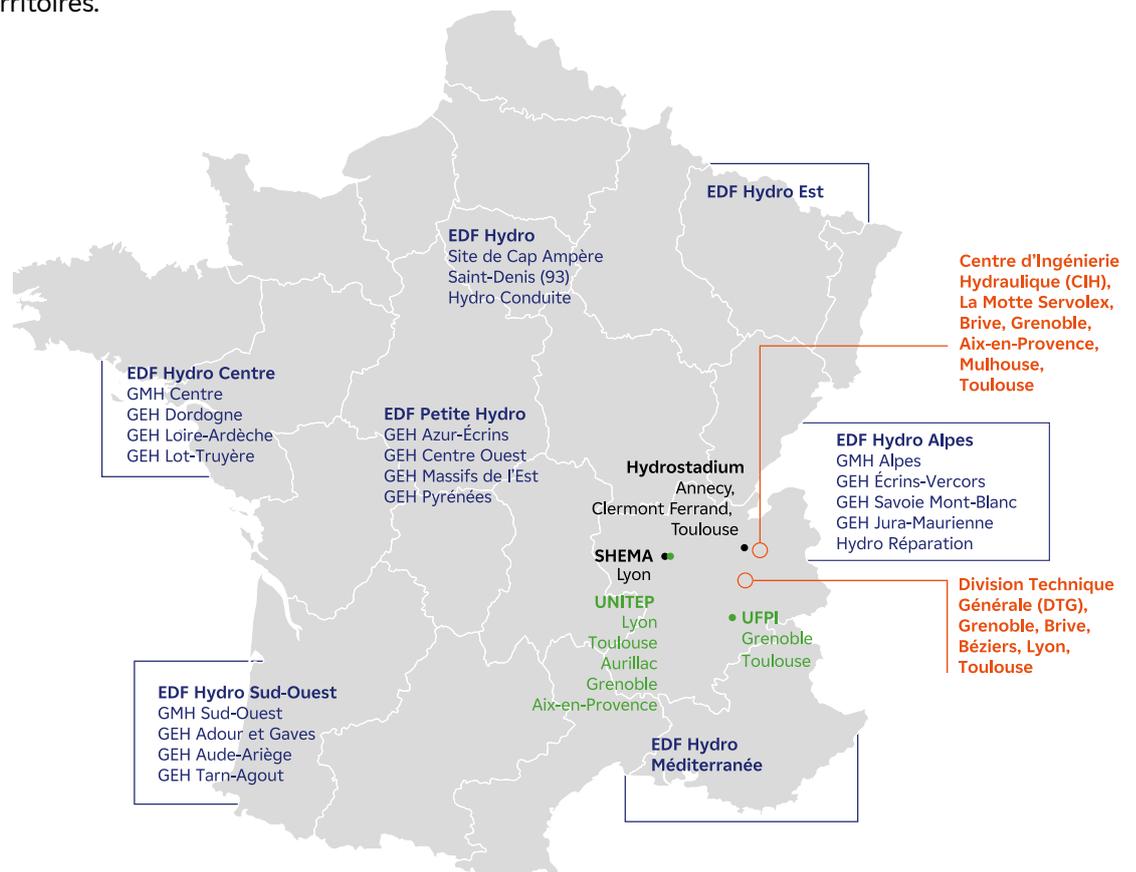
- **DTEAM** Direction thermique expertise et appui industriel multi métiers
 - UNITEP:
Unité nationale des technologies numériques pour le producteur
 - UFPI: Unité de professionnalisation pour la performance industrielle
- **DSEI** Direction des services énergétiques insulaires
 - SEI Guyane

EDF Hydro et ses filiales

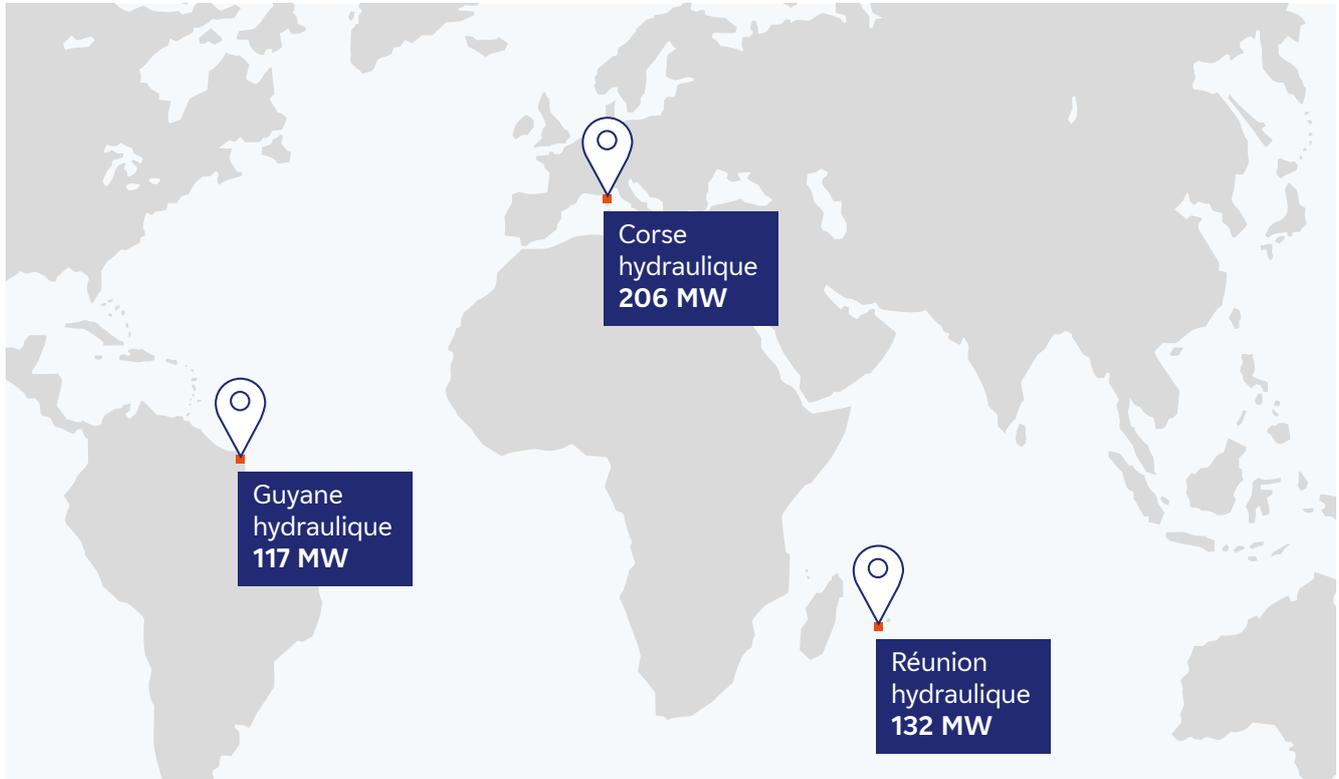
Au sein d'EDF Hydro et de ses filiales Hydrostadium et SHEMA, plus de 5600 femmes et hommes conçoivent, exploitent, maintiennent et développent le premier parc hydraulique de l'union européenne dans les soucis quotidiens d'allier performance énergétique, respect de l'environnement, gestion de l'eau et contribution à l'économie des territoires.

DTEAM

- UNITEP
- UFPI



Les systèmes énergétiques insulaires (SEI)



Barrage de Jons

© EDF - Guillaume MANTES



ANNEXES

Grille de cotation interne des ESH

Dans la gestion quotidienne d'un aménagement hydraulique, des événements d'exploitation non souhaités peuvent se produire.

Ce sont des événements de sûreté hydraulique (ESH) dès qu'ils concernent l'atteinte aux personnes ou aux biens, la non-maîtrise de cote ou de débit et, plus généralement, des situations non sûres.

IMPORTANT (EISH) Selon une définition réglementaire (Arrêté 21/02/2010)	Événement Important pour la Sûreté Hydraulique – ROUGE (Accident)	Déclaration à la DREAL immédiate
	Événement Important pour la Sûreté Hydraulique – ORANGE (Incident grave)	Déclaration à la DREAL sous 1 semaine
	Événement Important pour la Sûreté Hydraulique – JAUNE (Incident)	Déclaration à la DREAL sous 1 mois
MARQUANT (ESH)	Événement de Sûreté Hydraulique MARQUANT <ul style="list-style-type: none"> ■ Situation à caractère hydraulique, anomalie ou écart à une procédure, particulièrement remarquable par l'importance qui lui a été donnée. ■ EISH évité de peu. 	
SIMPLE (ESH)	Événement de Sûreté Hydraulique SIMPLE <ul style="list-style-type: none"> ■ Situation à caractère hydraulique aux conséquences potentielles pour la sûreté qui mérite un traitement <i>a minima</i> pour éviter qu'il se reproduise. ■ Par défaut, tout ce qui ne rentre pas dans les classes supérieures. 	

Grille de cotation interne des ESI

La cotation des événements de sûreté à l'ingénierie (ESI) comprend 4 niveaux définis dans le tableau suivant.

POUR TOUTES LES PHASES : ÉTUDES, TRAVAUX, REQUALIFICATION, EXPLOITATION				
COTATION ESI	CRITÈRE 1 Conséquences physiques réelles non souhaitées	CRITÈRE 2 Conséquences physiques potentielles non souhaitées	CRITÈRE 3 Conséquences significatives sur le planning et la performance d'une opération/activité à caractère SH	CRITÈRE 4 Conséquences sur les conditions exploitation en attendant les actions correctrices pérennes : DMP, CTE/ICT, surveillance renforcée
ESI 2	qui ont dépassé de façon importante les limites du cadre d'exploitation	qui auraient certainement dépassé les limites du cadre d'exploitation ou les seuils de sûreté fixés avec un impact générique ou multi aménagements	avec un impact générique ou multi aménagements	avec un impact générique ou multi aménagements
ESI 1	qui ont dépassé les limites du cadre d'exploitation	qui auraient certainement dépassé les limites du cadre d'exploitation ou qui serait resté dans les limites du cadre d'exploitation avec un impact générique ou multi aménagement	avec un impact unique	avec un impact unique
ESI 0	restant dans les limites du cadre d'exploitation	qui seraient restées dans les limites du cadre d'exploitation ou des seuils de sûreté fixés	Mineures : traitement en boucle courte (actions immédiates, sans retard sur des livrables à impact SH)	
ANOMALIE	Fait ou situation présentant une différence par rapport à un attendu - Application DTG			

Grille de cotation des EISH

Les EISH concernent:

- tout le périmètre des aménagements concédés,
- uniquement les barrages et les digues des aménagements autorisés.

Classification

Les définitions des trois niveaux de gravité – jaune, orange et rouge – données par les articles 4 et 5 de l'arrêté du 21 mai 2010 sont présentées dans le tableau ci-dessous.

NIVEAU DE GRAVITÉ	Jaune	Orange	Rouge
BARRAGES	<p>Événements à caractère hydraulique ayant conduit à :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ une mise en difficulté des personnes ■ des dégâts de faible importance à l'extérieur de l'installation <p>Événements traduisant une non-conformité à un dispositif réglementaire sans mise en danger des personnes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ non-respect des consignes d'exploitation en crue ■ non-respect de débits ■ non-respect de cotes réglementaires <p>Défauts de comportement de l'ouvrage et de ses organes de sûreté imposant une modification de la cote ou des conditions d'exploitation en dehors du référentiel réglementaire d'exploitation de l'ouvrage, sans mise en danger des personnes</p>	<p>Événements à caractère hydraulique ayant entraîné :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ une mise en danger des personnes sans qu'elles aient subi de blessures graves ■ des dégâts importants aux biens ou aux ouvrages hydrauliques 	<p>Événements à caractère hydraulique ayant entraîné :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ des décès ou des blessures graves aux personnes ■ des dégâts majeurs aux biens ou aux ouvrages hydrauliques
DIGUES	<p>Événements ayant conduit à une dégradation significative de la digue nécessitant une réparation dans les meilleurs délais, sans mise en danger des personnes</p>	<p>Événements :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ à caractère hydraulique ou consécutifs à une crue ayant entraîné une mise en danger des personnes sans qu'elles aient subi de blessures graves ■ ayant entraîné des dégradations importantes de l'ouvrage, quelle que soit leur origine, mettant en cause sa capacité à résister à une nouvelle crue et nécessitant une réparation en urgence 	<p>Événements à caractère hydraulique ou consécutifs à une crue ayant entraîné :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ des décès ou des blessures graves aux personnes ■ une inondation totale ou partielle de la zone protégée à la suite d'une brèche

LEXIQUE

A

AISH :

Activité Importante pour la Sûreté Hydraulique

AMOA :

Appui à Maitrise d'Ouvrage

APD :

Avant-Projet Détaillé

APS :

Avant-Projet Sommaire

B

BMR :

Barrage Mobile en Rivière

C

CEC :

Consigne d'Exploitation en Crue

CF :

Conduite Forcée

CFBR :

Comité Français des Barrages et Réservoirs

CGEC :

Consigne Générale d'Évacuation des Crues

CIH :

Centre d'Ingénierie Hydraulique

CNSH :

Comité National de Sûreté Hydraulique

COSFHY :

Comité métier pour la Sûreté et la Fiabilité de l'outil de production Hydraulique

CREDOH :

Conformité Réglementaire des Ouvrages Hydrauliques

CREEX :

Centre Régional d'e-Exploitation

CTH :

Comité Technique Hydraulique

D

DFC :

Dossier de Fin de Concession

DMP :

Dispositif et Moyen Particulier

DREAL :

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DSPCF :

Dispositif de Surveillance de Pression de Conduite Forcée

DTG :

Division Technique Générale

E

EDD :

Étude De Danger

EHR :

EDF Hydro Réparation

EIM :

Équipe d'Intervention Mécanique

EISH :

Événement Important pour la Sûreté Hydraulique

ESH :

Événement de Sûreté Hydraulique

ESI :

Écart Sûreté à l'Ingénierie

EVC :

Évacuateur de Crue

G

GEH :

Groupe d'Exploitation Hydraulique

GH :

Grande Hydraulique

GMAO :

Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur

GMH :

Groupe de Maintenance Hydraulique

GPEC :

Gestion Prévisionnelle des Emplois et Compétences

GU :

Groupement d'Usines

H

HSM :

Hydrostadium, filiale ingénierie petite hydraulique

I

IPHE :

Ingénierie du Parc Hydraulique en Exploitation

IPR :

Ingénierie de Production Régionale

M

MISH :

Matériel Important pour la Sécurité Hydraulique

MOA :

Maître d'Ouvrage

MOE :

Maître d'Œuvre

MPL :

Manager de Première Ligne

MRO :

Maîtrise des Risques Opérationnels

MVD :

Maîtrise des Variations de Débit

N

NEMO :

Niveau d'Eau Mesuré à l'aval des Ouvrages

O

OCCAPHY :

Outil de Cotation de Criticité Aval de la Production Hydraulique

OMISH :

Ouvrage et Matériel Importants pour la Sécurité Hydraulique

P

P3A :

Plan d'Action Automatismes Alarme

PAH :

Petits Aménagements Hydrauliques

PEX :

Partage d'Expérience

PME :

Pression Maximale en Exploitation

PML :

Plan de Maintenance Local

PMPS :

Plan de Maintenance Préventive Standard

POI :

Plan d'Organisation Interne du PPI

PPI :

Plan Particulier d'Intervention

PROFEX :

dossier de Professionnalisation des Exploitants

R

RC :

Risque Crue

REX :

Retour d'Expérience

RGN :

Régulation de Vitesse

R (suite)

RLE :

Risque Lié à l'Exploitation

RRO :

Risque Rupture d'Ouvrage

S

SDO :

Surveillance Des Ouvrages

SHEMA :

Société Hydraulique d'Études et de Mission d'Assistance

SIMBA :

Simulateur Barrage

SOH :

Socio-Organisationnel et Humain

SuperHydro :

Sécurité et Performance du parc hydraulique

T

TCC :

Tronçon Court-Circuité

U

UFPI :

Unité de professionnalisation pour la Performance Industrielle

UI :

Unité d'Ingénierie

V

VMSH :

Visite Managériale de Sécurité Hydraulique



EDF SA
22-30, avenue de Wagram
75382 Paris cedex 08 - France
Capital de 2 084 365 041 euros
552 081 317 R.C.S. Paris
edf.fr

EDF Hydro
Direction de la communication

Site de Cap Ampère
1, place Pleyel
93292 Saint-Denis Cedex

L'énergie est notre avenir, économisons-la!

