

**APPEL A INNOVATION – DEMOULAGE DES CONDUITS
USINE MAREMOTRICE DE LA RANCE**

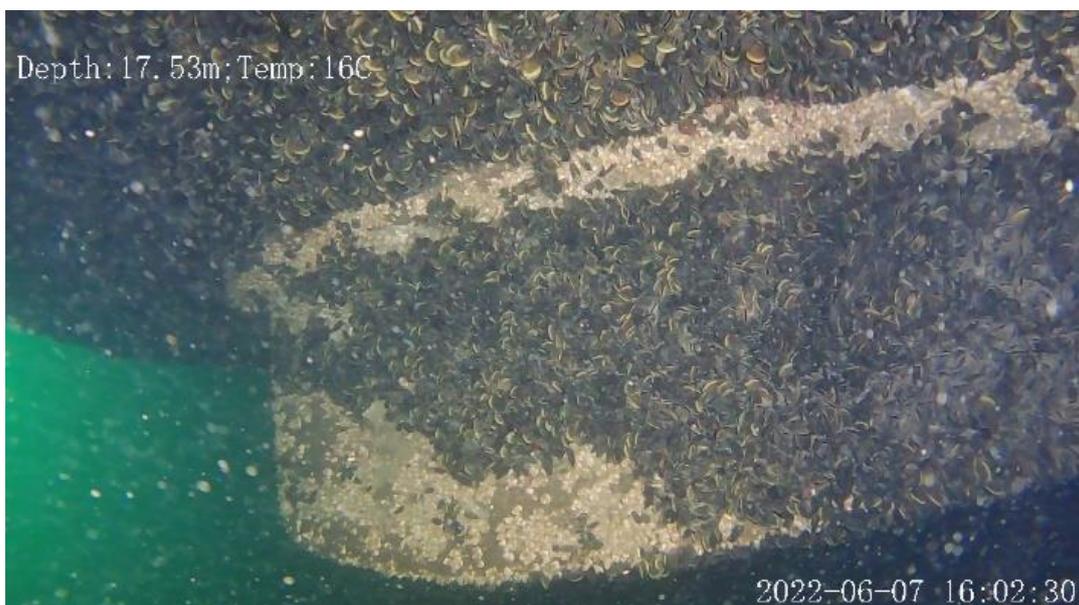
Appel à innovation – INNOV'RANCE
***Biofouling - démoulage des conduits de l'usine
marémotrice de la Rance»***

		REDACTEUR	VERIFICATEUR	APPROBATEUR
	Nom	Romain SALERY	Florian BOUCARD	Jean-Marie LOAEC
Ind.2	Date / Visa	19/09/2023 RS	19/09/2023 AH	19/09/2023 JML

CONTEXTE

Les conduits du barrage de la Rance sont propices au développement des organismes aquatiques et particulièrement des moules. Leur colonisation excessive entraîne plusieurs problèmes d'exploitation. Les deux principaux sont les difficultés de mise à sec des conduits lors de opérations de bâtar dage et les problèmes d'échanges thermiques et d'écoulement le long des groupes.

Un autre aspect pénalisant de ces colonisations porte sur la surveillance et l'auscultation périodique de l'ouvrage. Les parements sont régulièrement visités pour s'assurer de leur bon état ou d'évaluer l'évolution d'éventuelles dégradations. Leur colonisation empêche un bon contrôle. Il est alors nécessaire de nettoyer au préalable les parties qui seront contrôlés.



APPEL A INNOVATION – DEMOULAGE DES CONDUITS USINE MAREMOTRICE DE LA RANCE

1. PROBLEMATIQUE RENCONTREE : BATARDAGE, MISE A SEC DES CONDUITS ET ECHANGES THERMIQUES

Le développement des moules dans les rainures à batardeau empêche principalement la réalisation d'une bonne étanchéité. En effet, en se posant sur un lit de coquillages, les joints des batardeaux ne s'appliquent pas correctement sur leurs appuis créant ainsi des fuites. La mise à sec du conduit n'est pas assurée.

Une fois la mise à sec réussie, la décomposition des différents organismes présents dans le conduit et sur les groupes dégage différents gaz et majoritairement de l'ammoniaque. Du fait du volume restreint, la concentration de ces gaz augmente et peut dépasser des seuils de sécurité. Une ventilation forcée et une interdiction d'accès pour les intervenants sont mises en place le temps que les concentrations reviennent à des niveaux acceptables.

De conception, les groupes bulbes sont refroidis par la circulation d'eau contre leurs parois. Le développement des coquillages sur ces parois forme un matelas isolant. L'échange thermique est alors moins efficace. La conséquence est de limiter la puissance de production des machines colonisées pour réduire la température de la chaleur qui ne peut pas être évacuée.

Enfin, la colonisation du conduit modifie le profil d'écoulement des groupes et crée une forme de perte de charge impactant le rendement des machines.

2. LES METHODES DE TRAITEMENT ACTUELLES

Pour faire face aux difficultés susmentionnées, diverses solutions sont actuelles mises en œuvre par EDF. Elles sont décrites ci-après.

2.1. Opération de batardage.

Le batardage est une action qui consiste à isoler le conduit d'une turbine à l'aide de batardeaux. Le but est de supprimer tous mouvements d'eau pouvant entraîner une rotation de la machine ou d'étancher le conduit pour le vidanger.

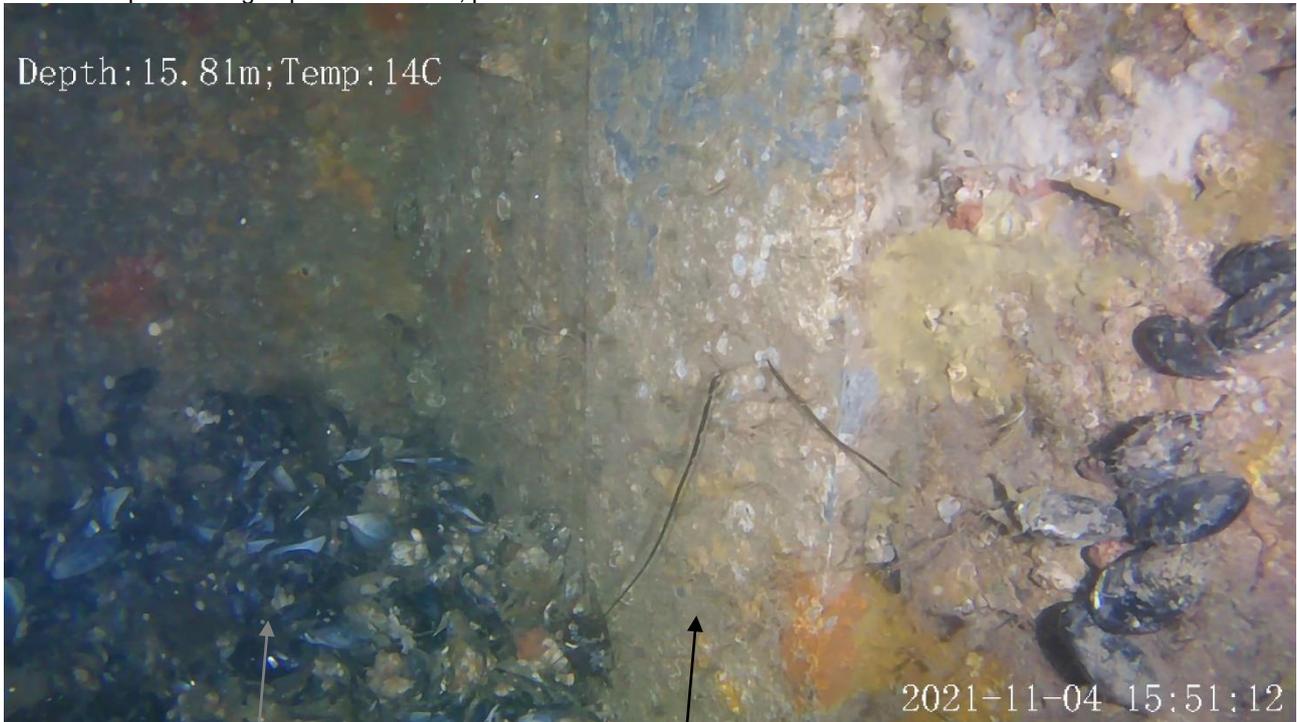
Actuellement pour fiabiliser la réussite des opérations de batardage, un nettoyage préalable des rainures à batardeau est réalisé. Pour cela, l'exploitant commence par faire une manœuvre avec le batardeau pour décrocher un maximum d'organismes aquatiques. Puis, une entreprise de travaux subaquatiques intervient. Un plongeur gratte les rainures à l'aide d'une spatule et repousse les coquillages dans le conduit. Il prolonge son nettoyage jusque vers l'entonnement des vannes de vidange. Cette opération manuelle est longue et fastidieuse, sans garantie d'efficacité. Le volume déplacé par le plongeur est très variable mais peut se compter quasiment en mètre cube.

Le temps nécessaire pour cette opération préalable au batardage est d'environ deux jours.

Ci-après, des visuels de rainures à batardeau et d'un seuil de rainures à batardeau. Le grattage/ nettoyage avait été réalisé quelques mois avant les prises de vue.

APPEL A INNOVATION – DEMOULAGE DES CONDUITS USINE MAREMOTRICE DE LA RANCE

Rainure du pertuis du group19 côté bassin, pièce fixe.



Coquillages concentrés dans le fond par le passage du batardeau

Pièce fixe

Rainure du pertuis du group19 côté bassin.



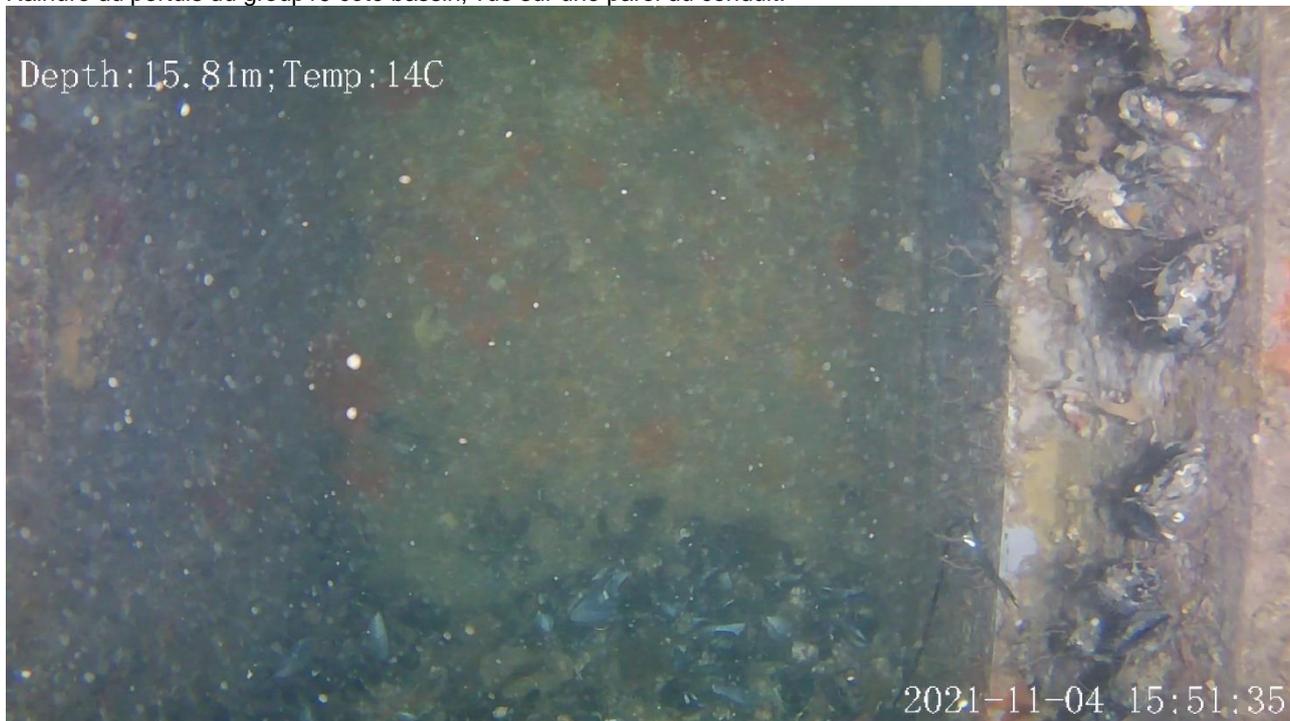
Accumulation de coquillages au fond de la rainure.

APPEL A INNOVATION – DEMOULAGE DES CONDUITS USINE MAREMOTRICE DE LA RANCE

Rainure du pertuis du group19 côté bassin, vue du début du seuil.

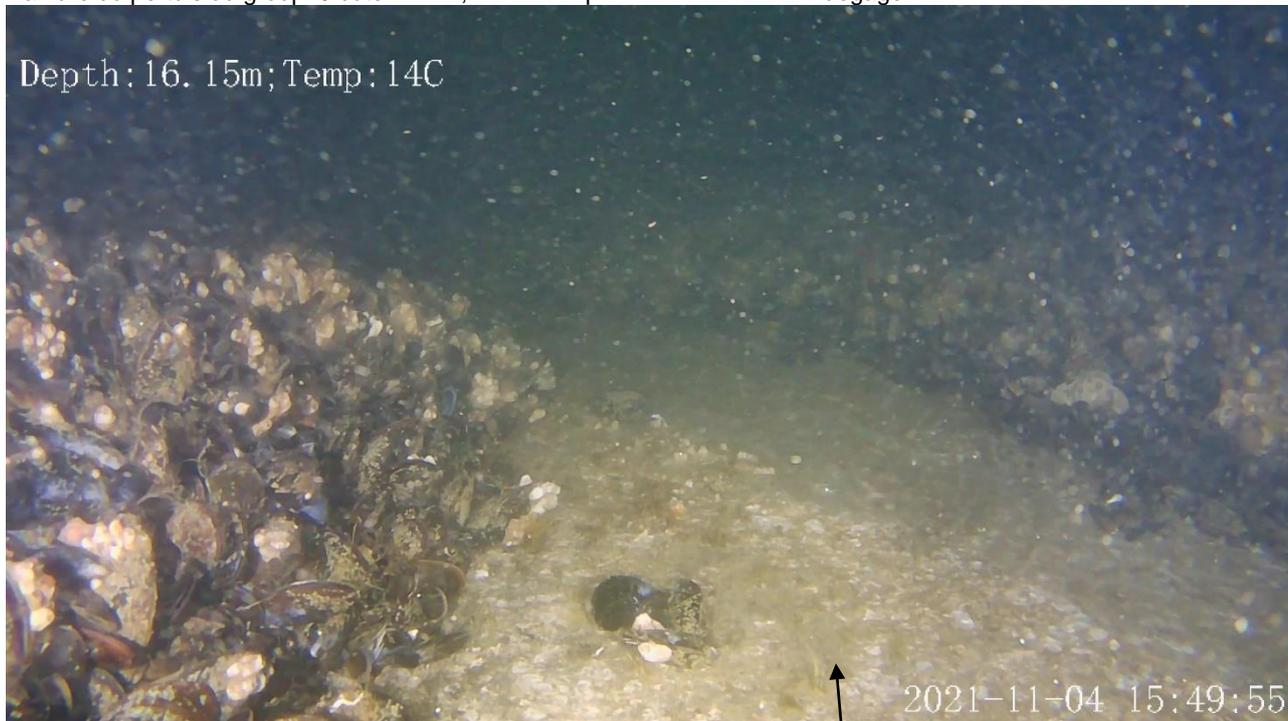


Rainure du pertuis du group19 côté bassin, vue sur une paroi du conduit.



APPEL A INNOVATION – DEMOULAGE DES CONDUITS USINE MAREMOTRICE DE LA RANCE

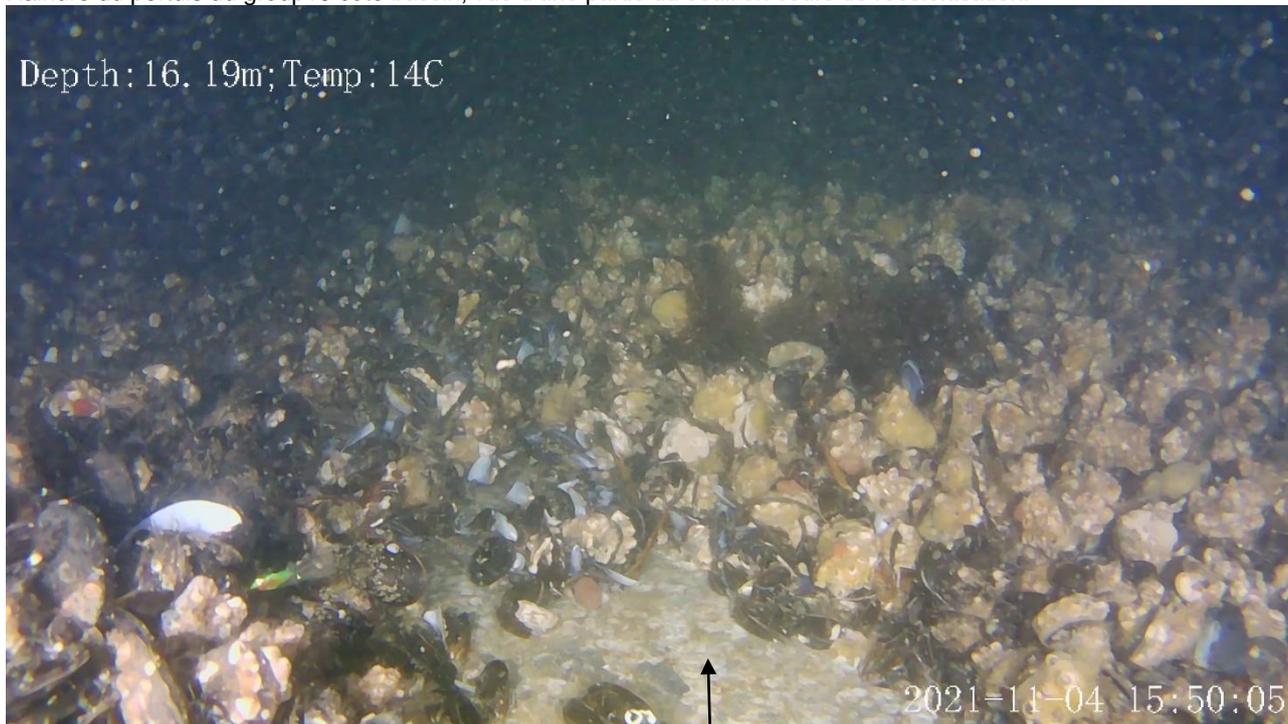
Rainure du pertuis du group19 côté bassin, vue d'une partie du seuil encore dégagé.



Seuil nettoyé quelques mois auparavant.

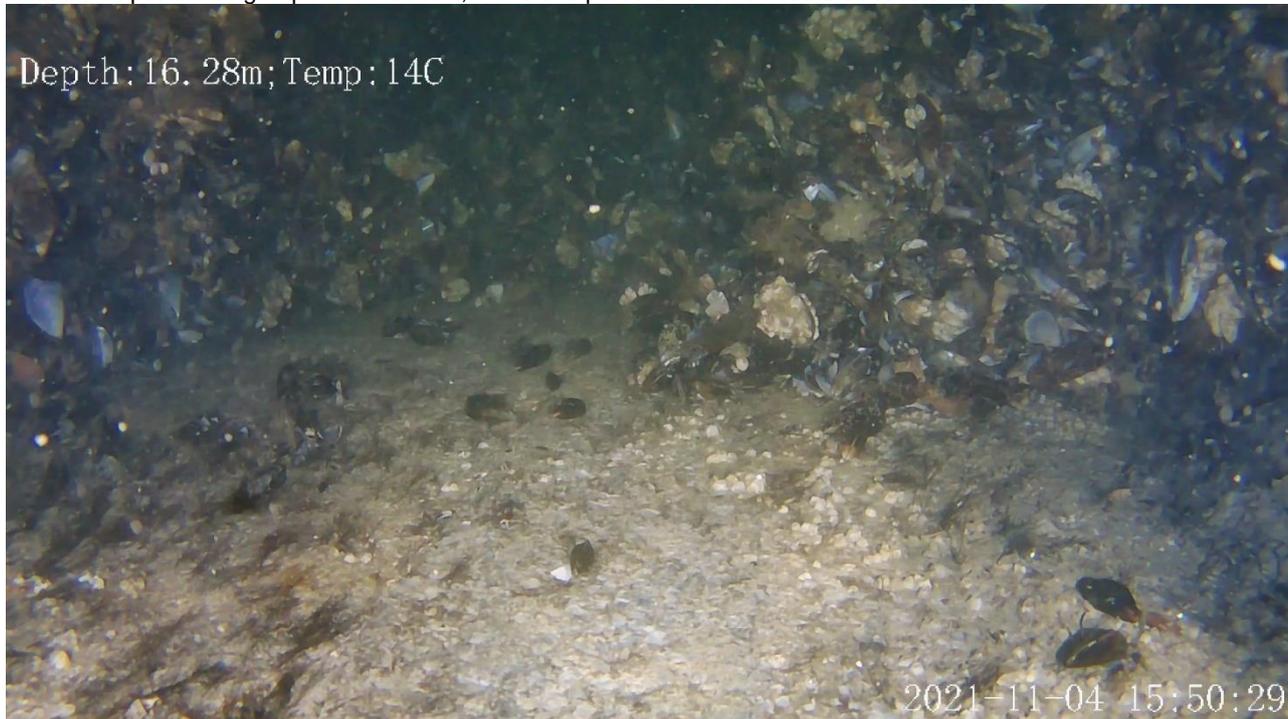
APPEL A INNOVATION – DEMOULAGE DES CONDUITS USINE MAREMOTRICE DE LA RANCE

Rainure du pertuis du group19 côté bassin, vue d'une partie du seuil en cours de recolonisation.



Seuil nettoyé quelques mois auparavant.

Rainure du pertuis du group19 côté bassin, vue d'une partie du seuil en cours de recolonisation.

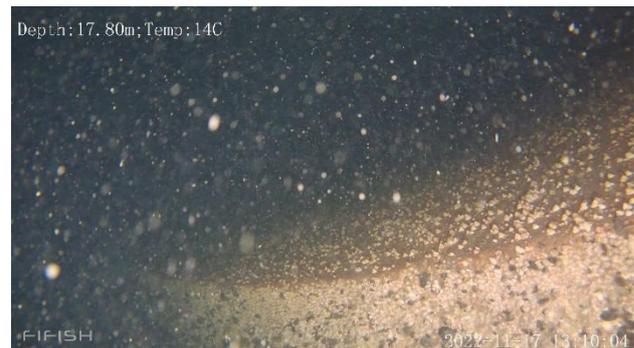
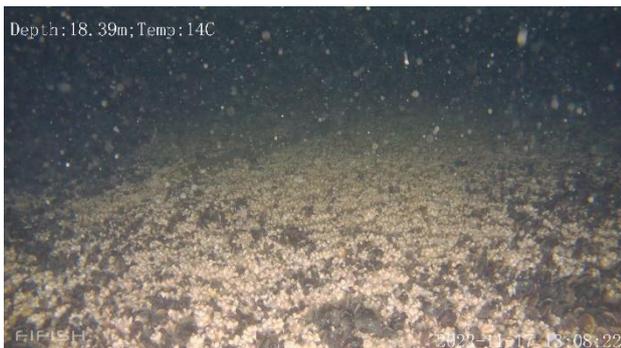


APPEL A INNOVATION – DEMOULAGE DES CONDUITS USINE MAREMOTRICE DE LA RANCE

2.2. Opération de démoulage d'un conduit

Au même titre que le génie civil, tout un écosystème se développe et colonise les conduits ainsi que les groupes (surface métallique). Toutes les parties sont concernées par cette colonisation tant au sol qu'au plafond. L'épaisseur de ce tapis organique varie en fonction du temps écoulé entre deux nettoyages. Cette période est en moyenne de trois ans. Elle peut être écourtée si un chantier nécessite la mise à sec du conduit plus d'une semaine.

Ci-dessous les vues d'un conduit un an après son nettoyage :



Tapis organique sur le conduit <5cm, développement des patelles et apparition des moules

Ci-dessous les vues d'un conduit trois ans après son nettoyage :



Tapis organique sur un groupe >10cm

Tapis organique sur le conduit >10cm

Pour nettoyer le conduit et le groupe, l'opération nécessite d'isoler l'ensemble du conduit en le mettant hors d'eau par son batardage puis de faire intervenir une société de nettoyage industriel. Elle retire à l'aide d'outils manuels les différents organismes par grattage des parois. Cette opération nécessite l'installation d'échafaudages dans le conduit pour traiter les parties hautes et la mise en place de ventilations forcées pour extraire les gaz émanant de la décomposition des moules.

L'opération dure en moyenne une semaine. Le volume de coquillages représenté par ce nettoyage est de plusieurs mètres cubes.

Les coquillages sont rassemblés à proximité des batardeaux et sont remobilisés vers la mer lors de la remise en eau du conduit.

APPEL A INNOVATION – DEMOULAGE DES CONDUITS USINE MAREMOTRICE DE LA RANCE



Ci-dessus, vue du volume de coquillages après le nettoyage.



Vue du volume de coquillages rassemblé près du batardeau.



Vue du volume rassemblé au pied du groupe.

2.3. SURVEILLANCE ET L'AUSCULTATION PERIODIQUE DE L'OUVRAGE

Compte-tenu de l'étendue de l'ouvrage, le contrôle se fait par un échantillonnage des surfaces. Sur les parements mer et bassin de chacun des groupes, trois bandes d'un mètre de large sur toute la hauteur sont nettoyées pour être ensuite expertisées.

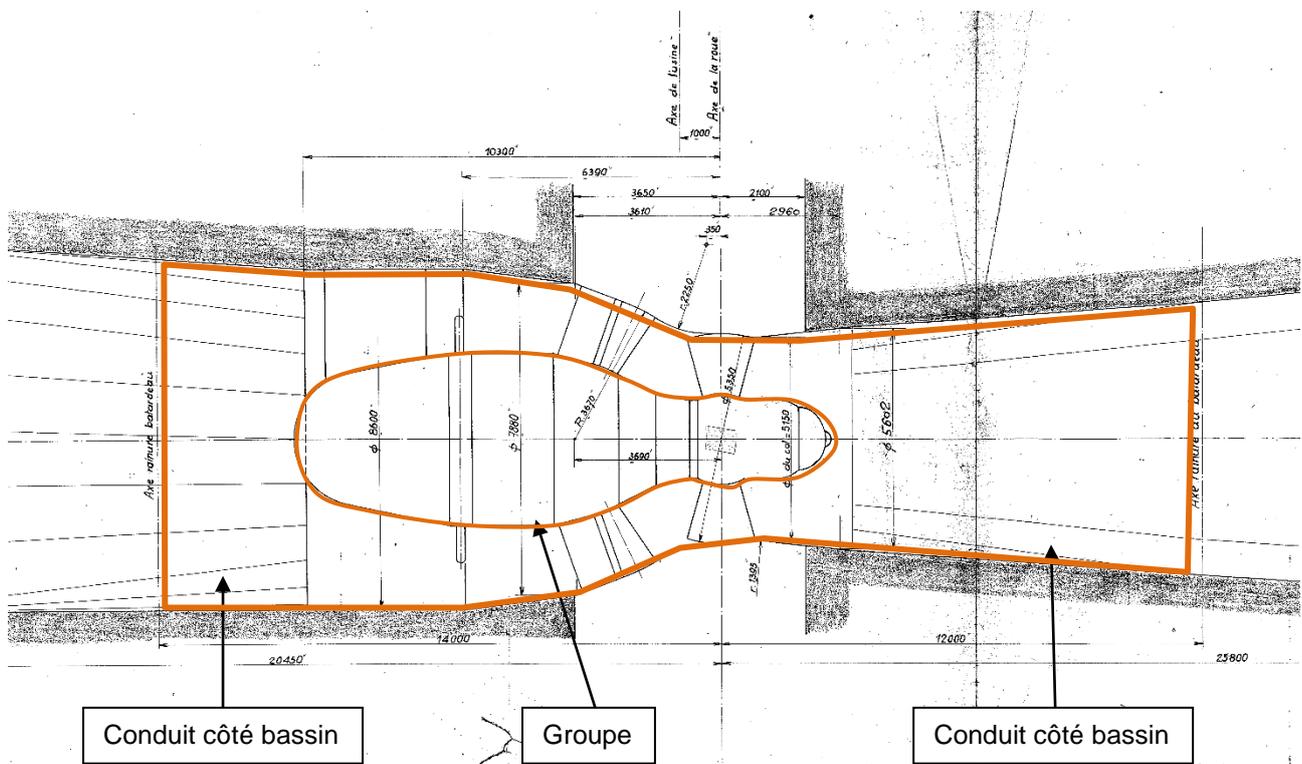
APPEL A INNOVATION – DEMOULAGE DES CONDUITS USINE MAREMOTRICE DE LA RANCE

Les joints interplots côté mer et côté bassin sont tous contrôlés. Pour cela, il est nécessaire de nettoyer toute la hauteur des piles qui contiennent ces joints. Les piles servent de guide d'eau, elles sont de forme arrondie saillante. Les joints sont à l'extrémité de ces parties saillantes.

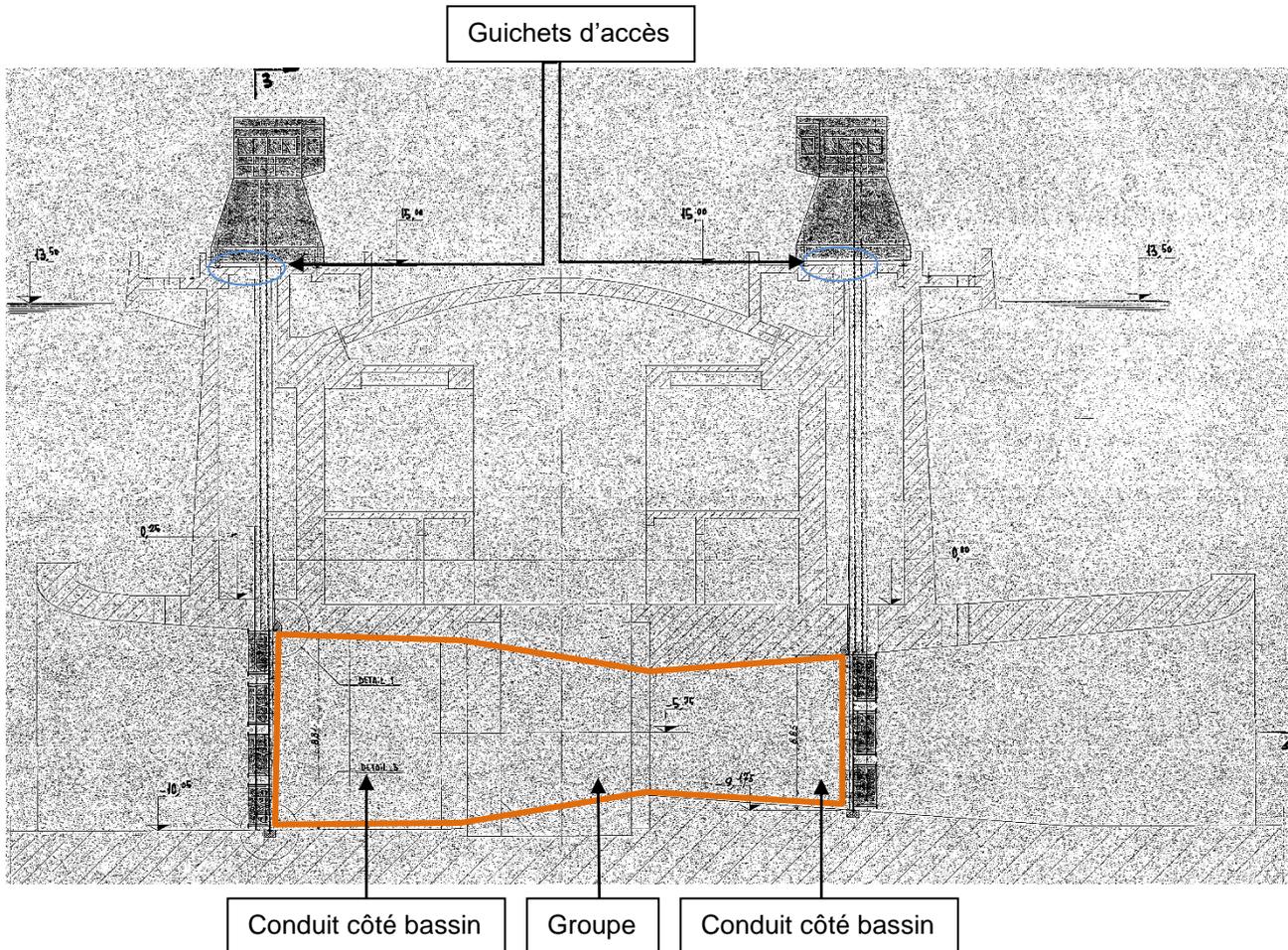
3. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DIMENTIONNELLES

3.1. CONDUIT ET RAINURES

La zone concernée par le nettoyage est comprise entre les rainures à batardeau bassin et ceux côté mer. Elle représente environ 450m² pour le conduit bassin, 200m² pour le conduit mer et 90m² pour l'enveloppe du groupe hydroélectrique.



APPEL A INNOVATION – DEMOULAGE DES CONDUITS USINE MAREMOTRICE DE LA RANCE



3.2. ACCES PAR LES GUICHETS.

Les guichets sont les ouvertures des pertuis présents sur le couronnement de l'usine. Ils permettent l'introduction des batardeaux dans leurs rainures.



Guichets d'accès au pertuis groupe

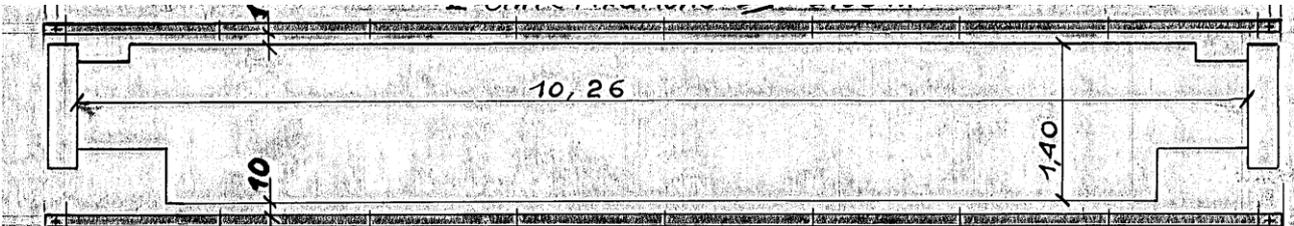


Ces ouvertures sont également utilisées par les plongeurs pour les travaux de grattage des rainures ainsi que les visites par drone.

APPEL A INNOVATION – DEMOULAGE DES CONDUITS USINE MAREMOTRICE DE LA RANCE



Les dimensions principales sont 10.26m de long pour une largeur de passage de 1.40m.

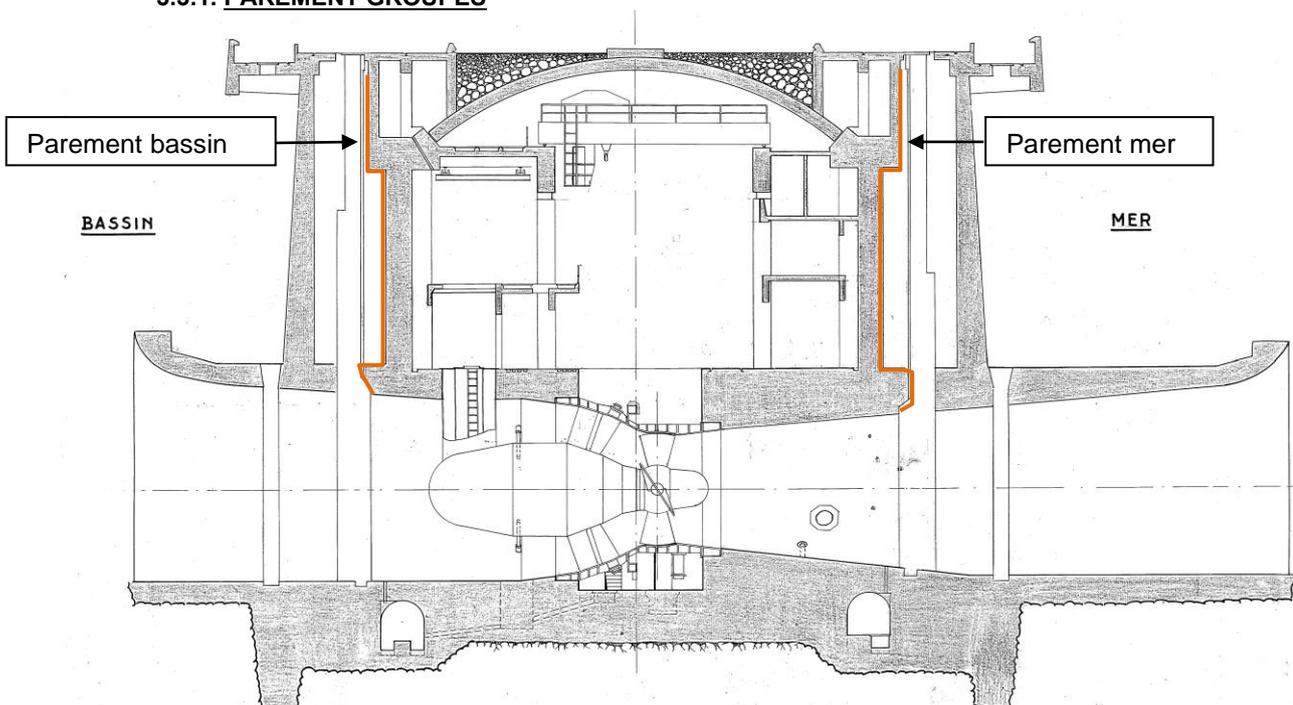


L'accès par ces guichets permet d'intervenir même quand les groupes adjacents sont en fonctionnement.

3.3. VISITES ET AUSCULTATIONS

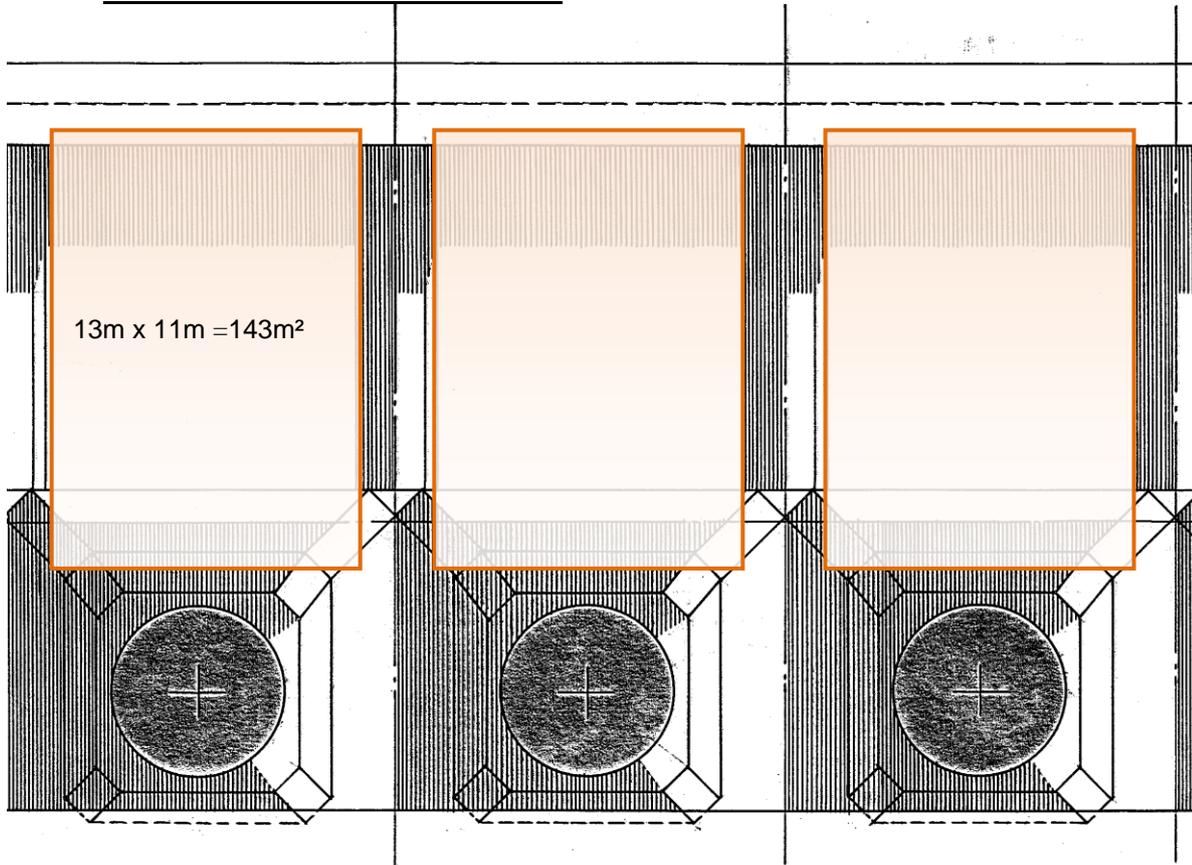
Le parement de chaque groupe est la partie contribuant à l'étanchéité entre l'extérieur et l'intérieur de l'ouvrage. Pour chaque groupe, il s'agit de la partie située dans le prolongement des pertuis d'accès et qui se prolonge jusque dans le conduit du groupe. Pour les travées de montage, il s'agit des parois principales extérieures.

3.3.1. PAREMENT GROUPES



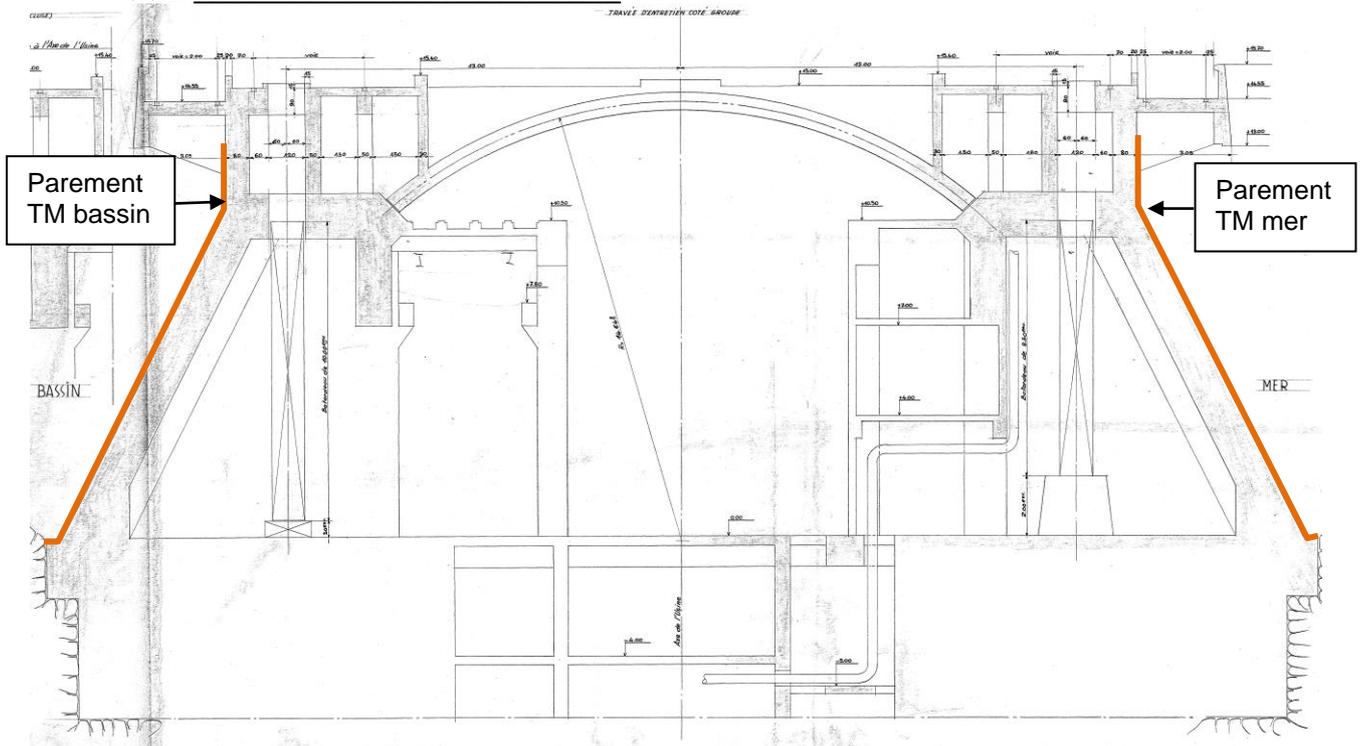
APPEL A INNOVATION – DEMOULAGE DES CONDUITS USINE MAREMOTRICE DE LA RANCE

PAREMENT GROUPE COTE MER ET BASSIN



La surface concernée par l'auscultation est d'environ 143m² par coté, soit 286m² par groupe donc 6864m² pour l'ensemble de la partie usine.

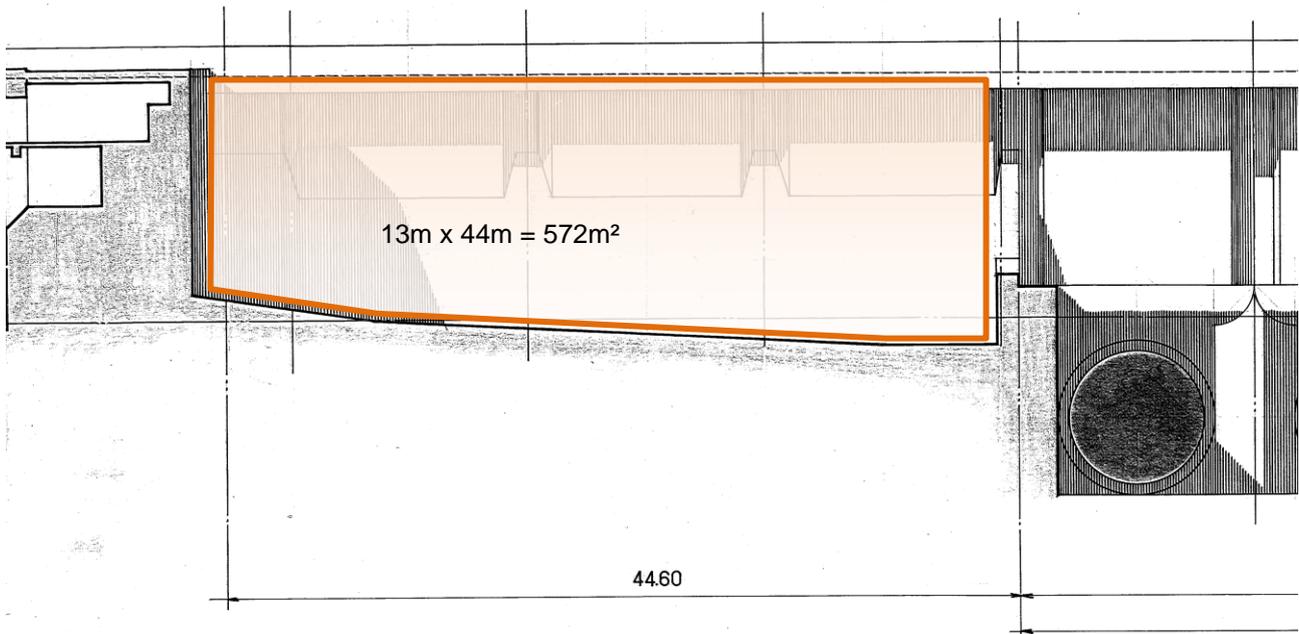
3.3.2. PAREMENT TRAVEES DE MONTAGE



APPEL A INNOVATION – DEMOULAGE DES CONDUITS USINE MAREMOTRICE DE LA RANCE

PAREMENT TRAVÉE DE MONTAGE MER ET BASSIN

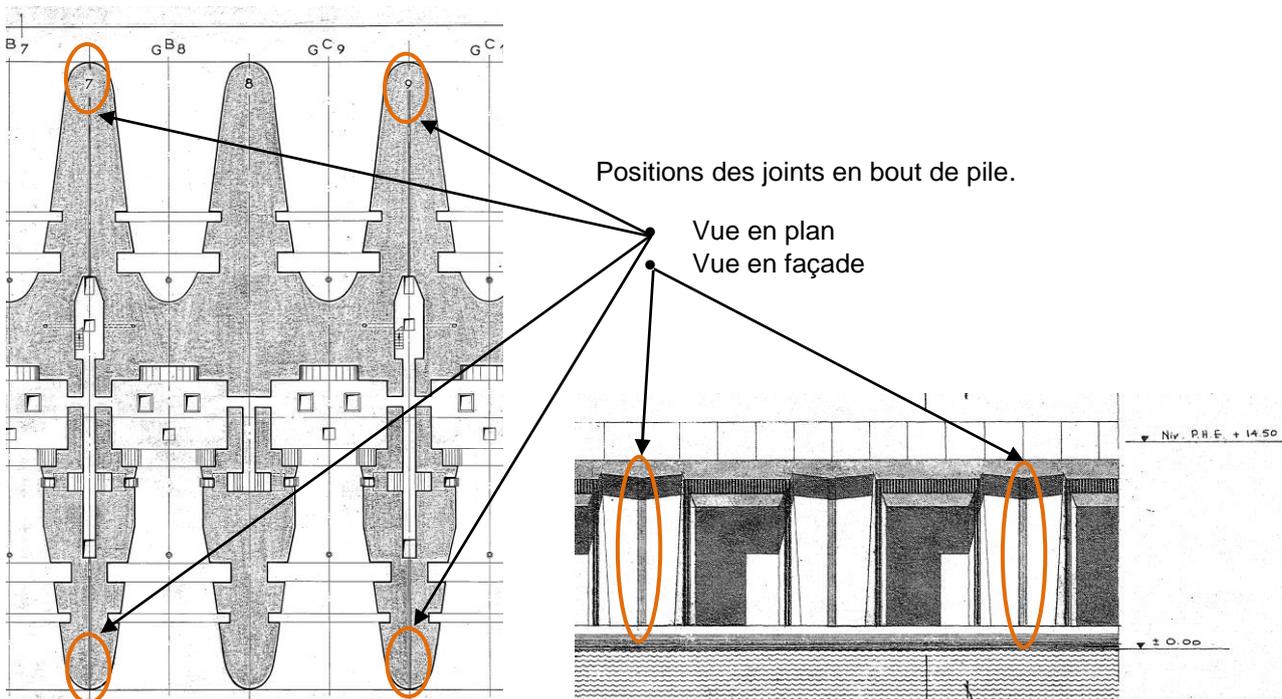
TRAVÉES DE MONTAGE



La surface concernée par l'auscultation est d'environ 572m² par coté, soit 1144m² pour l'ensemble de la partie travée de montage de l'usine.

3.3.3. JOINTS INTERPLOT

Situés dans certaines piles, les joints interplots font la liaison et l'étanchéité entre les différents blocs de génie civil. Pour les contrôler il est nécessaire de nettoyer leur emplacement, ce qui représente des bandes de 1m x 13m. En tout, 11 piles sont équipées de joints côté mer et bassin.



APPEL A INNOVATION – DEMOULAGE DES CONDUITS USINE MAREMOTRICE DE LA RANCE

4. DISPOSITIF DE SURVEILLANCE D'EDF (DRONE)

Actuellement, l'usine de la Rance réalise une grande partie de ses visites et expertises subaquatiques à l'aide d'un drone vidéo modèle FIFISH V6 du constructeur QYSEA. Deux personnes forment l'équipe de pilotage et de mise en œuvre du drone.

Les opérations d'intervention/ travaux subaquatiques sont confiées à des prestataires spécialisés dans ce domaine.

5. OBJECTIF RECHERCHE DE CET APPEL A MANIFESTATION D'INTERET

D'une manière générale et en bénéficiant de l'expérience de certains acteurs du monde de la mer, EDF souhaite connaître au travers de cet appel à innovation, toutes méthodes alternatives (existantes ou innovation qui pourrait être co-développée) à celle pratiquée actuellement pour :

- Faciliter les opérations de nettoyage / grattage des rainures, des conduits et des groupes, des parements, des joints interplots, ...
- Fiabiliser l'efficacité des nettoyages,
- Limiter et ralentir autant que possible la recolonisation par les organismes aquatiques des parties nettoyées,
- Réduire le temps d'indisponibilité lié au nettoyage / grattage des groupes,
- Gagner en flexibilité et en opportunité de mise en œuvre.

Volontairement, les critères retenus pour cribler les propositions sont limités afin d'engager des échanges plus précis entre EDF et le bénéficiaire. Le cadre de collaboration reste également à préciser.

5.1. CRITERES ET CONTRAINTES

Le résultat ciblé de la qualité du nettoyage devra être comparable au résultat atteint par nos méthodes actuelles.

Le développement des organismes se fait également en partie supérieure. Les outils devront pouvoir nettoyer l'intégralité des parois qu'elles soient horizontales, verticales ou en encorbellements. Elle doit également utilisable sur l'ensemble des équipements et ouvrages quelque que soit leur matière béton, acier, ...).

La mise en œuvre des outils devra rester simple et limiter à 3 le nombre d'opérateurs nécessaires à son fonctionnement. Cela implique que les éléments devront être d'un poids raisonnable et d'un encombrement limité pour leur installation. Leur manutention devra se faire sans moyen de levage particulier car il n'y en a aucun à disposition.

Pour être réactif et saisir les opportunités qui se présentent, l'installation et l'utilisation des outils devra permettre la réalisation d'un nettoyage au moins partiel dans la journée. Nous imaginons arriver aux temps suivants :

- Nettoyage des rainures – 1 journée
- Nettoyage du conduit – 2 journées
- Nettoyage du groupe – 1 journée

APPEL A INNOVATION – DEMOULAGE DES CONDUITS USINE MAREMOTRICE DE LA RANCE

Une attention particulière sera portée sur la surveillance de l'état de surface après nettoyage. En effet, l'outil ne devra pas dégrader les bétons et autres éléments de structure de nos groupes et conduits.

L'outil devra être polyvalent et permettre de traiter aussi bien le démoulage des conduits et rainures que le nettoyage des parements.

5.2. PLANNING CIBLE

Le calendrier envisagé est le lancement d'une phase de prototypage en 2024 (itération avec le bénéficiaire et premiers tests *in situ*) et au développement d'une solution pilote pour 2025.

Concernant le nettoyage des parements plus spécifiquement, l'échéance est liée à l'examen exhaustif de l'ouvrage prévu en 2027. De ce fait, un fonctionnement industriel de la solution développée est souhaité dès 2026 idéalement.

5.3. IMPACT ENVIRONNEMENTAL.

Le site du barrage de la Rance est inscrit dans une zone natura 2000. De fait, nous sommes vigilants à n'avoir aucun rejet d'ordre chimique dans l'environnement.

6. DOCUMENTS A REMETTRE POUR LE CANDIDAT

Les candidats devront remettre par mail pour le 06 décembre 2023 à 12h les pièces suivantes :

- Une description succincte de la solution ou du concept permettant à EDF de se prononcer sur sa pertinence et sa faisabilité ;
- Un plan de principe de la solution ;
- Des éléments de coût (ingénierie, construction et exploitation) permettant d'apprécier l'engagement budgétaire à prévoir ;
- Les références du candidat sur des prestations similaires ou en lien avec l'objectif visé par l'appel à innovation.

Les réponses sont à transmettre à romain.salery@edf.fr et florian.boucard@edf.fr