



RAPPORT 2025
DE L'INSPECTEUR
DE LA SÛRETÉ
HYDRAULIQUE

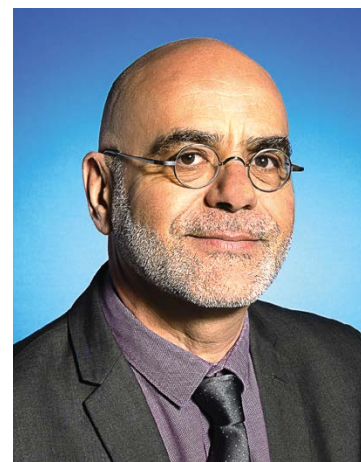
SOMMAIRE

Avant-propos	3
Recommandations	4
Le contexte 2025	6
Les résultats 2025	12
Lemanagement et le pilotage de la sûreté	16
La surveillance et le maintien du patrimoine	24
La gestion des crues	28
L'exploitation hors crues	30
La maintenance mécanique spécialisée	34
Le système énergétique insulaire Corse	38
Nam Theun Power Company	42
Annexes	46
Lexique	50

AVANT-PROPOS

Ce rapport annuel est d'abord destiné au président-directeur général d'EDF avec pour objectif de présenter mon évaluation du niveau de sûreté hydraulique dans le groupe EDF en 2025 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 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 multimétiers), le directeur de la DIGIT (direction opérations Groupe informatique et télécoms), le directeur de SEI Corse, le CEO de Nam Theun Power Company 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.



Thierry TREMOUILLE
Inspecteur général
de la sûreté hydraulique

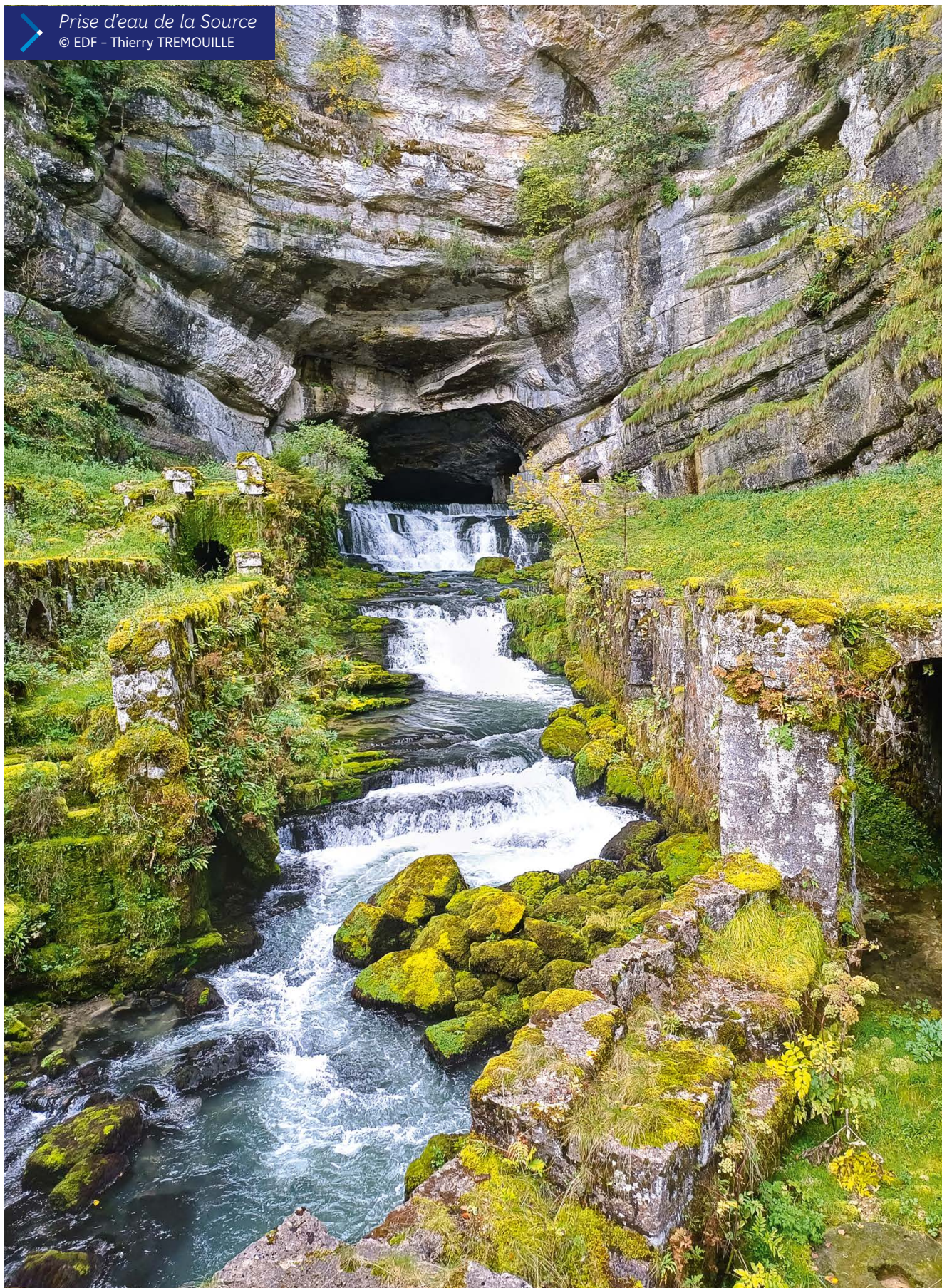
Au cours de mes inspections dans treize entités du groupe EDF, j'ai rencontré plus de 600 hydrauliciens. Avec les acteurs de terrain, je me suis attaché à observer les process au plus près de leur réalisation opérationnelle pour en évaluer l'efficacité, les écarts aux référentiels et le niveau d'exigence attendu. Chaque inspection a fait l'objet de retours à l'attention de la direction de l'entité concernée pour l'aider à construire ses plans de progrès. J'ai rencontré des équipes engagées et mobilisées, inscrites dans une dynamique de progrès envers la sûreté. En témoignent notamment les nombreuses bonnes pratiques et innovations qui émergent et qui, demain, pourront être généralisées sur tous les territoires.

En synthèse, je formule à l'adresse du management trois recommandations issues d'un regard nourri de mes expériences en exploitation et ingénierie et, surtout, des constats réalisés cette année en tant qu'inspecteur de la sûreté hydraulique. Je les complète d'un point d'attention plus conjoncturel relatif à la surveillance particulière des aménagements présents sur le tracé du tunnel euralpin Lyon-Turin. Dans le corps du rapport, je mentionne aussi, à l'attention des métiers et de la filière sûreté, des recommandations complémentaires 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 rencontrés pour la qualité de leur accueil, leur 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.

Paris, le 23 janvier 2026



Recommandations

Durant cette première année d'inspections, j'ai visité trois groupes d'exploitation hydraulique (GEH), autant de groupes de maintenance hydraulique (GMH) et d'états-majors d'unités de production ainsi que les fonctions centrales EDF Hydro (direction Performance exploitation, dont Hydro Conduite, et projet Exploiter demain, direction Stratégie industrielle et développement).

L'inspection de SEI Corse fait l'objet d'un chapitre dédié d'évaluation annuelle d'une direction régionale de système énergétique insulaire (SEI).

Le chapitre relatif à Nam Theun 2 s'inscrit, quant à lui, dans le programme d'inspections des filiales et participations du groupe EDF à l'international.

Les échanges menés et les constats faits lors de ces missions me permettent de porter une appréciation globale de la maîtrise de la sûreté à EDF Hydro et m'amènent à formuler trois recommandations principales et un point d'attention plus conjoncturel.

RECOMMANDATION 1: Sécuriser la planification des opérations à enjeu de sûreté et la trajectoire des ressources

Je recommande de mettre sous contrôle la trajectoire des ressources financières et humaines à tous les niveaux de l'entreprise pour assurer la maintenance et la rénovation du parc hydraulique afin de garantir durablement les fonctions de sûreté. Le parc vieillissant fait face d'une part à des

échéances de mise en conformité avec de nouvelles réglementations plus exigeantes que celles appliquées lors de leur conception, et d'autre part au renouvellement de gros composants, en particulier les vannes et conduites forcées qui, malgré la maintenance opérée, présentent une dette patrimoniale.

RECOMMANDATION 2: Mieux préparer aux responsabilités

Pour rapidement acculturer et préciser le cadre des responsabilités endossées par la ligne managériale dans le domaine de la sûreté et l'aider à prioriser pertinemment ses actions et décisions,

je recommande de construire une formation destinée aux nouveaux arrivants dans ces emplois et de s'assurer de sa réalisation systématique au plus tôt après la prise de poste.

RECOMMANDATION 3: Redonner de la rigueur aux pratiques de fiabilisation des interventions dans un environnement de culture juste

Lors du déploiement d'activités importantes pour la sûreté hydraulique AISH, je recommande de réactiver les pratiques de fiabilisation des interventions (PFI) pour maîtriser les risques inhérents aux erreurs humaines. Pédagogique et opérationnelle, la démarche PFI redonne sens et rigueur aux interventions sur les OMISH (ouvrages et matériels importants pour la sûreté hydraulique).

De plus, dans le prolongement du STOP sécurité 2025, la promotion de la culture juste et de la réaction juste doit aider à poser le cadre de transparence nécessaire et la reconnaissance de l'erreur comme un des fondements des progrès en termes de sûreté.

POINT D'ATTENTION CONJONCTUREL

Renforcer la relation avec la société du TELT (Tunnel Euralpin Lyon Turin) dont les travaux souterrains impactent les aménagements situés à proximité du tracé et en modifient le comportement. Maintenir la surveillance spécifique réalisée sur ces aménagements.



Centrale de Saut-Mortier
© EDF - Thierry TREMOUILLE

Le contexte 2025

Durant cette première année dans ma fonction d'inspecteur sûreté hydraulique, j'ai poursuivi le programme d'inspections des entités selon le rythme établi de trois ans. Les inspections prévues au programme 2025 ont été réalisées.

Ce cycle triennal apparaît bien adapté pour identifier les effets à dynamiques lentes, telles les transformations organisationnelles, les flux de mobilité et le rajeunissement des équipes, et pour apprécier la robustesse des processus et de l'organisation dans la maîtrise durable de la sûreté.

J'ai constaté que les rapports des inspections précédentes ont été exploités. Leurs recommandations sont mises en œuvre et j'ai mesuré l'avancement des actions entreprises dans les entités. Celles qui nécessitent d'être instruites dans la durée sont à poursuivre avec ténacité.

Une avancée sur le régime des concessions hydroélectriques

La mission d'information de l'Assemblée nationale portant sur les modes de gestion et d'exploitation des installations hydroélectriques a rendu ses conclusions le 13 mai 2025 sous forme de propositions, dont celle du passage d'un régime de concessions à celui d'autorisations.

Après les nombreux échanges du gouvernement et des parlementaires avec la Commission européenne, la France et l'Union européenne sont parvenues le 28 août 2025 à un accord de principe sur la question de l'hydroélectricité. Il vise à résoudre les deux mises en demeure adressées au gouvernement sur un supposé abus de position dominante d'EDF et sur l'absence de mise en concurrence des concessions hydroélectriques arrivées à échéance.

L'accord de principe repose sur trois volets :

- les ouvrages actuellement régis par un régime de concessions passeront à un régime d'autorisations délivrées par l'État,
- les exploitants actuels, principalement EDF, seront maintenus en place pour garantir la continuité de l'exploitation des ouvrages et de la gestion de l'eau au niveau des territoires,

- 6 GW de capacités hydroélectriques virtuelles devront être vendus à des tiers par EDF sous forme d'enchères concurrentielles, sous contrôle de la CRE (commission de régulation de l'énergie).

Une proposition de loi est en préparation. Les nombreuses modalités de mise en œuvre restent à instruire et demanderont probablement du temps mais cet accord de principe marque une avancée notable dans le long dossier des concessions hydroélectriques. Désormais c'est dans cette hypothèse d'exploitant maintenu durablement dans sa mission que peut être projetée la stratégie patrimoniale et de développement d'EDF Hydro.

L'engagement de projets de développement concrets

L'incertitude sur les concessions ne permettait pas d'engager les projets de développement hydroélectriques étudiés par EDF. L'ambition de mettre en service 4 GW de moyens de production supplémentaires se traduit dès à présent dans les faits :

- à la centrale de Saut Mortier avec les premiers travaux de construction d'une STEP (station de transfert d'énergie par pompage) innovante qui optimisera trois aménagements hydroélectriques de la vallée de l'Ain (Coiselet, Saut Mortier, Vouglans),
- ainsi qu'à Montézic où débutent des reconnaissances géotechniques pour confirmer la faisabilité d'une STEP (470 MW) à proximité de l'usine actuelle qui utilisera les mêmes bassins supérieur et inférieur.

Des organisations stables

La seule évolution importante d'organisation engagée en 2025 est celle du groupe de maintenance hydraulique GMH Alpes qui projette de regrouper en trois équipes d'intervention mécanique (EIM) réparties sur six sites, ses équipes actuellement implantées sur onze sites. Chaque EIM future aura un client dédié, à savoir l'un des trois groupes d'exploitation hydraulique d'EDF Hydro Alpes. Les gains attendus sont d'augmenter le temps métal, de proposer une meilleure évolution de carrière aux salariés et d'améliorer l'attractivité des métiers de la maintenance.

Cette transformation vise aussi à renforcer le management par les risques et les compétences de pilotage en développant le mode projet et en favorisant les synergies entre les différents métiers du GMH.

Le système de management intégré de la direction nationale d'EDF Hydro a, quant à lui, été révisé et regroupé autour de quatre processus: Piloter, Exploiter, Maintenir et développer nos actifs, Agir en acteur responsable. La sûreté, portée par le processus Exploiter, conserve néanmoins sa dimension transversale et nécessite que chacun des trois autres processus y apportent leur contribution.

✓ **RECO**

Je recommande de tirer le retour d'expérience du nouveau système de management intégré après quelques mois de fonctionnement et de s'assurer que les interfaces entre processus et comités sont organisées et que les diverses équipes coopèrent efficacement sur l'ensemble du spectre de la sûreté.

Une hydraulité proche de la normale

Après une année 2024 marquée par de nombreuses crues et un début 2025 inscrit dans la continuité avec une bonne hydraulité dans le sud de la France, la suite de l'année a été relativement sèche, bien que variable selon les régions. Les températures sont demeurées élevées tout au long de l'année, en moyenne au-dessus des normales. L'enneigement a été déficitaire sur l'ensemble de la chaîne pyrénéenne ainsi que sur les Alpes à basse et moyenne altitude, nouveau témoignage du réchauffement climatique.

Les phénomènes naturels

Une nature «vivante»

Les massifs montagneux français restent «vivants» sous l'effet modéré de la tectonique des plaques et sous celui, plus visible, de l'érosion du vent, de l'eau et de la glace qui créent des glissements de terrains et des chutes de blocs sensibles aux cycles de gel/dégel. Les glaciers reculent sous l'effet de la hausse des températures. L'année 2025 a été marquée par des événements directement liés à ces phénomènes.

Le barrage de Gnioure, en Ariège, se situe en contrebas d'un éperon rocheux devenu plus instable: des blocs de plusieurs tonnes pourraient le menacer

en cas de chute. De nouvelles expertises ont conduit l'exploitant à vidanger la retenue et engager des travaux complexes de sécurisation du versant dès l'été 2025.

En Franche-Comté, la DREAL a demandé, après la diffusion de l'étude de danger EDD, que soit abaissée préventivement la cote de retenue du barrage de Coiselet en raison d'un risque de glissement de terrain dans la retenue.

En Suisse, la majeure partie des habitations du village de Blatten a été impactée le 28 mai 2025 par l'éboulement du glacier du Birch qui a formé un lac alimenté par une rivière à proximité. Une victime est à déplorer.

Les risques liés aux mouvements des terrains et des glaciers sont pris en compte dans les études de danger des barrages et dans celles relatives au réchauffement climatique.

Les effets du réchauffement climatique

Le parc de production hydroélectrique d'EDF est pleinement impacté par les effets du réchauffement climatique et se prépare à faire face à des risques de différentes natures: perte de production par déficit de précipitations estimée à 1 TWh par décennie, précipitations plus extrêmes avec une répartition spatiale et annuelle plus variable, charriage de matériaux et bois issus des versants, exposition des ouvrages et matériels à des températures plus élevées, élévation du niveau de la mer ou encore hausse de la fréquentation des cours d'eau en périodes chaudes et de canicule. Le projet ARCHE (adaptation et résilience climatique de l'hydro à EDF) adresse ces sujets dans son plan d'adaptation au changement climatique (PACCS) selon quatre axes de réflexion (adaptation des connaissances, adaptation du patrimoine, adaptation de l'exploitation, adaptation du positionnement et de la communication) au travers d'une cinquantaine d'actions réévaluées annuellement.

Ainsi la révision des crues extrêmes alimente les études de danger EDD. La sensibilité des ouvrages aux glissements de terrains et aux GLOF (*glacial lake outburst flood*) dans les retenues est interrogée. Les prévisions hydrométéo et les consignes de crues évoluent. Des consignes d'exploitation grand froid/grand chaud sont élaborées. Le comportement des ouvrages est révisé avec de nouveaux jeux de données.



Les impacts ne sont pas précisément connus ni estimés, mais le travail prospectif mené par le projet ARCHE vise à anticiper tous les effets et à rechercher des réponses pour concilier production hydroélectrique et sûreté dans un contexte de réchauffement planétaire certain.

Les séismes

L'activité sismique en France métropolitaine a été faible en 2025. Hydro Conduite et le centre de conduite et de surveillance hydraulique (CCSH) de Kembs, qui travaillent en service continu 24h/24, reçoivent les alertes séisme du LDG (laboratoire de détection et de géophysique du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives), procèdent à l'analyse géographique des ouvrages proches de l'épicentre et informent les exploitants pour déclencher des actions de contrôle post-séisme si nécessaire.

En 2025, trois alertes séismes ont été enregistrées dans l'environnement des ouvrages hydroélectriques d'EDF Hydro. Un seul de magnitude supérieure à 4 a nécessité de réaliser des tournées de vérification immédiate conformément aux consignes.

- Le 11 janvier 2025, un séisme de magnitude 4 a déclenché des contrôles aux barrages des Laquets, de Gréziolles, de Castillon du Tourmalet, Escoubous, Aumar, Aubert, Cap de Long et Rioumajou dans les Pyrénées.
- Le 18 mars 2025, un séisme de magnitude 4,1 révisée à 3,5 a déclenché des contrôles au barrage de Saint-Martin Vesubie dans les Alpes sud.

- Le 6 mai 2025, un séisme de magnitude 4,1 révisée à 3,9 a déclenché des contrôles aux barrages de Flumet, Cottpen 2, Lac Carré, Grand-Maison dans les Alpes.

Aucun désordre n'a été détecté sur les ouvrages inspectés.

Le 25 octobre 2025, un exercice d'alerte sismique a été organisé avec le CEA LDG en impliquant les sites d'Hydro Conduite et le CCSH de Kembs ainsi que 11 groupements d'usines pour tester la chaîne d'alerte de bout en bout. Riche d'enseignements, le retour d'expérience rappelle notamment l'importance cruciale des moyens de communication lors des crises. Ces exercices sont porteurs d'amélioration continue des procédures prévues et permettent de répéter des gammes pour être prêt en cas de crise réelle.

Le retour d'expérience (REX) international

L'année 2025 a été marquée par des incidents majeurs affectant des barrages dans le monde, sans occasionner de victimes.

- En Norvège, le petit barrage de Lake Risevatnet, qui alimente une ferme piscicole, a subi une cyberattaque. Celle-ci a conduit à l'ouverture de vannes durant plusieurs heures. Le surdébit est toutefois resté limité ($< 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$).
- En Inde, deux vannes du barrage en rivière de Madhopur ont cédé lors d'une crue éclair. Ce barrage est équipé de nombreuses vannes de faible hauteur que l'exploitant n'a pas pu ouvrir. Le niveau d'eau, cumulé à une charge sédimentaire importante, serait à l'origine de la rupture des vannes.
- Au Bhoutan, le barrage poids béton de Tala (90 m de haut) en service depuis 2007 a connu, suite à une crue rapide, une surverse généralisée par-dessus la crête avec des contournements en rives durant plusieurs jours. L'exploitant n'a pas été en mesure d'ouvrir intégralement les vannes. Les conséquences sont essentiellement matérielles et économiques.
- Au Vietnam, le barrage de Bac Khe a rompu lors de crues exceptionnelles. Les causes de la rupture de cet ouvrage en remblais (20 m de hauteur environ) équipé d'un large seuil libre déversant ne sont pas encore connues (surverse ou érosion interne). La population des villages situés en aval a pu être évacuée avant l'ouverture de la brèche et les conséquences sont essentiellement matérielles.

Sécuriser l'exploitation des aménagements dans un environnement ouvert, un défi permanent

Il y a 30 ans, l'accident du Drac

Cet évènement dramatique avait conduit, le 4 décembre 1995, au décès de six enfants d'une classe de CE1 et de leur accompagnatrice lors d'une sortie scolaire dans le lit du Drac. Cicatrice indélébile pour EDF et pour les hydrauliciens, cet accident a été à l'origine du renforcement de la politique de sûreté hydraulique, du développement de méthodes d'analyse de risques et du déploiement d'actions de communication et de prévention auprès des différents publics. Le 4 décembre 2025, un STOP Sûreté a été organisé dans chaque équipe d'EDF Hydro. Après un rappel des circonstances de ce tragique accident, une réinterrogation collective sur les parades et dispositifs en place pour maîtriser ces risques a été engagée. Je salue les messages de priorité absolue donnée à la sûreté réitérés, à cette occasion, par le président-directeur général d'EDF et la directrice d'EDF Hydro.

Les aménagements hydroélectriques, lieux de pratiques toujours nouvelles

La société est en évolution permanente. À son image, les activités autour des ouvrages hydroélectriques, à l'amont comme à l'aval ou à proximité, se développent toujours. Des acteurs, des pratiques inédites et des risques nouveaux apparaissent. Cela impose de les identifier, de les qualifier dans leur criticité et de définir avec les parties prenantes des modalités pour les sécuriser tout en préservant au mieux les services énergétiques rendus par les usines de production. Cette équation complexe à résoudre mobilise les exploitants et les ingénieries depuis des décennies.

Médias de communication de masse, les réseaux sociaux font partager à de larges communautés les passions et « exploits » personnels. EDF a demandé le retrait de vidéos de sauts dangereux à l'amont et à l'aval des barrages, en raison de leur caractère incitatif à des pratiques périlleuses.

Ne disposant pas du pouvoir de police, EDF Hydro intervient sur le champ exclusif de la prévention, assure une veille autour des aménagements, accompagne les pratiques pour les rendre sûres en adaptant notamment son exploitation, sécurise les accès, communique auprès des associations et des

professionnels et, en dernier recours, demande aux pouvoirs publics des interdictions. Malgré tout, des comportements à risques autour des ouvrages sont toujours constatés.

Les chantiers tiers à proximité des aménagements

Les travaux commandités par des donneurs d'ordre externes restent un sujet d'attention. Il faut les identifier de manière exhaustive et, au travers de conventions d'informations réciproques, informer les intervenants du fonctionnement des aménagements hydroélectriques et des risques générés en rivière afin qu'ils puissent prendre les mesures de sécurité adaptées.

Une surveillance particulière continue d'être réalisée, en concertation avec la société TELT (tunnel euralpin Lyon Turin), sur les aménagements présents sur le tracé du tunnel dont les travaux entraînent une baisse de la piézométrie sur l'ensemble de la vallée de la Maurienne et génèrent parfois des désordres sur les ouvrages d'EDF. Des tassements au niveau de la galerie d'Hermillon ont été constatés à l'été 2025. La surveillance reste active et comprend notamment la réalisation de levés topographiques pour suivre les évolutions.



Exploiter Demain, une boîte à outil au service de la sûreté

Le projet Exploiter Demain poursuit ses travaux visant à numériser et moderniser les métiers d'exploitants pour améliorer la performance tout en renforçant la sécurité et la sûreté.

La révision des zones d'habitat d'astreinte a été menée sur la quasi-totalité des groupements d'usines en s'appuyant sur une analyse de risques, notamment



pour vérifier la compatibilité des temps d'interventions avec l'autonomie intrinsèque des ouvrages. Des outils de mobilité, intégrant la couverture wifi et 4G des usines, ont été déployés.

Le passage en service continu (24h/24, 7j/7) du CA&S (centre d'appui et de services) de Limoges augmente encore la pertinence des services rendus par ce centre expérimental. Il sera rejoint début 2026 par un autre CA&S à Grenoble. Ses apports dans le domaine de la sûreté sont nombreux et couvrent les trois risques de sûreté, par exemple :

- risques liés à l'exploitation : surveillance de la conformité de mise en œuvre d'instructions temporaires de conduite, voie de secours en cas de perte de voie normale de diffusion d'alarme sur défauts télécoms, etc.
- anticipation des crues : surveillance de l'évolution des cotes de plans d'eau, surveillance des débits entrants, anticipation des états de veille ou de crues, etc.
- surveillance des ouvrages : contrôle de la réalisation de surveillance particulière des ouvrages lors de situations spécifiques de cote, de gradient ou de débit.

De plus, le filtrage des alarmes hors heures ouvrables et l'appui technique à l'analyse des défauts à distance

mettent à disposition de l'exploitant un avis extérieur qui l'aide dans son diagnostic et ses actions et lui apporte sérénité et recul lors des interventions d'astreinte.

Les nouvelles actions à distance opérées par le CA&S, pour lesquelles un avis du comité technique hydraulique (CTH) a été sollicité, ne sont autorisées par la direction du groupe d'exploitation hydraulique qu'après validation de l'analyse de risques. Ces dispositions, associées à la définition des « actions à distance sensibles » nécessitant une double validation, sont de nature à sécuriser les gestes.

Le 4 mars 2025, le ministère de la Transition écologique, de la biodiversité, de la forêt, de la mer et de la pêche a reconnu les actions de prévention et d'information engagées par EDF Hydro auprès de tous les publics et lui a remis un trophée national de la résilience.


Devenons l'énergie qui change tout.

« On prenait
le soleil sur la rive,
**QUAND
SOUDAIN
L'EAU...**





**À PROXIMITÉ D'UNE
INSTALLATION HYDROÉLECTRIQUE :
CALME APPARENT, RISQUE PRÉSENT.**

Quelle que soit votre activité à proximité d'une installation hydroélectrique, il faut rester vigilant ! Le niveau et la vitesse de l'eau peuvent augmenter brusquement.
Ne vous faites pas surprendre,
respectez bien la signalisation !



Toutes les infos
sur [edf.fr](https://www.edf.fr)

L'énergie est notre avenir, économisons-la !

Les résultats 2025



Pendule d'auscultation
© EDF - Marc CARAVEO



Même s'il faut garder recul et humilité à la lecture des indicateurs chiffrés qui ne disent pas tout de la sûreté, ils sont globalement bons en 2025.

Les indicateurs

Dans un contexte marqué par une hydrologie proche de la normale et des crues de faible amplitude comparativement à 2024, les résultats 2025 s'améliorent et retrouvent les niveaux des années précédentes.

Les cinq événements importants pour la sûreté hydraulique EISH déclarés par EDF Hydro, dont un rétroactif de 2021, sont cotés en jaune, donc avec un niveau de gravité faible. Deux d'entre eux concernent des personnes mises en difficulté qui ont été secourues et un troisième le non-respect de la zone interdite à la Rance. Ces EISH confirment l'avis porté sur les risques liés à l'exploitation dont la prévention est complexe car elle demande à la fois des mesures d'exploitation à la main d'EDF mais aussi le respect des interdictions d'accès aux zones de danger par les tiers.

Un EISH, coté en jaune lui aussi, a été déclaré par la filiale d'EDF Hydro, la SHEMA (société hydraulique d'études et de missions d'assistance).

La hausse de fréquentation des rivières conduit les exploitants à mieux segmenter les tronçons, en fonction des risques et des périodes de l'année et à prendre en compte les changements morphologiques des lits des rivières pour déployer les parades adaptées. Ainsi, dans la base de données OCCAPHY, le nombre de sites de criticité 4 augmente avec deux nouveaux sites: l'un en raison de l'évolution de son lit après des crues, l'autre après essais et cotation d'un nouveau tronçon. Au total, quatre sites de criticité 4 sont recensés fin 2025: des mesures de réduction de la criticité sont en cours de finalisation.

Le nombre de sites de criticité aval 3* baisse légèrement passant de 153 en 2024 à 145 en 2025. Cette faible inflexion globale ne doit pas masquer la dynamique réelle de résorption, de réévaluation et création de nouveaux tronçons, ni la variabilité constatée entre les unités.

✓ RECO

À présent qu'il n'y a plus de sites de niveau 5 et que peu de sites sont cotés au niveau 4, je recommande de mettre en place un indicateur sur la réduction des sites 3* pour mesurer la dynamique de chaque unité et la challenger.

Au-delà de ces résultats chiffrés, je relève que la vigilance des exploitants pour identifier des nouvelles zones, activités et accès est toujours forte, que l'utilisation des kits NEMO de mesure des hauteurs d'eau en rivière pour qualifier les risques se développe et que la recherche de parades innovantes reste active, en particulier celles visant à alerter des personnes qui se mettent en danger dans des zones interdites.

Le nombre d'ouvrages et matériels importants pour la sûreté hydraulique (OMISH) US3 (urgence sûreté) des six familles sûreté 1 augmente faiblement (344 en 2025, 336 en 2024) mais la tendance générale masque des disparités entre matériels. La hausse la plus notable est celle de la famille vannes (+19) qui représente aussi la population principale de matériel. L'évolution est plus marginale pour les autres familles.

Les dispositifs et moyens particuliers (DMP) en place sur ces OMISH affichent une baisse (190 en 2025, 202 en 2024) mais le taux de couverture de ces matériels par un DMP s'érode légèrement (77 % en 2025, 85 % en 2024). Sur les vannes, 28 % des DMP destinés à couvrir les nouveaux US3, sont en phase de définition. Sur l'ensemble des matériels, 72 % des DMP sont en place depuis plus de 5 ans.

La cinétique de résorption générale reste trop lente et conforte en particulier mon appréciation sur le vieillissement des vannes (52 % des DMP concernent ces matériels) et sur la nécessité de définir, puis sécuriser, une trajectoire de maintenance lourde ou de remplacement de ces matériels.

Le nombre de matériels notés S4 (situations à suivi spécifique sûreté), inscrit jusqu'en 2024 comme objectif prioritaire de sûreté dans les contrats annuels de performance des unités, a été remplacé par un objectif de réduction des situations S4. 13 d'entre elles ont été effectivement traitées cette année. Le nombre de matériels cotés S4 diminue bien que de nouvelles S4 ont été identifiées en cours d'année (32 en 2025, 42 en 2024).



Centrale de la Bathie
© EDF - Thierry TREMOUILLE

Les évènements 2025

Avec 3 493 évènements de sûreté hydraulique (ESH), dans la continuité des années précédentes, la détection reste active et témoigne de la vigilance portée par les exploitants. Le management a volontairement identifié 97 d'entre eux comme ESH marquants: ils font l'objet d'analyses approfondies pour mettre en évidence les causes liées à des facteurs socio-organisationnels et humains (SOH), en tirer les enseignements et les partager largement. Le taux de respect des délais d'analyse des ESH marquants continue de s'améliorer.

Les deux tiers des ESH sont de type S (situation non sûre), sans aucune conséquence avérée. La baisse sensible des ESH de types C (non-maîtrise de cote) et D (non-maîtrise de débit) est à rapprocher de l'hydrologie de l'année et d'un nombre de crues plus faible qu'en 2024. Les 508 ESH sur les automatismes et 529 ESH sur les télécoms confirment de nouveau l'ampleur de la rénovation et de la modernisation à effectuer sur ces matériels dans les prochaines années. Après une forte augmentation en 2024 (811), le nombre d'ESH barrages se réduit en 2025 (727).

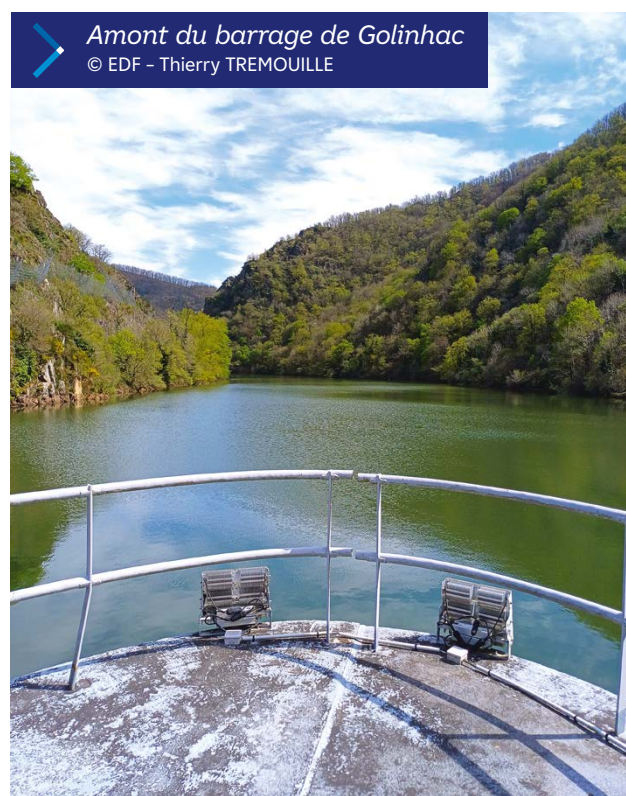
Après une forte hausse en 2024, la détection des évènements de sûreté à l'ingénierie ESI (226 en 2025, 306 en 2024) baisse légèrement à Hydrostadium et DTG et de façon plus marquée au CIH (45%). Les raisons sont à analyser précisément. La détection est à soutenir en maintenant des objectifs annuels. Seuls 9 d'entre eux sont à l'origine ou en lien avec un ESH marquant. Je note que les analyses des évènements sont plus réactives et fouillées. La DIGIT, pour sa part, développe la démarche avec 9 ESI identifiés en 2025 (3 en 2024).

En 2025, cinq EISH jaunes ont été déclarés par EDF Hydro, dont un déclaré a posteriori à la demande de la DREAL. Un EISH jaune a été déclaré par la SHEMA.

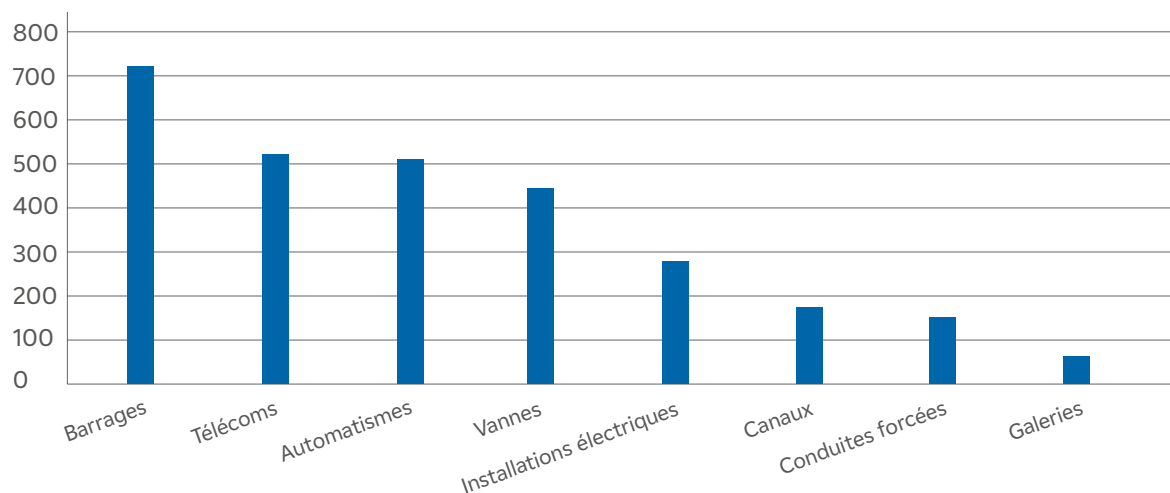
- Dépassement de 13 cm de la cote de retenue normale lors d'une crue, sans impact - EDF Hydro Méditerranée, groupement d'usines de Sisteron, barrage de Saint Lazare (2021).
- Rupture du système d'accrochage de la vanne de fond du barrage de la Roche ayant conduit à déclarer un état de crue avec complication - EDF Petite Hydro, groupe d'exploitation hydraulique Centre Ouest, groupement d'usines La Roche.

- Intervention des secours pour aider deux pêcheurs réfugiés sur une pile de pont 500 m à l'aval de la centrale d'Éguzon - EDF Petite Hydro, groupe d'exploitation hydraulique Centre Ouest, groupement d'usines Éguzon.
- Présence d'une nageuse en zone interdite à proximité des vannes principales du barrage de la Rance - EDF Hydro Centre, groupement d'usines Rance.
- Mise en difficulté de deux pêcheurs en zone interdite d'accès à l'aval de la centrale de Cordeac - EDF Hydro Alpes, groupe d'exploitation hydraulique Écrin Vercors, groupement d'usines Drac-Amont.
- Dégradation de biens en amont de la retenue et dégradations mineures en pied amont RD du barrage suite à l'arrivée d'une lave torrentielle dans la retenue - SHEMA, barrage de La Chal.

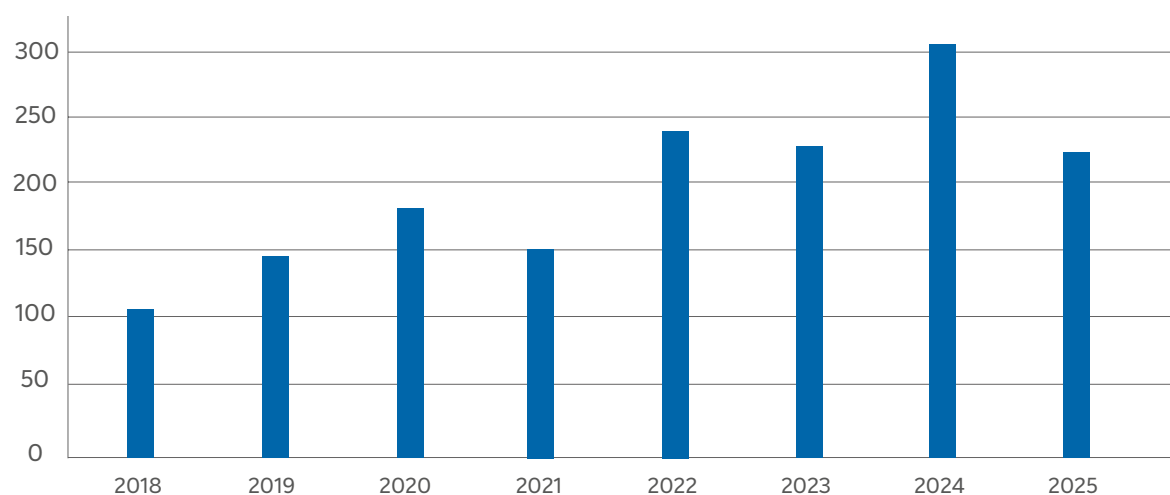
En 2025, 67 précurseurs de sûreté hydraulique (PSH), en lien avec les barrières de sécurité prévues dans les études de danger (EDD) des barrages de classes A et B, ont été identifiés. Au premier trimestre 2025, après les rencontres avec les DREAL, 91 PSH ont été définitivement déclarés au titre de l'année 2024 (87 en 2023).



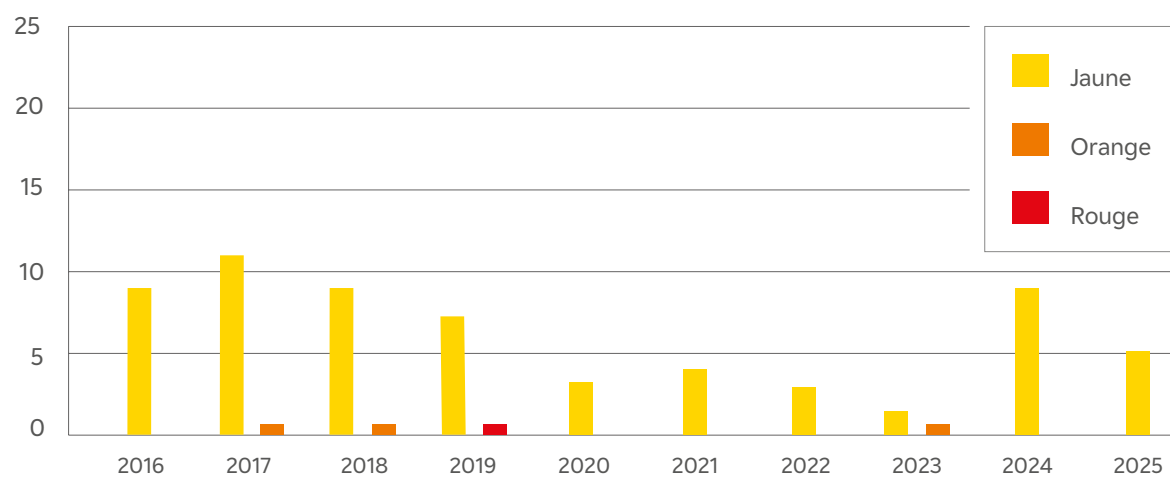
➤ Analyse des ESH par familles 2025



➤ Évolution des ESI depuis 2018



➤ Évolution des EISH déclarés depuis 2016





Le management et le pilotage de la sûreté

Le parc hydraulique exploité par EDF est un outil industriel essentiel à l'équilibre du système électrique national et européen. Il est même indispensable à la sûreté du système électrique dans les zones non interconnectées des systèmes électriques insulaires (SEI) en Corse, à la Réunion et en Guyane. Au fil des décennies, grâce à sa flexibilité, sa réactivité et ses capacités de stockage, le parc hydraulique s'est adapté pour répondre aux variations infrajournalières et saisonnières de consommation électrique. Aujourd'hui, il s'avère aussi être un outil indispensable de régulation pour intégrer les énergies renouvelables intermittentes (éolienne et solaire) dans le mix énergétique, ce qui rend d'autant plus nécessaire son développement. Sa fiabilité, le panel de services de réglage rendus au réseau électrique et ses coûts de production font aujourd'hui de l'hydraulique l'énergie renouvelable la plus flexible et compétitive du marché.

La sûreté, priorité d'un parc de plus en plus sollicité

De construction ancienne, le parc hydraulique a fait l'objet de campagnes de rénovation et de modernisation qui préservent sa fiabilité et ses capacités de production, mais l'attente croissante de performance et de services rendus se traduit par des sollicitations nombreuses. L'accélération de l'usure des matériels, qui vivent des cycles de fonctionnement plus longs, demande à être mieux objectivée mais apparaît pour le moins évidente.

La sûreté est fondée sur trois piliers : la surveillance des ouvrages et matériels, la maîtrise de la gestion des crues et des risques liés à l'exploitation, en particulier la maîtrise des variations de débits (MVD). Chacun est destiné à contrôler la libération de l'énergie potentielle sans qu'aucun impact ne puisse mettre en risque les personnes et les biens. Si le risque de rupture d'ouvrage et la gestion des débits en crues sont gérés par des dispositions organisationnelles et des techniques industrielles, la maîtrise des risques d'exploitation est très sensible aux comportements

sociétaux et individuels qui engagent les pratiques des tiers à proximité des installations.

Le management et le pilotage de la sûreté consistent à donner un cap clair, organiser et piloter les actions d'amélioration, en contrôler la mise en œuvre et l'efficacité, former les acteurs et les accompagner dans leur montée en compétences mais aussi donner du sens à l'action, promouvoir une attitude interrogative permanente pour développer et ancrer la culture de sûreté chez chaque collaborateur.

Des ressources financières allouées à la sûreté appelées à croître

En 2025, les dépenses d'exploitation et d'investissement directement affectées à la sûreté du parc se maintiennent à 36 % (177 M€) du budget d'EDF Hydro, dans le prolongement des années précédentes. Ces dépenses augmenteront nécessairement dans les prochaines années, notamment pour mettre les ouvrages en conformité avec les exigences ATB (arrêté technique barrage de 2018). Celui-ci prévoit l'échéance de 2030 pour les ouvrages de classe A et de 2035 pour ceux de classe B. Ces travaux, lourds financièrement et techniquement, sont regroupés dans le projet CREDOH (conformité réglementaire des ouvrages hydrauliques). Les moyens financiers et humains à mobiliser pour y parvenir doivent être proportionnés aux gains effectifs de sûreté pour répondre au devoir de résultat dans ce domaine. Les travaux à mener dans les prochaines années demandent à être rigoureusement planifiés dans une vision à moyen et long terme des aménagements prenant en compte les échéances réglementaires et la rénovation nécessaire du parc.

Le traitement de la dette technique insuffisamment dynamique

Le parc français s'est développé principalement après la seconde guerre mondiale et affiche un âge moyen de 80 ans qui masque des disparités d'état de matériels. La diversité des matériels est conséquente, chaque aménagement a été adapté à son environ-

nement d'implantation. Il n'y a pas d'effet palier sur lequel capitaliser. La longue période d'incertitude sur les procédures de renouvellement des concessions, le volume des matériels et leur accessibilité parfois uniquement lors de vidange ainsi que de nombreux autres facteurs ont généré un retard dans la planification de remplacement des gros composants. Une forme de dette patrimoniale s'est ainsi développée qui, ironie du sort, résulte aussi de la performance de la maintenance et du haut niveau d'expertise d'EDF qui ont permis de faire perdurer les installations au-delà des durées constatées chez d'autres exploitants. Une trajectoire de rénovation, donc de ressources financières et humaines à mobiliser pour maintenir durablement la sûreté et le niveau de production du parc, a été établie en 2022. Les augmentations de budget CAPEX constatées ces dernières années ont été partiellement préemptées par l'inflation et l'augmentation des prix remis lors des retours d'appels d'offre.

✓ **RECO**

Sécuriser fermement les ressources nécessaires à l'entretien du parc aux divers horizons de temps pour traiter l'obsolescence et le vieillissement de tous les matériels, en veillant à ne pas s'habituer à la lente et inéluctable dégradation des installations.

Les responsabilités de chacun à préciser

La responsabilité légale de sûreté, portée au titre de leur activité professionnelle par les salariés en position de direction et de management, est documentée selon des délégations de pouvoir claires dans chacune des entités inspectées.

Mais la maîtrise de la sûreté hydraulique résulte de nombreuses actions et interactions: elle requiert de tous les acteurs que non seulement ils délivrent des gestes professionnels précis mais aussi qu'ils se coordonnent entre eux. Cette alchimie complexe mobilise tous les métiers d'EDF Hydro à chaque niveau d'organisation, ses partenaires internes (Unité de professionnalisation pour la performance industrielle pour la formation, direction opérations Groupe Informatique et Télécoms pour les télécoms, direction Ingénierie Supply chain pour les achats, direction Finances, etc.) et ses partenaires industriels. La bonne connaissance du rôle de chacun, l'apport de son expertise, la compréhension des contraintes de

l'autre dans une volonté de coopération sont les attitudes à adopter pour répondre à l'obligation d'industriel responsable de délivrer un kWh sûr et fiable.

Il est fondamental que chacun à son niveau, pas seulement ceux qui endossent la charge légale, dispose de la compréhension de son action et de la responsabilité qu'il porte pour éclairer sa part de contribution à la sûreté.

La responsabilité de maître d'ouvrage (MOA) et de gestionnaire d'actif relève du directeur d'Unité qui le délègue au directeur du groupe d'exploitation hydraulique lorsqu'il existe dans les Unités à trois niveaux de management.

La responsabilité de l'exploitation est portée par le responsable d'exploitation (le manager de l'équipe d'exploitation) relayé par le chargé d'exploitation, qui connaît en permanence l'état des installations et autorise les interventions. Cette charge est partagée par l'équipe d'encadrement selon un roulement d'astreinte hebdomadaire.

Les ingénieries, maîtrises d'œuvre (MOE) internes et les groupes de maintenance hydraulique (GMH), doivent délivrer des interventions et chantiers en maîtrisant qualité, coûts et délais mais aussi, en appui des exploitants, produire des expertises et des avis précis de spécialistes à l'image de la division technique générale DTG quand elle réalise, par exemple, des alertes météo ou des prévisions de débits en rivières.

Il ne faut pas sous-estimer les contributions de la filière RH (ressources humaines) qui doit préparer des stratégies de recrutement anticipées et prévoir les compétences de demain pour ne pas déstabiliser les équipes et oublier la filière communication qui organise le portage des messages de prudence vers le grand public et valorise les bonnes pratiques internes.

La sûreté hydraulique est un objet systémique qui nécessite de couvrir tous les champs et d'en organiser la complémentarité. C'est tout l'objet du management et du pilotage responsable de la sûreté.

À l'arrivée dans un poste à responsabilité, le manager organise, avec l'impétrant, un programme de formations basé sur l'offre de l'UFPI (unité de professionnalisation pour la performance industrielle) et le complète par des dispositifs de compa-

gnonnage multiples qui intègrent les dimensions de sûreté sans en faire un sujet dédié et suffisamment visible.

✓ **RECO**

Je recommande, pour accélérer l'accueil et l'acculturation rapide des salariés portant une responsabilité de sûreté et leur donner les moyens d'incarner et de diffuser une culture de sûreté, de créer une formation présentant les enjeux juridiques, organisationnels et techniques que revêt cette responsabilité. Prioritairement destinée aux non-hydrauliciens de métier, elle pourra être utilement élargie aux primo-accédants dans ces emplois managériaux.

Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre, chacun son rôle

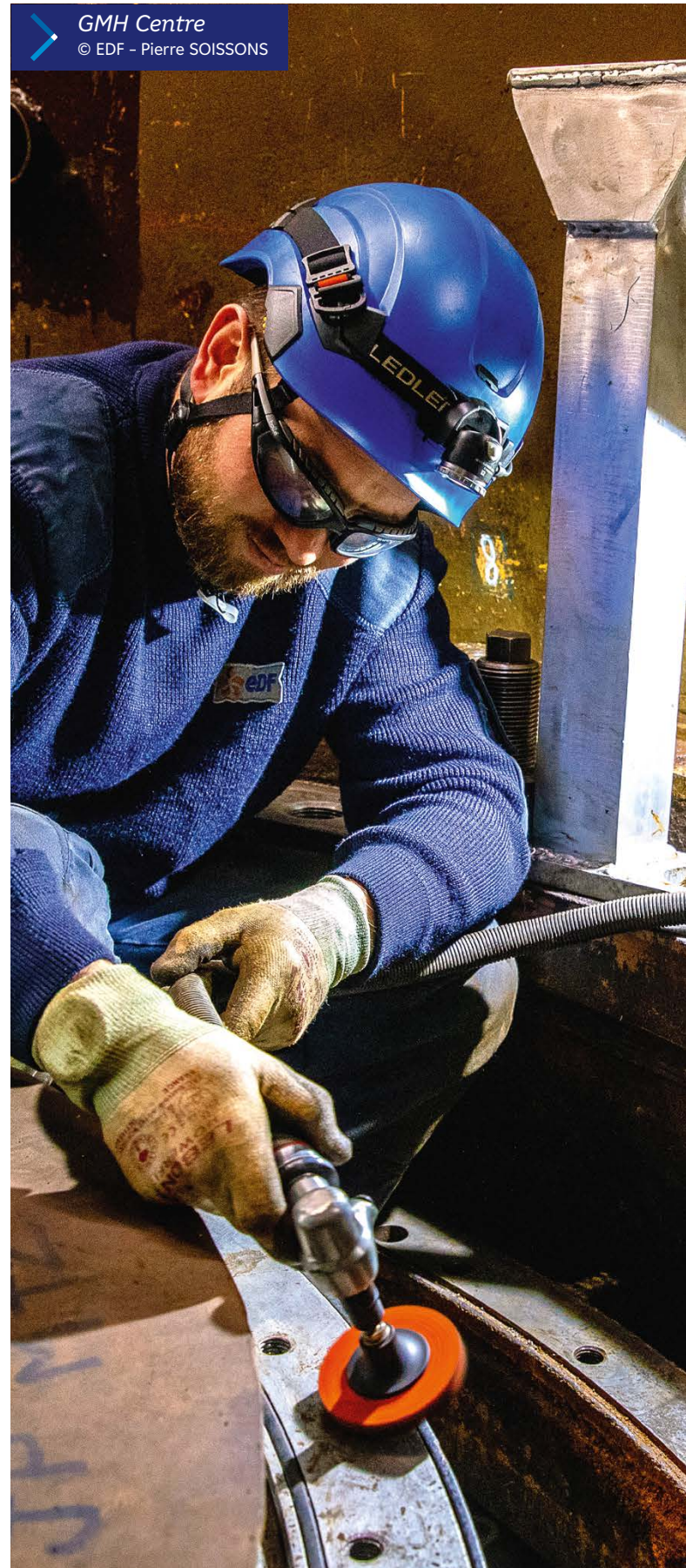
Pour tout projet nécessitant de recourir à un maître d'œuvre, la maîtrise d'ouvrage (MOA) doit poser plus clairement ses attentes et exigences puis en organiser le pilotage et le contrôle.

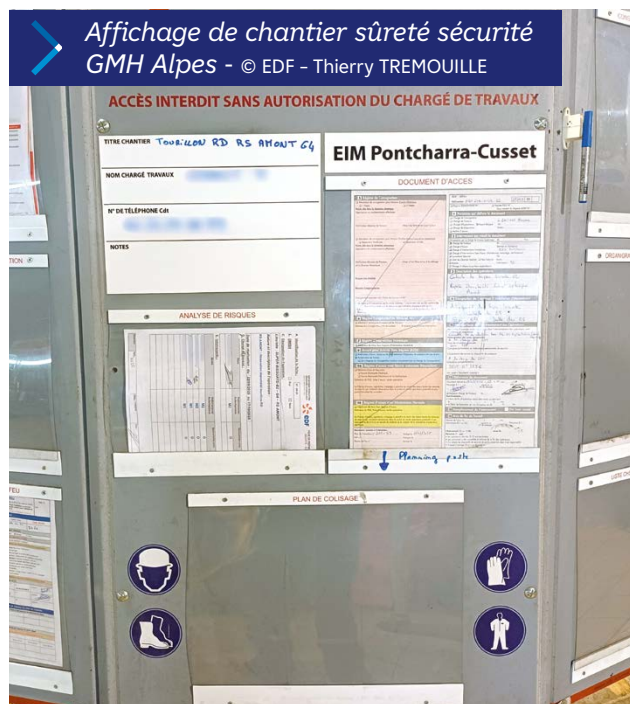
Pour une organisation efficace et lisible par tous, le principe de l'interlocuteur unique, l'un côté maître d'ouvrage, l'autre côté maître d'œuvre, est une cible complexe mais vertueuse à se fixer. Pour l'atteindre, il faut s'assurer que tous deux disposent des compétences, moyens et autorité pour assumer leur rôle, et de la possibilité de s'entourer des ressources nécessaires à leur exercice.

Les organisations multicéphales diluent les responsabilités et peuvent retarder les décisions : elles sont à traquer pour un pilotage optimal des enjeux de sûreté et du projet.

✓ **RECO**

Je recommande de s'assurer, d'une part que les projets sont effectivement structurés selon le référentiel de pilotage des opérations, projets et programmes (POPAH) d'EDF Hydro qui prévoit explicitement cette organisation, d'autre part que la maîtrise d'ouvrage exprime ses exigences en termes d'objectifs de sûreté dès la formulation de son besoin.





Des équipes engagées mais une culture à ancrer

La sûreté est une priorité et le permis d'exploiter des hydrauliciens. Cette conscience est présente dans toutes les équipes inspectées. Les événements qui ont marqué le parc français ou international restent dans les mémoires des plus anciens mais se diluent rapidement au gré des mouvements et du renouvellement des salariés.

Le rappel régulier des causes et conséquences des événements marquants, ceux qui ont été à l'origine d'évolutions réglementaires ou de démarches et référentiels initiés par EDF, est nécessaire pour en comprendre les fondements et leur redonner du sens. Les partages d'expériences des événements de sûreté hydraulique (ESH) marquants pourraient être plus réguliers et la matière plus fournie.

La culture des équipes reste à ancrer par la diffusion pédagogique des retours d'expérience, la formation des nouveaux arrivants et un meilleur partage des nombreuses bonnes pratiques constatées lors de mes inspections. Je note que, immergées dans leur territoire et habituées à leur organisation, les équipes ne prennent pas suffisamment la mesure des méthodes performantes ou innovantes déployées dans leur collectif. D'où l'intérêt, pour les révéler et les promouvoir, de faire appel à un regard extérieur et d'encourager les visites sur le terrain.

✓ **RECO**

Je recommande de développer, dans les équipes, le partage des informations et du REX des événements de sûreté en diffusant les fiches de partage d'expérience sûreté et bonnes pratiques mises à disposition par les fonctions centrales d'EDF Hydro.

La direction performance et exploitation anime le domaine sûreté. Relayée par un réseau structuré et mature d'ingénieurs sûreté dans chaque Unité, elle s'appuie sur des référents expérimentés dans différents domaines : technique, systèmes d'information et cyber sécurité, politique industrielle et achats, réglementation, sécurité du patrimoine. Le pilotage est organisé.

La simplification du référentiel de sûreté se poursuit sous son impulsion. La réflexion sur les responsabilités sûreté menée en 2025 a montré le besoin et l'intérêt de reposer précisément les rôles de maître d'ouvrage, exploitant et maître d'œuvre, tant dans chaque organisation d'unité selon qu'elle est à deux ou trois niveaux de management, que dans les contrats d'exploitation (contrats internes entre les unités EDF Hydro ou contrats pour le compte de tiers).

✓ **RECO**

Je recommande, pour les contrats internes entre l'entité maître d'ouvrage et celle de l'exploitant si elles diffèrent, de réinterroger leur contenu et, pour les contrats avec les tiers, d'avoir une lecture précise de sorte que l'exploitant comprenne parfaitement les activités attendues et leurs limites.

La filière sûreté pilote des projets transverses à toutes les structures d'EDF Hydro, par exemple le déploiement des exigences sur les ouvrages et matériels importants pour la sûreté hydraulique (OMISH). Leur mise en œuvre jusqu'à dans les équipes opérationnelles est soutenue avec dynamisme par les ingénieurs sûreté des Unités, des groupes d'exploitation hydraulique et groupes de maintenance hydraulique. Leur appui est reconnu dans les équipes opérationnelles. Il faut néanmoins bien s'assurer que l'activité générée par ces démarches d'amélioration fasse sens, avec des messages adaptés à l'activité de chacun, et

que la charge induite est a priori bien estimée puis maîtrisée, au risque d'engager un volume d'actions qui n'arrive pas à terme dans des délais réduits et qui génère un effet mille-feuilles et un essoufflement.

✓ RECO

Je recommande de systématiser l'analyse d'impact pour estimer les ressources et durées de déploiement d'actions d'amélioration de la sûreté et d'adapter les ressources mises à disposition des équipes concernées, en calibrant, priorisant et jalonnant des objectifs ambitieux mais réalistes.

Le processus d'alerte technique fonctionne

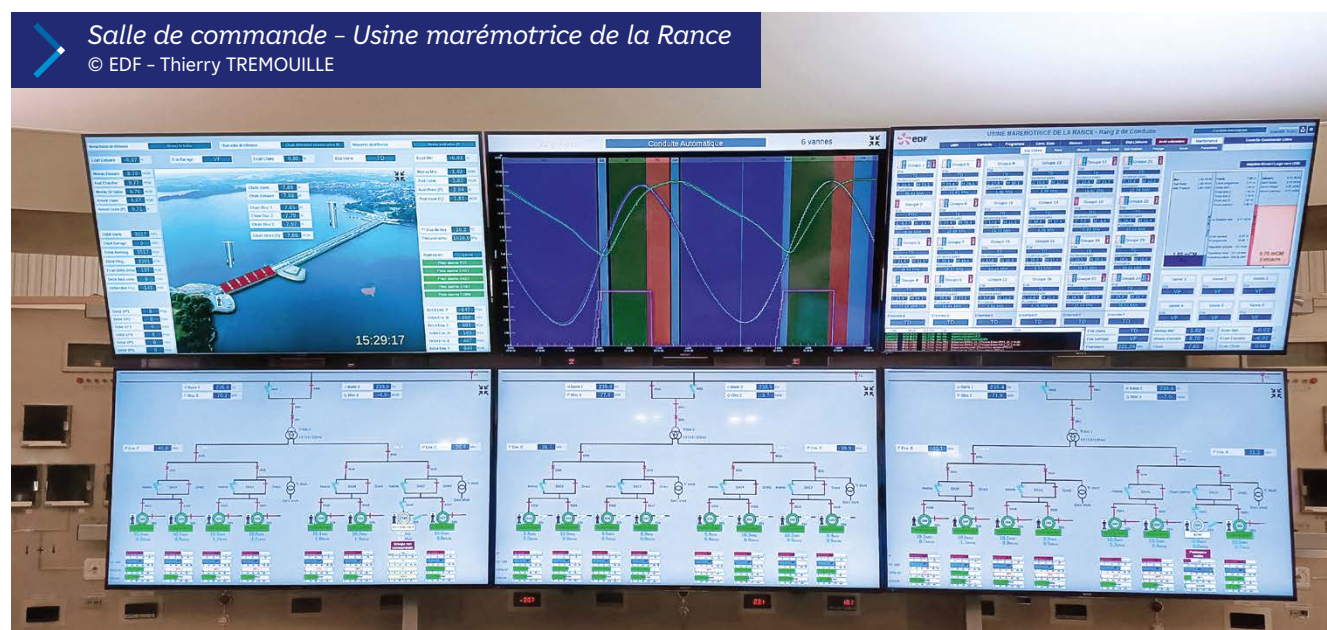
La possibilité d'émettre des alertes techniques est organisée et utilisée à la fois par les unités d'ingénierie, les unités d'exploitation et les fonctions centrales. Elles concernent des sujets techniques (fiabilité de poires de niveau par exemple), organisationnels, ou relatifs aux compétences (fiabilisation des interventions de l'ingénierie lors des modifications de programmes d'automates). Les alertes et leur instruction font l'objet d'un pilotage spécifique. Utilisé avec discernement, ce dispositif permet aux entités, lorsqu'un sujet le nécessite, de le traiter en lui donnant un caractère d'importance particulier, une priorité et un suivi précis. En ce sens, il constitue une preuve d'un fonctionnement sain et exigeant entre les entités.

L'alerte sur la maîtrise des interventions de maintien en conditions opérationnelles des programmes automates par les ingénieries (centre d'ingénierie hydraulique CIH et Hydrostadium) a été instruite en 2025. Elle porte sur des modifications courantes d'informatique industrielle nécessaires pour adapter l'exploitation des aménagements aux évolutions réglementaires, pour intégrer le REX ou encore pour améliorer la sûreté et les process industriels. Les demandes d'intervention sont formulées par l'exploitant et regroupées dans deux outils (selon qu'il s'agit d'aménagement de grande ou de petite hydro). Une fois criblées, les interventions sont opérées par les ingénieries CIH ou Hydrostadium. Elles portent des enjeux directs de sûreté en cas de non-qualité et sont à l'origine de trop nombreux événements de sûreté hydraulique en exploitation encore en 2025.

Développer les VMSH pour compléter le dispositif de contrôle interne

Un plan de contrôle interne annuel est décidé par la direction d'EDF Hydro lors de la revue de direction. Ponctuellement complété par les unités, il est essentiellement mis en œuvre par la filière sûreté.

Ce dispositif de contrôle est complété, dans les groupes d'exploitation et groupes de maintenance hydraulique principalement, par les VMSH (visites managériales de sûreté hydraulique) menées par le management des équipes opérationnelles. Le nombre de VMSH réalisées varie selon les entités visitées.



Cette pratique, moins naturelle que les VHS (visites hiérarchiques de sécurité), permet de la même façon de constater le travail réel et les éventuels écarts avec le travail prescrit, de formuler des observations propres à orienter les besoins et priorités, de simplifier les méthodes et d'identifier les difficultés et besoins de formation directement sur le terrain. Elle est aussi un moyen de détection de bonnes pratiques à diffuser plus largement. Ces visites ne sont pas à limiter au seul management direct des équipes. Il convient aussi d'analyser régulièrement la matière recueillie lors des VMSH.

✓ **RECO**

Je recommande de développer les VMSH sur des sujets précis (par exemple gestion des diaphragmes) et des champs spécifiques (par exemple le risque incendie des locaux barages) pour contrôler la bonne réalisation et mise en œuvre du référentiel de sûreté et des consignes d'exploitation mais aussi pour vérifier les savoirs et les compétences des salariés effectuant des opérations et activités importantes pour la sûreté.

Une GPEC perfectible

La gestion prévisionnelle des emplois et compétences (GPEC) est fondamentale pour assurer la sûreté dans la durée, sans qu'il y ait de manque. Elle consiste notamment à vérifier que les compétences au bon niveau sont disponibles en permanence, à prévoir les mouvements de personnel et à anticiper des scénarios de remplacement s'appuyant sur un vivier de candidats solides disposant des compétences adaptées, ou en mesure de les acquérir par un dispositif de formation efficace.

J'ai constaté que l'attractivité des emplois dans certaines vallées est parfois faible. Les attentes familiales légitimes des salariés concernant leur vie extraprofessionnelle orientent prioritairement leur recherche vers des lieux de travail proches des centres de vie, ce qui rend complexe le recrutement dans certaines équipes malgré les actions énergiques menées par les managers première ligne (MPL). La révision du périmètre d'habitat d'astreinte, partout où l'analyse de risque la rendait possible, a amélioré l'adéquation entre contraintes professionnelles et aspirations personnelles et familiales.

La filière RH, en particulier son réseau de conseillers parcours professionnel (CPP), a un rôle primordial

d'appui auprès des MPL pour les accompagner, anticiper les recrutements et fidéliser les candidats. Lors des inspections, j'ai constaté que les profils recrutés sont très variés, issus de filières et de directions diverses. Ceci présente l'avantage certain d'élargir les expériences, les savoirs, les regards et les approches mais suppose de mieux préparer en amont, ou très rapidement à la prise de poste, la formation et l'acculturation à la sûreté hydraulique. Cela vaut en particulier pour les métiers ayant un fort enjeu de sûreté.

✓ **RECO**

Je recommande de réinterroger les moyens et outils mis à disposition des managers première ligne pour recruter et fidéliser les salariés en leur proposant des parcours professionnels avec une vision à 3/6 ans des scénarios de mouvements.

Par ailleurs, l'effort sur les formations Profex (professionnalisation des exploitants), destinées à connaître finement le fonctionnement des aménagements dans toutes les configurations, est à développer résolument et maintenir durablement.

Soutenir les équipes fragiles

Dans des zones jugées peu attractives, certaines équipes peuvent se trouver conjoncturellement en difficulté par déficit de compétences. L'ensemble des filières (RH, management, sûreté, technique) doit alors mieux se mobiliser pour aider le management à gérer ces périodes transitoires en apportant des appuis opérationnels immédiats aux managers première ligne et en recherchant, avec eux, des solutions durables.

La numérisation doit libérer du temps terrain

Libérer le temps nécessaire pour se consacrer à l'essentiel, garder le contact avec le terrain et la connaissance de ses installations, maîtriser les consignes d'exploitation et les référentiels, préparer en anticipation les interventions, se former régulièrement à la conduite (en et hors crues, en situation normale et dégradée) sont des nécessités primordiales que doit faciliter la numérisation de l'activité, appréhendée comme un moyen et non comme un but en soi. Le risque d'être happé par les outils informatiques et les écrans se joue aussi dans l'activité professionnelle. Si je n'ai pas noté de situation particulière lors des inspections, il y a lieu de rester vigilant dans la durée.



Les télécoms et l'informatique, une nécessité de fiabilité

La conduite à distance des moyens de production, le développement des services de surveillance rendus par les CA&S (centre d'appui et de services), la transmission des données et images à distance et le développement permanent de la numérisation des usages lié à la modernisation des métiers confèrent aux liaisons un enjeu de plus en plus stratégique qui requiert une disponibilité et une fiabilité de haut niveau. Elles sont à l'origine de nombreux ESH encore cette année. Historiquement construits sur une technologie de lignes physiques, les aménagements hydroélectriques en sont particulièrement dépendants. Ils représentent 80 % du parc cuivre inscrit au projet ULISSE (simplification des usages et résorption des liaisons opérées industrielles sur cuivre) lancé en 2023 et mené par la direction opérations Groupe Informatique et télécoms (DIGIT) sur l'ensemble du périmètre EDF. Ce projet, sous commandite EDF Hydro pour ce qui concerne son parc, répond à la décision des opérateurs télécoms français de déposer les lignes en cuivre entre 2026 et 2030. Après la phase de développement du projet, les tests menés en 2025 sur les sites pilotes d'EDF, dont ceux d'EDF Hydro, ont abouti à des avancées, en particulier l'assouplissement de l'usage de la fibre optique publique (FTTH, fiber to the home) et l'accélération du déploiement de la fibre en zone non urbaine, deux paramètres clés pour connecter les sites à la vitesse imposée par le décommissionnement des réseaux sans perte de service.

Bonnes pratiques

- L'élaboration, par groupement d'usines, d'un bilan annuel structuré selon des items du rapport de Sûreté hydraulique témoigne de la capacité à faire un constat lucide sur le niveau de sûreté et oriente pertinemment les priorités (**groupes d'exploitation hydraulique Massif de l'Est, Pyrénées et Jura-Maurienne**).
- Recours à des analystes externes à l'Unité pour explorer en profondeur les aspects socio-organisationnels et humains d'événements marquants (**EDF Hydro Centre**).
- Lors de l'accueil de nouveaux arrivants, la présentation du groupement d'usines intègre les événements historiques importants de sûreté survenus dans les installations (**groupement d'usines Jura Loue, groupe d'exploitation hydraulique Jura-Maurienne**).
- Affichage, dans les lieux de passage, de fiches nominatives décrivant les activités et opérations de l'année pilotées par chaque salarié du GU (**groupement d'usines Baigts**).
- Diffusion de PEX (partage d'expérience) sûreté par le réseau interne d'écrans dynamiques (**EDF Petite Hydro**).
- Instauration par le Codir d'EDF Hydro d'un STOP Sûreté annuel et commun à toutes les équipes pour engager, à partir d'un événement de sûreté, un échange sur le niveau de sûreté des aménagements, les parades en place et sur les pratiques des collectifs.
- Une équipe mixte issue de plusieurs EIM mène les contrôles internes, favorisant le partage d'expérience entre les structures (**groupe de maintenance hydraulique Alpes**).
- Création, pour le métier particulier d'écluseur, d'un carnet de professionnalisation traçant toute la phase de montée en compétences (**groupement d'usines Rance**).

La surveillance et le maintien du patrimoine

La perte brutale d'une fonction de sûreté d'un ouvrage hydraulique, par exemple rétention du volume d'eau ou maîtrise de la pression, est le risque le plus communément perçu par la population et les pouvoirs publics. Durant de nombreuses décennies, la réglementation s'est donc étoffée pour contraindre d'une part les concepteurs à dimensionner les ouvrages en prenant en compte des risques toujours moins probables et d'autre part les exploitants à porter périodiquement un avis documenté sur le niveau de sûreté des aménagements au regard de la réglementation nationale et de leur comportement.

Dans toutes les unités, j'ai constaté qu'une stratégie de maintenance est définie et que les ouvrages à enjeux de sûreté majeurs font l'objet d'un plan de maintenance préventive.

Les études de danger, un programme sous contrôle

Les études de danger (EDD) barrage sont actualisées tous les 10 ou 15 ans selon leur classement (A, B) qui intègre la hauteur et le volume retenu. La centième EDD barrage Version 2 a été livrée en 2025, la troisième révision pour les barrages de classe A est en cours de planification.

13 EDD de conduites forcées de classe A ont été livrées selon les échéances réglementaires sur 14 attendues. La production des EDD des conduites forcées de classe B et C s'industrialise.

Les EDD sont rédigées par des organismes agréés (OA) pour le compte des maîtres d'ouvrages et le programme de livraison est tenu en recourant aux ressources des organismes agréés internes (centre d'ingénierie hydraulique CIH et division technique générale DTG) et externes. Les nombreux retours d'expérience (REX) ont permis d'industrialiser les méthodes et la sollicitation d'organismes agréés non EDF de sécuriser la production des études pour les barrages. Les EDD couvrent tous les risques pouvant conduire à une défaillance des fonctions de rétention de volume d'eau ou de non-maîtrise des débits évacués. Elles intègrent des scénarios prévus régle-

mentairement et évalués via une méthodologie d'arbre de défaillance conduisant aux événements redoutés centraux (ERC) qui ont des conséquences directes et significatives en termes de sécurité publique sur l'environnement de l'ouvrage. À l'issue de cette analyse, l'OA préconise à la maîtrise d'ouvrage des mesures de mise en conformité réglementaire en cas d'écart avec les exigences de l'arrêté technique barrage du 6 août 2018 ainsi que des mesures complémentaires de réduction des risques. Elles peuvent être techniques ou organisationnelles. Après transmission, les DREAL (direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement) analysent ces documents, émettent des remarques auxquelles EDF répond avant que le préfet ne clôture l'EDD. Entre 2019 et 2024, 97 EDD barrage ont été rédigées, 30 sont clôturées par arrêté préfectoral.

✓ RECO

Je recommande à l'ensemble des maîtrises d'ouvrages de généraliser la présentation pédagogique des EDD aux exploitants en l'élargissant si nécessaire à d'autres acteurs comme Hydro Conduite, dès lors qu'ils sont chargés de mettre en œuvre des barrières de prévention ou de protection.

Les projets de mises en conformité et de réduction des risques sont pilotés via le programme de conformité réglementaire des ouvrages hydrauliques (CREDOH) dont le périmètre n'est pas encore totalement précis en raison d'actualisations d'EDD restant à produire et d'arrêtés de clôture à venir. La mise en conformité devra être réalisée avant le 31 décembre 2030 pour les barrages de classe A et le 31 décembre 2035 pour les barrages de classe B.

Un programme plus large, intégrant à la fois CREDOH et la production des EDD, a été structuré à EDF Hydro: le projet DOR (déclinaison des obligations réglementaires) pilote l'ensemble des attendus réglementaires concernant les barrages et les conduites forcées.

La surveillance des barrages est maîtrisée

Le processus de surveillance des grands ouvrages, fondé sur des décennies de pratiques, est régulièrement actualisé dans les consignes et instructions de surveillance. Il est modernisé par des outils de mobilité au service de l'exploitant et, sur certains sites, par des dispositifs de télémesures.

Les capteurs de mesure, principalement de longueurs, de pressions et de débits, n'évoluent pas ou peu, leur qualité principale étant leur précision, leur robustesse et leur fiabilité pour disposer d'un historique de mesure fidèle. Leurs relevés sur site par les exploitants sont opérés selon des méthodologies simples et rapides à acquérir. L'analyse experte de la division technique générale DTG, après des décennies de scrutation et d'analyse de données, permet de connaître précisément le comportement des ouvrages au gré des remplissages et des saisons et de détecter d'éventuelles pathologies ou anomalies. Opéré rigoureusement, l'ensemble du processus d'auscultation est sous contrôle.



Autre dimension du suivi, l'inspection visuelle ne s'appuie pas sur des mesures physiques de déplacements ou de pressions mais sur l'œil de l'opéra-

teur qui, par ses constats visuels (développement de végétations, évolution de surface des zones humides, traces physiques sur les digues, etc.) doit indirectement capter des évolutions de comportement. La formation de l'opérateur demande un apprentissage plus complexe qui nécessite d'être régulièrement entretenu et challengé.

En complément de l'activité des groupements d'usines, un correspondant barrage (qui appartient à l'ingénierie) réalise chaque année, une visite technique approfondie du génie civil, apportant un regard externe.

✓ RECO

Je recommande, comme l'ont engagé certaines unités, de programmer des recyclages périodiques sur le terrain pour maintenir et actualiser les compétences d'inspection visuelle des exploitants.

OMISH, la liste est révisée mais la démarche n'est pas aboutie

EDF Hydro a relancé en 2019 la démarche OMISH (ouvrages et matériels importants pour la sûreté hydraulique) pour garantir sa cohérence sur l'ensemble du parc. Définis, selon les principes de l'analyse fonctionnelle des études de danger, comme les matériels qui assurent une fonction primaire de sûreté ou une barrière de prévention ou qui sont indispensables pour les modes secours, ils sont soumis à des exigences spécifiques. Ils doivent être identifiés physiquement au plus près de l'équipement, disposer d'un plan de maintenance préventive piloté et réalisé rigoureusement, faire l'objet d'essais systématiques de requalification pour s'assurer que les valeurs de référence (temps de manœuvre, pression, intensité, etc.) sont conformes avant que la remise en exploitation ne soit formellement prononcée par le chargé d'exploitation. Cette dernière exigence est formalisée de manières différentes selon les sites : il convient de la rendre cohérente et de s'assurer de son application aux interventions d'astreinte avec une traçabilité adaptée. Tout écart sur des OMISH est identifié sous forme d'événement de sûreté hydraulique (ESH) et analysé. Après avoir révisé la liste des matériels OMISH de chaque aménagement, les modes opératoires de maintenance numérisés sont à revoir en intégrant ces exigences communes, dont les valeurs de référence.

✓ RECO

Je recommande de planifier, dans chaque équipe de maintenance et d'exploitation, la mise à jour des modes opératoires sur les OMISH, en intégrant les valeurs de référence, selon une trajectoire ambitieuse pour ne pas générer d'essoufflement sur une trop longue durée. Les modalités organisationnelles pour y parvenir sont à définir en alliant missionnement individuel et travail collectif et en planifiant des séquences pour formaliser des documents opérationnels.

Les AISH se déploient dans les maîtrises d'œuvre

La notion d'AISH (activité importante pour la sûreté hydraulique) est caractérisée comme une action susceptible de porter atteinte immédiatement ou en différé à une fonction de sûreté assurée par un OMISH. Les équipes de maîtrise d'œuvre (ingénieries et groupes de maintenance hydraulique) se sont engagées dans la démarche en spécifiant, chacune pour leur mission, ce que sont ces activités. Je note que les ingénieries hors EDF Hydro, comme la direction opérations Groupe informatique et télécoms (DIGIT), se sont aussi emparées de la démarche en cohérence avec la fonction d'acheminement des alarmes qu'elles portent.

Maîtriser l'erreur humaine en relançant la pratique rigoureuse des PFI

L'erreur humaine est un risque primordial à maîtriser pour sécuriser en profondeur les actions importantes pour la sûreté et garantir leur bonne réalisation. Le déploiement des pratiques de fiabilisation des interventions (PFI) et leur mise en œuvre disciplinée est une parade efficace.

Les PFI ont été déployées à partir de 2014 à EDF Hydro via des accords communs d'équipe s'engageant à les pratiquer systématiquement. Le soutien à cette démarche a, dans la durée, été essentiellement centré sur les déclinaisons au bénéfice de la santé-sécurité. Dans le domaine de la sûreté, on constate souvent une érosion de ces pratiques et une moindre rigueur dans leur mise en œuvre.

Les PFI adressent directement des erreurs individuelles et collectives aux origines multiples (méconnaissance des référentiels, insuffisance de formation

et d'expérience, biais cognitifs, routine, etc.) et font référence à nos propres limites et comportements. S'engager résolument dans cette pratique vertueuse nécessite de pouvoir accéder librement à des témoignages transparents et reconnaître ses propres failles. Y parvenir suppose d'instaurer un environnement qui fait la différence entre la faute, qui est sanctionnable, et l'erreur qui, exprimée en transparence et analysée sans tabous, est une source puissante de progrès. Disposer d'un cadre de cohérence de « culture juste » et de « réaction juste » est un préalable et une nécessité.

Dans les équipes où cet environnement existe, j'ai constaté, que la parole est très libre et l'accès aux causes profondes d'événements possible, voire naturel, permettant alors des actions de progrès de fond.

✓ RECO

Je recommande de profiter de la définition des activités importantes pour la sûreté hydraulique (AISH) pour relancer la dynamique sur les pratiques de fiabilisation des interventions dans le domaine de la sûreté, en porter le sens et rappeler le déroulé formel de leur mise en œuvre, une fois posé un cadre de culture juste. Lors de la révision des modes opératoires, mentionner formellement sur ces documents les PFI à appliquer sera un atout pour un déploiement rigoureux.





Barrage de Rodère
© EDF - Thierry TREMOUILLE

Les plans de référence, un projet au long cours

Disposer de plans conformes à exécution pour des ouvrages et matériels d'aménagements hydroélectriques construits depuis huit décennies en moyenne et régulièrement adaptés depuis, n'est pas une sinécure. Chaque année, des écarts entre plan et réalité physique engendrent des risques d'erreurs, du retard et des coûts notamment lors des opérations de maintenance lourde. EDF Hydro a achevé la numérisation de centaines de milliers de plans de génie civil et de matériels hydromécaniques sans garantir toutefois systématiquement leur conformité à exécution. En faire le contrôle passe souvent par une inspection directe qui n'est possible qu'à des périodicités longues, lors de vidanges par exemple. Pour autant, c'est bien cette cible qui doit être fixée pour garantir, à terme, la mise en qualité des plans. Pour traiter cette question complexe, les unités s'organisent selon des modalités variées.

✓ RECO

Je recommande de prolonger l'activité du projet de numérisation en définissant un processus précis de mise en qualité des plans existants et en y associant les moyens nécessaires. Objectif: garantir leur mise à jour systématique lors des interventions des GMH, la livraison de plans conformes à exécution (CAE) de la part des prestataires externes pilotée par les ingénieries et l'initialisation d'un fonds de plans CAE pour les projets de développement neuf.

Je note que pour les schémas électriques et les programmes automatés, un tel dispositif est en place et fonctionne bien. Il permet de disposer de documents après une rénovation et de les maintenir à jour au fil de l'eau. L'utilisation de supports à jour dans les phases de contrôle et de requalification après travaux est une nécessité opérationnelle pour ces métiers, la gestion des versions dans des bases de données (Ceshel et TRACC) est organisée, leur processus et exigences de gestion mieux ancrés.

Bonnes pratiques

- À la suite de chaque publication d'une étude de danger, la maîtrise d'ouvrages présente, à l'équipe d'exploitants, un résumé pédagogique, les conclusions et les dispositions retenues dans le cadre de cette étude (**EDF Hydro Sud-Ouest, EDF Petite Hydro**).
- Destiné aux exploitants, un Guide pratique de visites et d'inspection visuelle des conduites forcées, précis, pédagogique et illustré de nombreuses photos explicatives a été conçu par **EDF Hydro Alpes**.



Barrage du Refrain
© EDF - Thierry TREMOUILLE

La gestion des crues

La bonne maîtrise des débits en toutes circonstances pour assurer la sûreté des tiers dans l'environnement des ouvrages hydroélectriques est d'autant plus critique en période de forts débits quand le bassin versant alimente les retenues et les rivières. Les paramètres en jeu sont multiples : valeur des débits et cinétique de leur augmentation, capacité de stockage des retenues mais aussi disponibilité et bon fonctionnement des matériels pour gérer le passage de l'eau afin de maîtriser la cote de retenue donc la poussée sur les barrages, transit des sédiments et bois flottants, accessibilité des ouvrages, bon fonctionnement des matériels de secours, organisation des équipes d'exploitation pour passer la crue, capacité à anticiper précisément les phénomènes, etc. C'est donc un vaste ensemble d'activités et d'actions qui doivent être préparées et s'enchaîner convenablement pour gérer une crue sans en aggraver les effets.

En 2025, il n'y a pas eu d'évènement pluviométrique hors norme, l'enneigement a été assez faible entraînant une fonte nivale sans apport violent. L'hiver a été modérément arrosé, hormis le 26 janvier sur l'Orne avec une crue de temps de retour de 20 ans qui a impacté le barrage de Rabodanges. Le printemps, contrasté avec des pluies excédentaires dans le Sud, n'a fait qu'entretenir l'hydraulicité avant un été sec et un automne sans crue marquée contrairement à 2024.

Menés sur l'ensemble des aménagements, les retours d'expérience REX des crues qui se sont succédé en 2024 ont confirmé que leur gestion a été maîtrisée, malgré les stigmates de l'épisode dévastateur de septembre 2024 encore visibles dans certaines vallées pyrénéennes. La sollicitation des équipes en service de quart n'a pas généré de retard important ni de renoncement notable dans la réalisation des activités importantes pour la sûreté et n'en a pas dégradé le niveau de maîtrise.

Une préparation rigoureuse à la gestion des crues

Dans tous les groupements d'usines inspectés, j'ai constaté que la préparation à la gestion des crues était maîtrisée. Les documents opérationnels sont vivants et se nourrissent des REX d'évènements

précédents. La formation et le recyclage des salariés amenés à conduire les barrages en crue comprend une partie théorique avec un rappel des consignes et instructions et des simulations de passage de crue sur le simulateur SIMBA (sur un barrage unique ou une vallée enchaînée) ainsi qu'une partie pratique sur l'ouvrage même, avec des mises en œuvre des divers matériels de secours en énergie électrique ou hydraulique jusqu'à l'ultime secours.

Ces formations planifiées annuellement et conduites par des grands formateurs crues, dont j'ai systématiquement constaté l'implication, se concluent par une évaluation individuelle des savoirs et compétences. Celle-ci est ensuite traduite dans des titres d'autorisations nominatifs. Les premières formations avec la version SIMBA V4 ont été engagées.

Le dimensionnement des équipes d'intervention en crues est correct.

Anticiper et fiabiliser les prévisions de crues

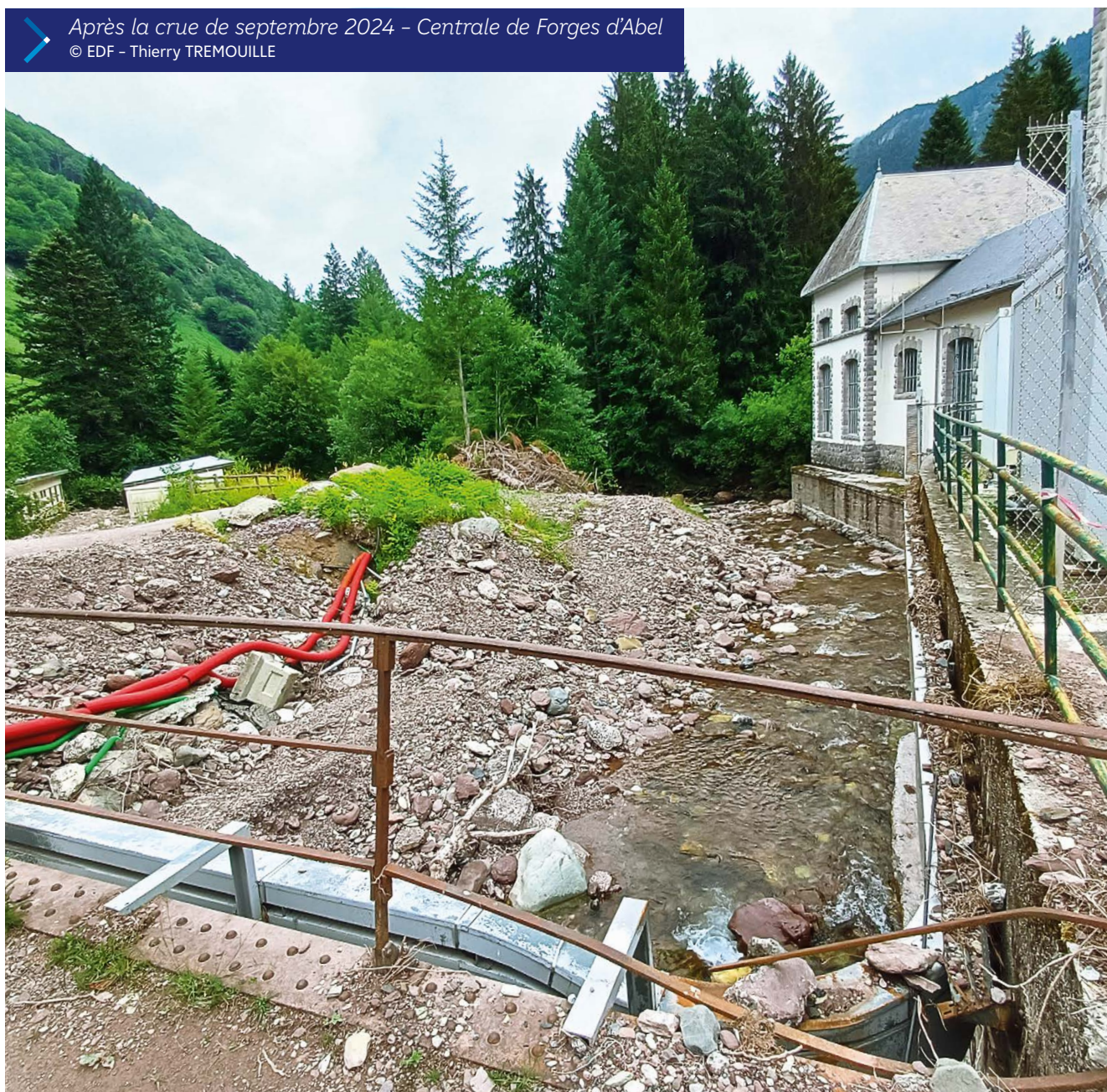
L'intensification des phénomènes extrêmes liés au changement climatique impose d'anticiper les crises et l'alerte des exploitants qui doivent se préparer et s'organiser pour y faire face avec un délai de prévenance maximal. Les retours d'expérience des épisodes violents vécus en 2024 ont alimenté la réflexion de la division technique générale (DTG) concernant ses modèles de prévisions. L'actualisation du service de vigilance multi-phénomènes (vent, neige collante, pluie, crue) sera proposée fin 2026 et progressivement enrichie jusqu'en 2028.

Le réchauffement climatique influence aussi les débits et les gradients de débits observés. Un projet pour élaborer une méthode d'estimation des crues extrêmes sur de grands bassins versants, avec la possibilité d'intégrer des éléments de changement climatique, a été engagé. À l'état de *Proof of concept*, le projet MOSAHYCC (modélisation stochastique des aléas hydrologiques sous changement climatique) combine des générateurs de champs de pluie et de température couplés au modèle hydrologique actuellement utilisé (MORDOR) par la division technique générale DTG pour la prévision des débits.

Bonnes pratiques

- Des scénarios d'incidents sont intégrés par le grand formateur crues dans les recyclages sur site pour constater les réactions des acteurs et mieux les préparer à toutes les situations (**groupement d'usines Rance**).
- Les scénarios SIMBA sont alimentés par les retours d'expérience des crues précédentes et des objectifs de gestion des embâcles sont intégrés (**groupement d'usines Doubs**).
- Réalisation d'une vidéo de présentation détaillée de l'aménagement de Rabodanges par le grand formateur crues (**groupement d'usines Rance**).
- Le dimensionnement des équipes d'intervention en crues a été révisé dans certains territoires en anticipant des scénarios de crues simultanées dans plusieurs vallées du GEH (**groupe d'exploitation hydraulique Massif de l'Est**).

Après la crue de septembre 2024 – Centrale de Forges d'Abel
© EDF – Thierry TREMOUILLE





L'exploitation hors crues

La production hydroélectrique s'opère à la fois dans un environnement naturel riche de biodiversité et ouvert, et sur des linéaires de rivière importants où de multiples parties prenantes partagent la ressource. L'eau est très convoitée, tant pour ses réserves qui permettent de soutenir les étiages ou développer des usages touristiques sur les retenues, que pour ses écoulements à des fins de production d'eau potable, d'irrigation agricole, d'usages industriels ou d'activités récréatives (pêche, sports en eaux vives, baignades). La pression sociétale pour accéder à la rivière et bénéficier de la ressource en eau ne cesse de croître.

L'exploitation des aménagements fait alterner démarrages et arrêts des usines de production pour répondre à la demande de consommation électrique et fait varier le remplissage des lacs et les débits des cours d'eau. Automatisés, les groupes de production les plus puissants sont téléconduits depuis les deux centres Hydro Conduite situés à Lyon et Toulouse. Dans le cadre d'essais, des manœuvres spécifiques sont aussi opérées localement par les exploitants. L'ensemble de ces opérations est organisé au travers de consignes et instructions de conduite et d'essais qui prennent en compte les risques potentiels induits en amont et en aval des ouvrages.

Les activités qui se développent dans l'environnement influencé par les aménagements se multiplient et se diversifient et, dans le même temps, le réseau électrique attend du parc hydroélectrique des performances de réglages plus fréquentes et réactives. Ceci rend de plus en plus complexe et sensible la maîtrise du risque. Les précurseurs de sûreté liés à la présence de personnes augmentent (420 ESH simples en 2025, 374 en 2024) et l'on compte trois EISH (événements importants de sûreté hydraulique) jaunes dont deux résultent du non-respect des zones interdites.

Les modalités de maîtrise balaient une large gamme d'actions, de la communication sur les risques à l'adaptation de la performance des moyens de production. Les panneaux indiquant les risques et interdictions d'accès aux zones dangereuses sont

implantés à proximité des accès. On en compte plus de 10 000 sur tout le territoire : ils doivent être entretenus, rénovés régulièrement et remplacés pour en assurer la visibilité.

Une communication soutenue auprès de tous les acteurs

Que les risques soient mal appréciés ou faussement sous-estimés par les habitués de la rivière, la communication pédagogique externe reste active et cherche à se renouveler partout, sur le fond comme sur la forme des messages. De nombreux posts sur les réseaux sociaux complètent l'action des hydroguides, les interventions pédagogiques en milieu scolaire, l'ouverture et l'animation des centres d'information du public ou les journées portes ouvertes, les messages de prudence relayés par des partenaires du monde de la pêche, du sport et du tourisme.

Plus de 130 ateliers de prévention sont réalisés chaque année auprès d'établissements scolaires pour présenter la production hydroélectrique et sensibiliser les plus jeunes aux risques.

La campagne annuelle Calme apparent, risque présent est diffusée largement dans les médias. Plus de 3 millions de vues et d'écoutes ont été recensées durant l'été 2025.

L'application Ma Rivière et Moi, qui intègre tous les sites hydroélectriques, rend accessibles à tous les informations sur les aménagements et zones à risques. Sa promotion doit être encore développée.

Lors des inspections, j'ai constaté le fort attachement des hydrauliciens à leurs installations et à leurs vallées, leur fierté d'exercer leur métier et leur engagement à porter les messages de prévention sous des formes variées, innovantes et adaptées à chaque public.

Les hydroguides, préventeurs et détecteurs des risques nouveaux

Chaque année, plus de 130 hydroguides parcourent les vallées à la rencontre du public et des structures touristiques pour relayer informations et messages

de prévention. Leur mobilisation, essentiellement pendant la période estivale, s'est élargie à des interventions au printemps, pour l'ouverture de la pêche dans les rivières les plus attractives. Leur présence au contact, sur le terrain, aide à collecter une information précise sur les dynamiques de développement des pratiques et la fréquentation des zones: elle complète utilement la veille exercée en permanence dans les vallées. Leurs constats sont partagés chaque semaine, leurs rapports de mission sont analysés et exploités pour réévaluer la criticité de près de 1 800 tronçons de rivières.

Une réinterrogation dynamique des parades d'exploitation

Les risques présents dans les cours d'eau sont liés aux pratiques et à la fréquentation mais aussi au profil de la rivière. Le charriage de matériaux lors des épisodes de crues dans certaines vallées peut modifier profondément la morphologie du lit des rivières et leurs accès ou créer des îlots. Il faut donc réévaluer périodiquement les parades en place pour en vérifier leur efficacité.

J'ai constaté que l'utilisation des capteurs de niveau d'eau NEMO s'est développée et facilite la réalisation d'essais en rivière par les groupes d'exploitation hydraulique. Des campagnes sont organisées soit périodiquement conformément au cadre de cohérence nationale, soit dans les sites dont la morphologie a évolué ou encore lorsque de nouvelles pratiques sont constatées. Les parades d'exploitation, notamment les rampes de prises de charge et les vagues d'alerte, peuvent alors être recalibrées si nécessaire.

La résorption des zones les plus critiques fait l'objet d'un engagement annuel de la part des Unités. L'évolution des cotations des sites montre que l'analyse est dynamique et régulièrement actualisée.

✓ RECO

Je recommande aux Unités de mieux organiser et partager plus activement entre elles les tests de solutions innovantes réalisés sur leurs différents sites.

Le respect individuel des interdictions, la limite de l'intervention d'EDF

Développement de la prévention (cf. supra) et protection par des modalités d'exploitation (visites de tronçons de rivières et/ou vagues d'alerte préalables

au lâcher d'eau) sont les premiers niveaux de protection des tiers face aux risques d'exploitation. Lorsque les solutions techniquement possibles sont insuffisantes, le recours à des interdictions de pratiques (réserve de pêche) ou d'accès est mis en œuvre en collaboration avec les pouvoirs publics; la signalisation est généralement installée et entretenue par EDF. Dans ses aménagements, EDF met en place des protections physiques en respectant les droits d'accès et de passage.

Mais la sécurisation totale passe nécessairement par le respect des interdictions. EDF n'a pas de pouvoir de police: son action se limite à l'alerte immédiate des contrevenants puis des autorités et, en dernier recours, l'amène à réaliser des manœuvres d'exploitation de mise en sécurité.

✓ RECO

Je recommande, en cas d'infraction constatée, d'informer et de solliciter systématiquement les autorités ayant pouvoir de police, en complément de la déclaration interne d'un événement de sûreté hydraulique.

Hydro Conduite, au cœur des risques de conduite des usines de production

Les 94 centrales les plus puissantes du parc, représentant 72 % de la puissance hydroélectrique d'EDF, sont téléconduites depuis les deux centres de conduite hydraulique d'Hydro Conduite (Lyon, Toulouse) qui agissent et adaptent, en temps réel, les cycles de production aux besoins du réseau électrique. Leurs cinq équipes de quart se relaient en service continu sur cinq postes de conduite de vallées dans le cadre formel de conventions et d'instructions temporaires de conduite passées avec les groupes d'exploitation hydraulique. Les modalités de maîtrise des risques y sont prescrites, qu'elles soient durables comme les paliers de débit au démarrage, ou ponctuelles liées à des travaux.

Gérer les niveaux des retenues et les débits à l'aval des usines en répondant aux sollicitations du réseau électrique est le cœur de l'activité d'Hydro Conduite. Lors de l'inspection de cette entité, j'ai relevé une culture de sûreté solide: elle se traduit chez les salariés par une grande conscience de leurs responsabilités dans ce domaine, leur connaissance précise des vallées et leur attitude interrogative.



La GPEC (gestion prévisionnelle des emplois et compétences) des chefs de quart est l'une des plus complète. Elle est organisée avec la rigueur que requiert le métier et anticipée par un vivier de candidats potentiels sélectionnés après entretiens, tests psychologiques et immersion. La formation d'un chef de quart est précise et documentée, alternant des périodes en poste de conduite et en usines. La montée en compétences est monitorée, l'activité est menée d'abord en doublure d'observation, puis réalisée sous le contrôle d'un chef de quart titulaire avant d'être autorisée en autonomie et reconnue par un certificat d'aptitude et une habilitation formelle.

✓ RECO

Construire un cahier de professionnalisation pour le métier de chef de quart afin de tracer l'acquisition des connaissances et compétences tout au long de la formation initiale, les expériences spécifiques (crues, séismes) vécues et les Soft Skills nécessaires au métier.

Les conventions d'information réciproques se numérisent

Des intervenants, dont les donneurs d'ordre ne sont pas EDF, peuvent être présents dans les lits des cours d'eau pour des travaux ou des contrôles divers. Une convention d'information réciproque (CIR) est alors conclue entre EDF et l'intervenant pour sécuriser son travail. L'outil e-CIR pour rédiger et valider à distance ces documents a été déployé à EDF Hydro, ce qui facilite la procédure.

La difficulté principale pour les Unités d'EDF Hydro est d'être prévenues par les intervenants. Des informations sont régulièrement faites auprès des donneurs d'ordres (mairies, services de l'État, etc.) ou directement auprès des entreprises, notamment de génie civil. J'ai noté l'attitude ferme des exploitants lorsque des travaux non déclarés sont identifiés et la compréhension et la diligence des entreprises pour analyser les risques et les prévenir avant de reprendre leur activité.

Bonnes pratiques

- Une convention avec l'AAPPMA (Association Agréée pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique) locale a été conclue pour insérer des messages de prévention sur les cartes de pêche et partager la surveillance du bon état des panneaux en bénéficiant du regard différent du monde halieutique (**groupement d'usines Asasp, groupe d'exploitation hydraulique Pyrénées**).
- Des flash codes sur les panneaux renvoient vers des vidéos réalisées lors des lâchers d'eau afin de faire prendre conscience du risque de variations de débit au droit de la zone (**groupe d'exploitation hydraulique Jura-Maurienne**).
- Réflexion sur le déclenchement d'opérations de dégravement des prises d'eau de montagne, hors fréquentation: la nuit, quand il pleut (**groupe d'exploitation hydraulique Jura-Maurienne**).
- Utilisation d'une caméra couplée à une IA (groupement d'usines Rance) pour identifier les intrusions en zone interdite et développement du recours aux drones pour visualiser les zones difficiles d'accès (**groupement d'usines Asasp, groupe d'exploitation hydraulique Pyrénées, EDF Petite Hydro**).
- Réalisation par des sociologues d'une étude sur les populations et pratiques qui se développent autour des aménagements et d'une étude sur les pratiques de baignade dans les canaux de la Durance afin de définir de nouvelles modalités d'actions (**EDF Hydro Méditerranée**).



La maintenance mécanique spécialisée

Les groupes de maintenance hydraulique (GMH) assurent, pour le parc de la grande et de la petite hydraulique, la maintenance mécanique spécialisée ne nécessitant pas de reconception importante sur les vannes des barrages, les machines de production, les organes d'admission et vannes en conduite. J'ai inspecté les trois GMH hébergés dans les unités à trois niveaux de management (EDF Hydro Alpes, Hydro Centre, Hydro Sud-Ouest). Leur périmètre de compétences varie : purement mécanique dans le Sud-Ouest et le Centre ou intégrant les activités de contrôle électrique dans les Alpes.

Les GMH sont composés d'équipes d'intervention mécanique EIM qui ont développé des savoirs, des compétences et des savoir-faire spécifiques dans l'expertise, la réparation et la rénovation des matériels depuis les vannes de prise d'eau jusqu'à l'aval des usines. Leurs interventions peuvent impacter le conduit hydraulique, dont les conduites forcées et leurs équipements de protection.

La préparation des chantiers se professionnalise

Les travaux sur les vannes charpentées des évacuateurs de crues sont, quant à eux, souvent sous-traités par les chargés d'affaires des pôles techniques des GMH. L'activité de ces derniers s'est développée et beaucoup professionnalisée sous des formes propres à chaque organisation, variant selon le volume d'activité annuellement sous-traité.

Les entreprises prestataires sont peu acculturées à la sûreté hydraulique, ce qui nécessite un effort de pédagogie supplémentaire auprès d'elles, mais j'ai constaté que celles qui interviennent régulièrement dans les installations en ont une connaissance éclairée. La surveillance des prestations s'est aussi structurée, les contrats sont plus exigeants et jalonnés avec des points d'arrêt contractuels.

Je note l'effort mené depuis plusieurs années dans les GMH pour améliorer la qualité des préparations des chantiers. Des emplois dédiés de chargés d'affaires

ont été créés, les supports de préparation se sont étoffés. La relation entre le préparateur et le chargé de travaux qui réalise le chantier est essentielle tout au long de l'opération. Elle fonctionne correctement. La sanctuarisation du temps nécessaire à la clôture des chantiers varie encore selon les EIM : elle impose un effort complémentaire pour être systématiquement intégrée au planning d'une affaire et respectée.

✓ RECO

Je recommande de renforcer le partage d'informations et de bonnes pratiques entre les différentes équipes d'intervention mécanique d'un GMH et entre les GMH des différentes Unités. Les équipes développent des fiches réflexes, des supports et des outils opérationnels nombreux : leur partage est perfectible et contribuerait à gagner en performance.

Accompagner l'évolution du métier de mainteneur

Il n'existe pas encore de projet global EDF Hydro relatif à la modernisation du métier de mainteneur (à l'image d'Exploiter demain pour l'exploitation). Le besoin d'un outil SI opérationnel pour supporter l'ensemble de cette activité devient plus prégnant. Numérisation des préparations, échanges entre préparateur et chargé de travaux en temps réel lors du chantier, numérisation des contrôles et des procès-verbaux associés, aide à la réalisation des rapports d'intervention, etc. sont des tâches communes à toutes les équipes qui, pour y répondre, testent de multiples solutions.

✓ RECO

Je recommande à EDF Hydro, sur la base des expérimentations menées en GMH, d'instruire une solution SI commune pour accompagner la numérisation de l'activité du mainteneur afin d'assurer la qualité des interventions sur les matériels importants pour la sûreté hydraulique MISH.



Centrale de Bort-les-Orgues
© EDF - Pierre SOISSONS

Maintenir la connaissance des fondamentaux techniques

Événements importants pour la sûreté hydraulique, des ruptures de bâches en fonte des turbines ou encore des éclatements ou écrasements de conduites forcées ont jalonné l'histoire des aménagements et témoignent de l'importance du geste technique des mainteneurs. Leur approche sûreté est spécifique et réside beaucoup dans la qualité technique de leurs réalisations.

Connaître les risques liés aux diaphragmes dans les circuits hydrauliques, aux jeux des anneaux des robinets sphériques susceptibles d'initier des phénomènes de clapet battant, ou encore à la fragilité de la fonte lamellaire sont trois fondamentaux qui garantissent des chantiers sûrs. Il faut partager plus largement les bonnes pratiques relatives à la maîtrise de ces risques et les généraliser, notamment pour la gestion des diaphragmes entre leur dépose et leur remontage.

Les requalifications intrinsèques avant que les matériels ne soient remis à l'exploitant chargé de la requalification fonctionnelle (avec mouvement d'eau) se développent : c'est là une avancée que j'ai partout constatée.

Un déploiement dynamique des activités importantes pour la sûreté hydraulique

Conformément à la politique d'EDF Hydro, les groupes de maintenance hydraulique se sont engagés dans une démarche volontariste de mise sous contrôle de leurs activités pouvant avoir un impact sur la sûreté. De nombreuses actions d'information, de définition de modèles documentaires, de contrôle et de traçabilité accrus ont ainsi été développées en 2025 pour la maintenance des matériels OMISH. Si un partage plus large des bonnes pratiques reste à organiser entre les GMH, la dynamique constatée à chaque inspection est à souligner.

Les événements de sûreté hydraulique d'origine mécanique sont trop rarement caractérisés comme tels et se limitent à des constats de non-qualités avérées. Leur faible nombre semble témoigner d'un manque d'attention aux précurseurs qui ne produisent pas d'effets réels mais qui peuvent révéler que des barrières en profondeur, notamment socio-organisationnelles et humaines SOH, sont insuffisamment actives.

✓ RECO

Je recommande d'accroître le partage d'expérience entre les GMH des différentes Unités sur les exigences opérationnelles des activités importantes pour la sûreté hydraulique (AISH) pour assurer une plus grande cohérence aux pratiques constatées dans les diverses équipes.

✓ RECO

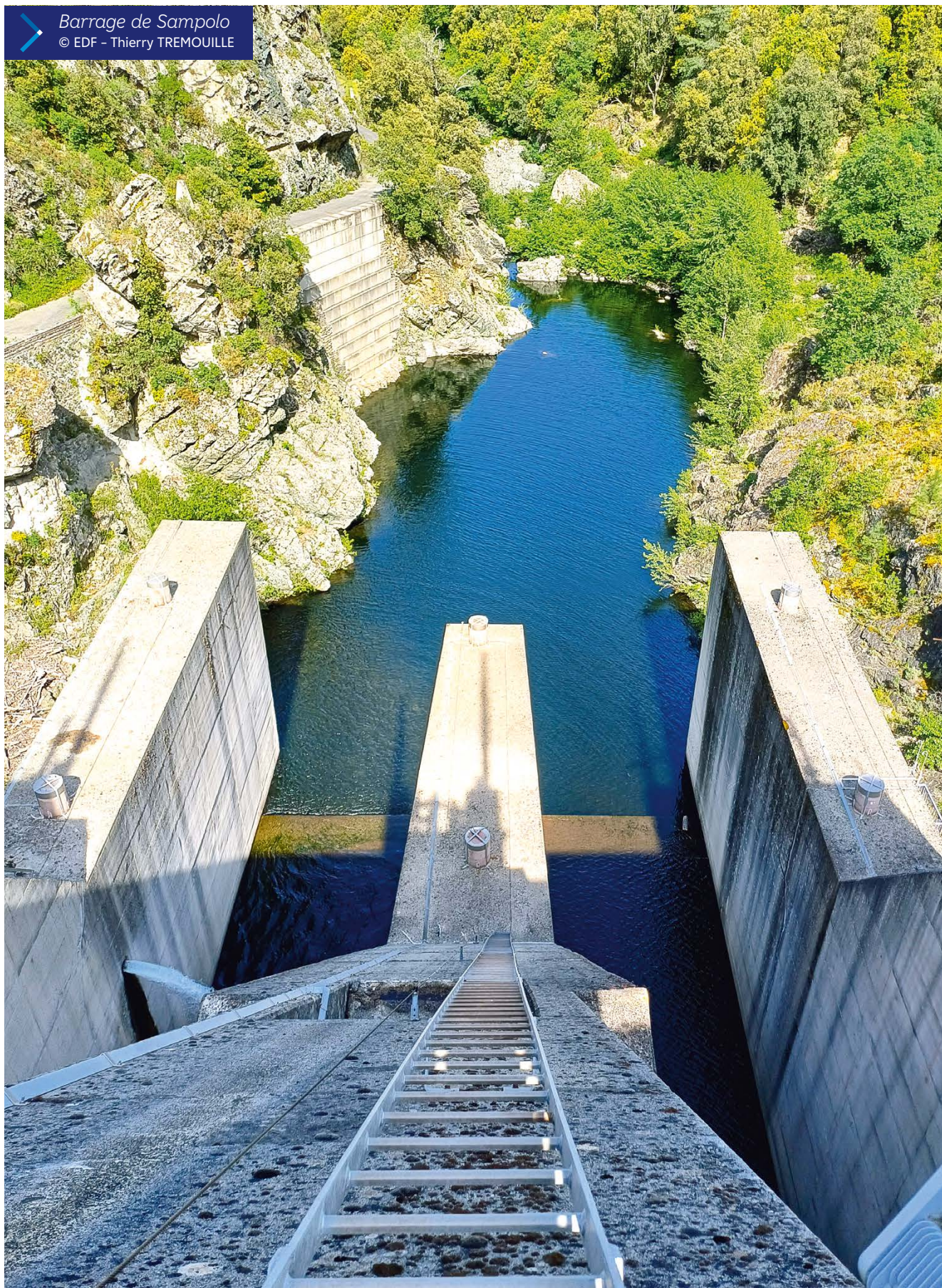
Je recommande de développer les analyses fonctionnelles sur les OMISH afin de mieux cibler les activités importantes pour la sûreté hydraulique AISH et d'en assurer une mise sous assurance qualité rigoureuse.

✓ RECO

Je recommande aux mainteneurs d'amplifier la promotion des ESH d'origine mécanique et de les analyser en détail au regard du potentiel de progrès qu'ils portent.

Bonnes pratiques

- Une solution SI adaptée à l'activité des mainteneurs, de la préparation du chantier à sa réalisation, a été testée. Elle permet de dérouler toute la gamme de travail et d'intégrer les contrôles et PV de réception sur un terminal mobile équipant les chargés de travaux. Ceux-ci peuvent documenter l'information en temps réel avec le préparateur à distance (**groupe de maintenance hydraulique Alpes**).
- Utilisation sur le chantier d'une tablette pour tracer les constats et les contrôles terrains et simplifier l'élaboration du rapport d'intervention (**groupe de maintenance hydraulique Sud-Ouest**).
- Pour attirer l'attention aux risques potentiels dus à une non-qualité, les documents de préparations font référence à des événements de sûreté passés, ayant affecté le matériel sur lequel travaille l'équipe d'intervention mécanique (**groupe de maintenance hydraulique Alpes**).
- Réalisation d'un clip vidéo sur les OMISH d'un aménagement, projeté aux compagnons d'entreprises prestataires à l'ouverture des chantiers (**EDF Hydro Sud-Ouest**). Ce clip est disponible sur le portail Exploiter Demain.
- Création d'un magasin de pièces de rechange géré efficacement et couvrant les besoins de toute l'unité d'exploitation (**groupe de maintenance hydraulique Alpes**).
- Validation formelle des écarts aux référentiel techniques par les ingénieurs de l'état-major (**groupe de maintenance hydraulique Alpes**).
- Réunion des «chargés de» qui, 15 jours environ avant d'engager un chantier, vise à vérifier la bonne préparation entre chargé de travaux, chargé de consignation, chargé d'essais, chargé d'exploitation, pour prononcer un Go sereinement (**groupement d'usines Pressy**).
- Forum avec les entreprises prestataires mettant en débat le thème de la sûreté et les exigences contractuelles associées (**EDF Hydro Sud-Ouest avec le Centre d'ingénierie hydraulique**).
- La rencontre annuelle de la direction du GMH avec ses principaux prestataires donne la vision de l'activité à venir et rappelle les exigences d'EDF, y compris dans la qualité des interventions sur les OMISH (**groupe de maintenance hydraulique Sud-Ouest**).
- Formalisation du processus de gestion des diaphragmes, depuis leur dépose jusqu'à leur remise en place (**groupe de maintenance hydraulique Alpes**).
- La pose de doubles cadenas par le chargé de travaux lors de la tournée des points clefs de la consignation avec le chargé de consignation sécurise l'intervention et la remise en service après les essais conduits sous la responsabilité du GMH (**équipe d'intervention mécanique Brives Charensac**).
- Réalisation d'un STOP Sûreté annuel à l'image du STOP SST santé sécurité au travail (**groupe de maintenance hydraulique Centre**).
- Participation à la journée annuelle sûreté du GEH de proximité (**équipe d'intervention mécanique Brives Charensac**).



Le système énergétique insulaire Corse

La direction des systèmes énergétiques insulaires (SEI) assure le service public de l'électricité dans les zones non interconnectées (ZNI) à un réseau continental. Dans ces territoires, EDF est un opérateur intégré présent sur l'ensemble de la chaîne de production, transport, distribution, commercialisation et assure l'équilibre offre-demande. La sécurité des réseaux non interconnectés est plus fragile et très dépendante de la fiabilité et de la disponibilité des principaux moyens de production.

En 2025, j'ai inspecté la direction régionale SEI Corse. 50 salariés hydrauliciens du service Production répartis en deux groupements d'usines exploitent et maintiennent les huit aménagements hydroélectriques implantés dans les vallées du Golo, du Fium Orbo, du Prunelli et du Rizzanese. Un groupe régional de maintenance hydraulique GRMH prend en charge les chantiers de maintenance mécanique.

La Corse, où la population est décuplée en période estivale, s'est donné l'ambition d'atteindre 80 % d'énergie renouvelable à l'horizon 2030. Un projet de développement de capacités hydroélectriques accompagne cet objectif (STEP Lugo di Nazza).

Sûreté du système électrique et sûreté hydraulique intimement liées

Tous les moyens de production de l'île sont téléconduits par le DELCO (dispatching électrique corse) depuis le site d'Aspretto à Ajaccio. Il gère à la fois l'équilibre production-consommation (sous couvert des consignes d'exploitation hors crues et des instructions temporaires de conduite pour la production hydraulique) et le réseau électrique. J'ai constaté le lien étroit et permanent, favorisé par une organisation épurée, entre les services de Production et de Gestion du système électrique pour mettre les moyens hydrauliques à la disposition du réseau électrique en assurant la sûreté hydraulique.

Une exploitation-maintenance à la hauteur des enjeux industriels

Les moyens de production hydraulique revêtent un caractère stratégique particulier pour assurer la stabilité du réseau. Une avarie sur l'un d'eux entraîne immédiatement la fragilisation de l'équilibre production/consommation. Pour en réduire l'occurrence, SEI Corse a développé des politiques de maintenance préventive ambitieuses sur tous ses matériels. En témoignent le bon état des aménagements et le professionnalisme consciencieux des salariés qui l'opèrent.

La liste des OMISH a été établie en cohérence avec les principes du parc d'EDF Hydro. La maintenance réalisée est rigoureuse. Pour être parfaitement finalisés, les modes opératoires de maintenance demandent néanmoins à être complétés par les valeurs de référence et leur tolérance.

Le processus de gestion des dispositifs et moyens particuliers DMP Exploitation, documenté, connu, vivant et contrôlé reste exemplaire.

La surveillance et le contrôle des barrages sont réalisés avec sérieux. La relative proximité avec le continent favorise les échanges et visites des ingénieries d'EDF Hydro (centre d'ingénierie hydraulique CIH et division technique générale DTG) qui apportent leur expertise.

Le tissu industriel local qui intervient lors des chantiers est moins aguerri à la sûreté que sur le continent et demande un effort particulier d'information, d'accompagnement et de contrôle.

✓ RECO

Je recommande de développer, pour les activités sous-traitées, un plan de contrôle formalisé et contractuel reprenant les points clés du référentiel EDF Hydro de surveillance des prestations.

✓ RECO

Je recommande de mettre en place une solution industrielle de GMAO pour concentrer les données, les modes opératoires et l'historisation de la vie des équipements et pour remplacer les outils développés localement. L'utilisation en mobilité est une fonctionnalité à prévoir. Les solutions développées par EDF Hydro peuvent y répondre et faire bénéficier d'un retour d'expérience solide.

Une gestion maîtrisée des crues

Les barrages sont majoritairement équipés de seuils déversant, seuls trois sont vannés.

Des crues d'ampleur ont été constatées en décembre 2019 sur le Pruneli (temps de retour de 70 ans) et en 2023 sur le Golo (temps de retour de 50 ans). Leur intensité, leur rapidité et leur forme semblent évoluer au cours du temps.

Lors des périodes de crues, les groupements d'usines reprennent la responsabilité de la conduite des ouvrages par message sécurisé et donnent la priorité à la gestion des débits. Le principe de rendre transparent l'ouvrage de Trévadine en crue et d'affecter toutes ses ressources à celui de Sampolo est une stratégie porteuse de sûreté. La formation et les recyclages annuels au passage des crues sont complets et rigoureusement réalisés.



Barrage de Rizzanese
© EDF - Thierry TREMOUILLE

Le programme Modern'Eau de rénovation des contrôles-commandes des barrages est en cours: il améliore le niveau de sûreté des ouvrages et sécurise leur exploitation en et hors crues.

Les barrages de Calacuccia et Tolla disposent d'un plan d'alerte dont la consigne d'application est régulièrement actualisée, mais toujours pas de plan particulier d'intervention PPI. Il n'y a pas d'exercice de crise périodique impliquant EDF et les services de l'État, ce qui fragilise la préparation à la gestion coordonnée d'une crise. Sur le continent aussi, les barrages le nécessitant (plus de 15 millions m³ et une hauteur de 20 m et plus) ne sont pas tous dotés d'un plan particulier d'intervention PPI de la responsabilité des préfetures.

Les risques liés à l'exploitation finement appréhendés

Bien que l'enjeu système soit très prégnant dans l'activité de SEI, la priorité est très clairement donnée à la sûreté hydraulique.

Les aménagements hydroélectriques corses sont situés dans des vallées très touristiques où se développent des pratiques diverses et nombreuses, avec une offre de prestations et de location de matériels récréatifs très atomisée, sans regroupement organisé d'acteurs. Cet écosystème conduit l'exploitant à être très attentif à son environnement, à assurer une veille assidue et multiplier les actions de préventions.

L'année est organisée en périodes selon la fréquentation constatée: période normale et période à risque MVD (maîtrise des variations de débit) elle-même découpée en périodes pêche, estivale et post-estivale. Les conditions d'exploitation sont adaptées à chacune. Les rivières ont été découpées finement en 130 tronçons, une analyse détaillée des risques a été réalisée pour chaque saison, voire pour différentes périodes de la journée, et des parades adaptées ont été déployées. Aux périodes d'affluence touristique, l'activité des hydroguides complète les visites d'usines assurées par les salariés qui accueillent notamment des scolaires et des collectivités locales pour porter les messages de prévention.

La GPEC, une fragilité structurelle adressée

L'insularité présente des avantages telle la vision globale du métier d'électricien avec des relations de

proximité entre entités de production. La gestion de l'équilibre offre-demande et du transport et distribution d'électricité renforce la compréhension des enjeux de chacun et la solidarité. Mais l'insularité présente aussi des inconvénients, en particulier un certain isolement lié à la distance avec les pairs du continent ainsi que la difficulté à maintenir durablement des compétences dans les petites équipes.

La gestion des compétences d'hydraulicien (individuelles et collectives) est un sujet potentiellement fragile. Le vivier de profils expérimentés est réduit, le turn-over en groupement d'usines peut être rapide (âge moyen de 32 ans et ancienneté moyenne de 4,5 ans à Castirla), sans qu'il n'ait été constaté de faiblesses dans aucun groupement d'usines lors de l'inspection. La gestion prévisionnelle des emplois et compétences GPEC fait l'objet d'une attention particulière de la part de la direction et du management qui veillent à éviter les mouvements synchrones d'encadrement, à piloter les mobilités dans les équipes et à maîtriser la mixité des formations et expériences dans les collectifs.

L'organisation structurée, la lucidité sur les enjeux et priorités de l'entité, le dynamisme des équipes pour traiter efficacement les actions, le lien étroit avec les structures d'EDF Hydro et l'engagement professionnel constaté donnent confiance dans la maîtrise de la sûreté à SEI Corse.

Bonnes pratiques

- Une liste de pièces stratégiques intégrant le délai d'approvisionnement lié à l'insularité a été établie. L'approvisionnement des compléments nécessaires est programmé.
- Édition, pour chaque aménagement, de fiches réflexes qui guident l'exploitant dans les gestes à réaliser en cas de phénomène de clapet battant (oscillation de pression dans les conduites forcées).
- Intégration des informations de localisation des sites au système d'information géographique SIG des secours de l'île.
- Un séminaire annuel Hydro regroupe tous les salariés de SEI Corse travaillant dans la production hydraulique.
- Des visites d'hydroguides sont planifiées aussi hors saison pour maintenir la connaissance des cours d'eau et pratiques locales.
- Repérage physique visuel des diaphragmes et flexibles critiques.
- Recyclage périodique sur les trois risques de sûreté avec quizz final de contrôle des connaissances.
- Mise à disposition des salariés d'une borne de contrôle et de décontamination des clefs USB pour contrôler les supports de stockage numérique externes.

 **Barrage de Tolla**
© EDF - Thierry TREMOUILLE





Centrale de Nam Theun 2
© EDF - Thierry TREMOUILLE



Nam Theun Power Company

L'aménagement de Nam Theun 2 situé au Laos est exploité par la Nam Theun Power Company (NTPC) dirigée par un conseil d'administration auquel réfère le directeur général (CEO), salarié d'EDF. EDF détient 40 % des participations dans la société, l'électricien thaïlandais EGCO 35 % et le gouvernement du Laos 25 %. L'accord de concession d'une durée de 25 ans arrivera à échéance en 2035.

D'une puissance globale de 1 070 MW, l'aménagement Nam Theun 2 (NT2), mis en service en 2010, est constitué :

- d'un réservoir de 490 km², stockant 4 milliards m³ en bénéficiant d'une topographie favorisée par le plateau très étendu de Nakai. Il est alimenté par la rivière Nam Theun selon un cycle de remplissage annuel ;
- du barrage de Nakai (39 m de haut, 437 m de long) positionné dans un verrou naturel et de 14 digues de fermeture en remblai (saddle dams) réparties sur la rive gauche de la retenue ;
- de l'usine de production située environ 350 m en contrebas qui accueille les 4 turbines Francis (250 MW chacune) dont la production est dédiée, par contrat, à la Thaïlande et les 2 turbines Pelton (35 MW chacune) dédiées au Laos. Le débit d'équipement est de 330 m³/s ;
- d'un réservoir aval, fermé par un barrage de régulation (*regulating dam*) qui reçoit l'eau turbinée. Il alimente à la fois la rivière Nam Kathang en période sèche avec un débit réservé de 5 m³/s (le reste du temps elle est alimentée par le débit naturel du bassin versant reconstitué) et le DSC (*down stream channel*). Ce canal, long de 27 km, est dimensionné pour évacuer les 330 m³/s maximum des groupes de production. Il compte de nombreux ouvrages (siphons, tunnel, captages pour l'irrigation) amenant les eaux dans la rivière Xe Bang Fai qui rejoint ensuite le Mékong.

Des enjeux de sûreté nombreux

La localisation de cet aménagement en région tropicale, caractérisée par des moussons et des typhons, l'expose à une saison de pluies intenses de juin à octobre avec des crues sur le plateau de Nakai et sur la rivière Nam Kathang à l'aval. Les enjeux de maîtrise des variations de débit (MVD) sont présents à la fois

à l'aval du barrage de Nakai lors des ouvertures de vannes en crue et à l'aval de l'usine (sur le bassin de régulation, la Nam Kathang et le DSC).

La surveillance du patrimoine concerne principalement le barrage de Nakai (équivalent classe A) et le barrage de régulation (équivalent classe B), les digues de fermeture, le conduit hydraulique (prise d'eau, galeries, puits d'amenée et conduites forcées), le barrage de régulation et le DSC.

Une nouvelle période de vie de l'aménagement

Après la mise en service en 2010 et la phase d'optimisation d'exploitation qui a suivi pendant quinze ans avec de bonnes performances de production, Nam Theun 2 aborde une nouvelle étape avec la fin de concession d'exploitation qui se profile en 2035. Une stratégie de maintenance des actifs à dix ans est cours de définition : elle prévoit les travaux de maintien en état du patrimoine et les inspections de fin de contrat, dont celles du gouvernement du Laos, tout en optimisant les arrêts de production.

Sensibilité des bétons à la chimie de l'eau : des phénomènes sous contrôle

Des dégradations surfaciques des bétons immergés et des remblais du DSC ont émaillé la vie de l'ouvrage depuis 2019 et nécessité des travaux dont la dernière campagne s'est déroulée en 2024/2025. Les structures de génie civil sont affectées par une réaction chimique de l'eau issue du bassin de la Nam Theun qui agresse les granulats calcaires sous l'effet du CO₂ dissout dans l'eau. Ce phénomène, accéléré par la vitesse de l'eau, provoque des pertes d'épaisseur variables selon les ouvrages.

Des travaux ont été menés lors de plusieurs campagnes, dont la dernière d'une durée de quatre mois. L'état des principaux ouvrages étant à présent sous contrôle et la cinétique du phénomène correctement appréhendée, on peut prévoir des expertises et programmer d'éventuels travaux de maintenance. En parallèle, 15 bilans d'état du génie civil (sortes de mini-études de danger) sur plusieurs structures de génie civil ont été rédigés par le CIH (centre d'ingénierie hydraulique), en complément des visites techniques approfondies qu'il réalise.

Une loi de sûreté hydraulique

Les exigences de sûreté à respecter ont été majoritairement fixées par le décret de concession et complétées par la transposition des référentiels d'EDF Hydro dans la conception, l'organisation, l'exploitation et la maintenance de l'aménagement de NT2.

La réglementation du Laos se structure peu à peu, notamment après l'accident sur l'aménagement de Xe Pian Xe Namnoy en juillet 2018. En 2022, le gouvernement du Laos a promulgué une loi sur la sûreté hydraulique exigeant un rapport de sûreté pour tous les aménagements en construction et en exploitation dans le pays. Fondée sur les standards internationaux issus de l'ICOLD (*international commission on large dams*), une première version finalisée des principes d'inspection d'évaluation de la sûreté des barrages a été soumise par le gouvernement à son assistance technique (soutenue par la direction du Développement et de la coopération suisse et helvétique).

NTPC dispose déjà d'une organisation et d'un niveau de sûreté hydraulique proche de la cible attendue.

✓ RECO

Je recommande de réaliser un état des lieux exhaustif du niveau de sûreté hydraulique de l'aménagement, selon le principe des EDD françaises. Son périmètre couvrirait le champ des trois risques de sûreté hydraulique et intégrerait le génie civil, les matériels hydro-mécaniques et du contrôle commande ainsi que l'organisation. Cette analyse contribuera à améliorer la maîtrise de la sûreté hydraulique. Elle pourra aussi constituer une réponse aux attentes du gouvernement et un document à rendre en fin de concession.

Le management de la sûreté est structuré

Le management de la sûreté a été intégré dès la conception de l'aménagement et s'est développé durant la mise en service et l'exploitation. Une feuille de route et un plan d'actions annuel traitant des trois risques de sûreté sont mis en œuvre sous le pilotage d'une équipe dédiée dépendant du directeur des opérations (COO, *chief operating officer*), qui dispose d'une expérience d'hydraulicien d'EDF. Les *morning*

meetings mis à profit pour partager toutes les informations relatives à la sûreté (météo, événements, exploitation, etc.) et l'analyse collective des événements de sûreté visent à diffuser la culture de sûreté.

Inspirées des démarches de prévention d'EDF, les actions s'adaptent à la culture du pays avec pragmatisme et dynamisme. Les risques principalement instruits sont centrés sur le risque MVD lié à l'exploitation à l'aval du barrage de régulation. La pêche au filet reste une activité de subsistance importante pour les villageois riverains de la Nam Kathang mais aussi du DSC. Des intrusions y sont constatées. Sa vidange pour travaux amène à faire transiter l'ensemble du débit dans la Nam Kathan et à modifier son régime qui est alors influencé par les débits turbinés.

Un travail conséquent d'information et de prévention est mené en lien avec les autorités locales tout au long de l'année. Il est complété par une surveillance de l'ensemble du linéaire par des patrouilleurs et par des caméras pour les ouvrages singuliers qui jalonnent le DSC. Les situations dangereuses sont identifiées, analysées et font l'objet d'actions correctives.

L'importance des crues et la survenance de typhons demandent une organisation précise pour maîtriser la cote de la retenue du barrage de Nakai ainsi que son intégrité et celle de ses digues de fermeture, et pour prévenir les risques en cas de hausse des débits naturels dans les rivières et lors des lâchers d'eau. Chaque année, la période de mousson est préparée avec rigueur et professionnalisme, tant en interne via un programme conséquent de préparation et de recyclages de nombreux acteurs, qu'en externe via l'animation de nombreuses réunions d'information et de prévention auprès des populations riveraines. Le plan d'urgence pour informer puis évacuer les populations est organisé par le gouvernement et parfaitement connu des équipes.

✓ RECO

Je recommande de densifier les actions pour préparer la saison humide et sensibiliser les riverains du territoire situé à l'aval du barrage de Nakai où les débits naturels sont influencés par les lâchers en crue depuis le barrage.

La culture de sûreté demande encore à progresser

La surveillance des ouvrages de génie civil est une activité lourde vu l'importance des deux barrages principaux, les spécificités des digues de fermeture et le linéaire du DSC et ses nombreux ouvrages. Le contrôle de deuxième niveau et l'expertise de la division technique générale (DTG) et du centre d'ingénierie hydraulique (CIH) garantissent la qualité de l'activité.

Les équipes de Nam Theun 2 bénéficient d'une expérience construite seulement sur leur aménagement. La culture de sûreté relative à la surveillance, à l'auscultation et à la maintenance de premier niveau des dispositifs d'auscultation est à développer par une attitude interrogative plus affirmée des opérateurs.

✓ RECO

Conformément aux recommandations des ingénieries, il convient de porter une attention particulière, à la maintenance de premier niveau des dispositifs d'auscultation présents tant sur le barrage de Nakai et ses digues de fermeture que sur le barrage de régulation.

NTPC a mis en place une organisation adaptée de maîtrise de la sûreté de bon niveau, en cohérence avec les standards EDF. Elle garantit une exploitation dans des bonnes conditions de maîtrise des risques et se prépare à gérer cet actif dans un cadre réglementaire qui se précise.

Bonnes pratiques

- La compréhension des messages de prévention portés auprès des différents publics internes et externes est systématiquement mesurée par un questionnaire après leur diffusion.
- Des sensibilisations à la sûreté innovantes et adaptées à la culture du pays: concours de chansons centrées sur la sûreté hydraulique dans les écoles, cours de natation dispensés aux riverains, stands et animations lors d'évé-

Galerie du Regulating Dam – Nam Theun 2
© EDF - Thierry TREMOUILLE



nements culturels prisés comme les courses de bateaux, animations d'ambassadeurs de surveillance (sur le modèle des hydroguides).

- L'obtention de la certification ISO 27001 relativement à la sécurité de l'information, la cybersécurité et la protection de la vie privée.
- L'intégration d'un procédé de reconnaissance faciale au dispositif anti-intrusion de haut niveau, qui simplifie les accès des salariés aux sites.

ANNEXES

En France, l'électricité produite par EDF est à 95 % sans émission de CO₂ grâce au nucléaire et aux énergies renouvelables dont l'hydraulique.

13 entités inspectées en 2025

EDF Hydro

- Fonctions Centrales (EDF Hydro)
 - Direction Performance exploitation, dont Hydro Conduite et projet Exploiter demain
 - Direction Stratégie industrielle et développement
- Maintenance
 - GMH Alpes (Hydro Alpes)
 - GMH Centre (Hydro Centre)
 - GMH Sud-Ouest (Hydro Sud-Ouest)

■ Exploitation

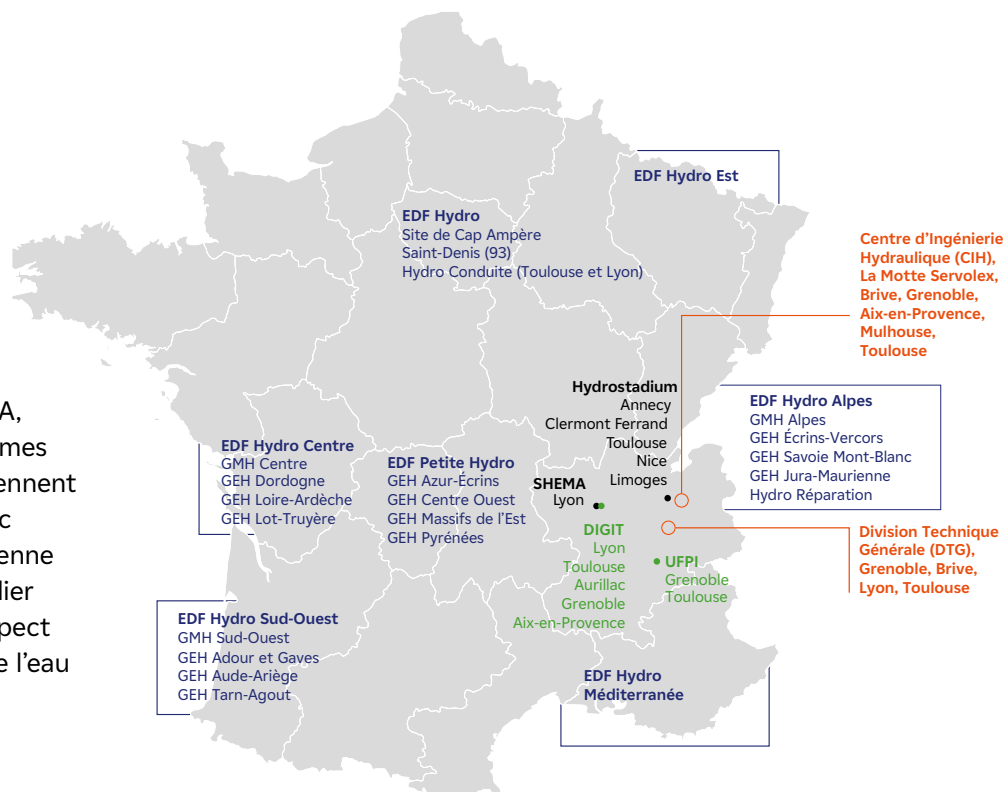
- État-Major Hydro Alpes
- État-Major Hydro Centre
 - Dont GU la Rance
- État-Major Hydro Sud-Ouest
- État-Major Petite Hydro
- GEH Jura-Maurienne (EDF Hydro Alpes)
- GEH Massifs de l'Est (EDF Petite Hydro)
- GEH Pyrénées (EDF Petite Hydro)

Hors EDF Hydro

- DSEI Direction des services énergétiques insulaires
 - SEI Corse
- Nam Theun Power Company
 - Nam Theun 2

EDF Hydro et ses filiales

Au sein d'EDF Hydro et de ses filiales Hydrostadium et SHEMA, plus de 5 600 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.



Les entités hors EDF Hydro



ANNEXES

Grille de cotation interne des ESH

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

Ce sont des évènements 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 évènements 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

ARCHE :

Adaptation et Résilience Climatique de l'Hydro à EDF

ATB :

Arrêté Technique Barrage

C

CA&S :

Centre d'Appui et de Surveillance

CCSH :

Centre de Conduite et de Surveillance Hydraulique

CEA :

Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives

CF :

Conduite Forcée

CIH :

Centre d'Ingénierie Hydraulique

CIR :

Convention d'Information Réciproque

CPP :

Conseillers Parcours Professionnel

CRE :

Commission de régulation de l'Énergie

CREDOH :

Conformité Réglementaire des Ouvrages Hydrauliques

CTH :

Comité Technique Hydraulique

D

DIGIT:

Direction opérations Groupe Informatique & Télécoms

DMP :

Dispositif et Moyen Particulier

DOR :

Déclinaison des Obligations Réglementaires

DREAL :

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

DTG :

Division Technique Générale

E

EDD :

Étude De Danger

ERC :

Évènement Redouté Central

EIM :

Équipe d'Intervention Mécanique

EISH :

Évènement Important pour la Sûreté Hydraulique

ESH :

Évènement de Sûreté Hydraulique

ESI :

Évènement Sûreté à l'Ingénierie

G

GEH :

Groupe d'Exploitation 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

L

LDG :

Laboratoire de Détection
et de Géophysique

M

MISH :

Matériel Important pour la Sûreté
Hydraulique

MOA :

Maitrise/Maître d'Ouvrage

MOE :

Maitrise/Maître d'Œuvre

MOSAHYCC :

MOdélisation Stochastique
des Aléas HYdrologiques
sous Changement Climatique

MPL :

Manager de Première Ligne

MVD :

Maîtrise des Variations de Débit

N

NEMO :

Niveau d'Eau Mesuré à l'aval
des Ouvrages

O

OA :

Organisme Agréé

OMISH :

Ouvrage et Matériel Importants
pour la Sûreté Hydraulique

P

PACCS :

Plan d'Adaptation au
Changement Climatique

PEX :

Partage d'EXpérience

PFI :

Pratique de Fiabilisation
des Interventions

PPI :

Plan Particulier d'Intervention

PROFEX :

dossier de Professionnalisation
des Exploitants

R

REX :

Retour d'EXpérience

S

S4 :

Situation à Suivi Spécifique Sûreté

SDO :

Surveillance Des Ouvrages

SEI :

Systèmes Énergétiques Insulaires

SHEMA :

Société Hydraulique d'Études
et de Mission d'Assistance

SIMBA :

Simulateur Barrage

SOH :

Socio-Organisationnel et Humain

STEP :

Station de Transfert d'Énergie
par Pompe

U

UFPI :

Unité de proFessionnalisation
pour la Performance Industrielle

UP :

Unité de Production

V

VMSH :

Visite Managériale de Sûreté
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
Délégation Communication

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

L'énergie est notre avenir, économisons-la!

