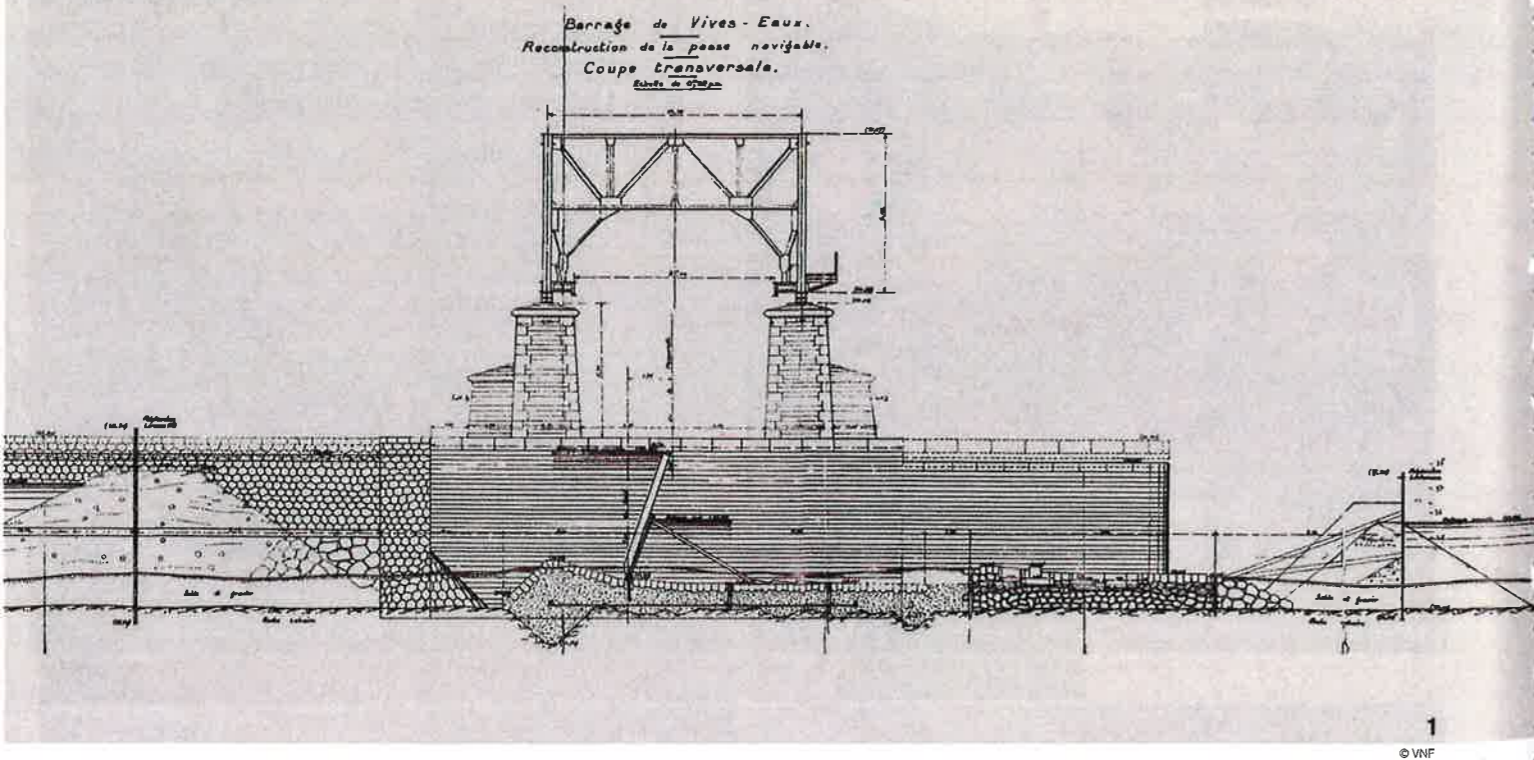


# RECONSTRUCTION DU BARRAGE DE VIVES-EAUX SUR LA SEINE

AUTEURS : FRANÇOIS ISCHIA, INGÉNIEUR STRUCTURE, ISC (VINCI CONSTRUCTION FRANCE) - JULIEN BOZZOLO, RESPONSABLE DE PÔLE, ISC (VINCI CONSTRUCTION FRANCE) - LAURENT DUBREUIL, DIRECTEUR DE PROJET, GTM TP IDF (VINCI CONSTRUCTION FRANCE) - VINCENT SIELI, INGÉNIEUR TRAVAUX, GTM TP IDF (VINCI CONSTRUCTION FRANCE)

LE CHANTIER DE RECONSTRUCTION DU BARRAGE DE VIVES-EAUX SUR LA SEINE SE SITUE EN SEINE-ET-MARNE ET, APRÈS QUATRE ANNÉES DE TRAVAUX, L'OUVRAGE SERA LIVRÉ AU COURANT DE L'ANNÉE 2017 : UN BARRAGE DE 90 M DE LARGE, UNE PASSE À POISSON DE 65 M DE LONG, UNE PASSERELLE D'ACCÈS, PERMETTANT AU PUBLIC DE TRAVERSER LA SEINE DEPUIS LA GARE RER DE VOSVES ET DES BÂTIMENTS ANNEXES PERMETTANT L'EXPLOITATION DU BARRAGE.

## BARRAGE EXISTANT



1  
© VNF

## CONTEXTE DU PROJET

Le barrage de Vives-Eaux se situe sur la Seine en amont de Paris et à l'aval de Melun entre les communes de Boissise-le-Roi et de Boissise-la-Bertrand en Seine et Marne (77).

Le barrage est actuellement équipé de hausses Aubert datant de 1928. L'état général de l'ouvrage et de ses équipements permettant la régulation du niveau d'eau ne répond plus aux exigences et standards de sécurité tant

pour l'exploitation que pour la maintenance. De plus, l'ouvrage présente des signes de vétusté au niveau de la structure et des organes de manœuvres, certaines hausses ne pouvant plus être manipulées (figure 2).

Fin 2013, Voies Navigables de France, exploitant de l'ouvrage et maître d'ouvrage de l'opération, confie la réalisation du nouveau barrage de Vives-Eaux et la destruction du barrage existant à un groupement constitué des entre-

1- Barrage existant.

1- Existing dam.

prises Emcc, Gtm TP IdF et Demathieu-et-Bard (pour la partie Génie Civil), Ducrocq (pour la vantellerie du barrage) et Rouby (pour la vantellerie de la passe à poissons).

## UN NOUVEL EMPLACEMENT, DE NOUVELLES FONCTIONS, DANS UN ENVIRONNEMENT CONTRAINT

Le nouveau barrage de Vives-Eaux est construit 70 m à l'amont du barrage actuel; sur les emprises VNF. Il est constitué de trois passes de 28,50 m de large équipées chacune d'un clapet qui aura pour but de réguler le niveau d'eau à l'amont et à l'aval de l'ouvrage afin de garantir la navigabilité de la Seine.



2  
© VNF

Ce barrage, à l'image de son cousin au Coudray, 14 km en aval, est entièrement automatisé pour répondre aux besoins des marinières dans ce secteur très fréquenté (13 500 bateaux chaque année, pour 4,5 millions de tonnes de marchandises) (figure 3). Il est complété par (figure 4) :

- Une passe à poissons de type « bassins à chambres successives » située sur la rive droite de la Seine qui offrira un accès facilitant le flux migratoire d'un large spectre d'espèces de poissons présentes dans le fleuve.
- Une passerelle publique créant la

jonction entre Boissise-la-Bertrand et Boissise-Saint-Léger, elle desservira également chacune des piles et le local commande via des escaliers métalliques.

- Un local technique regroupant l'ensemble des machineries servant à actionner les clapets.

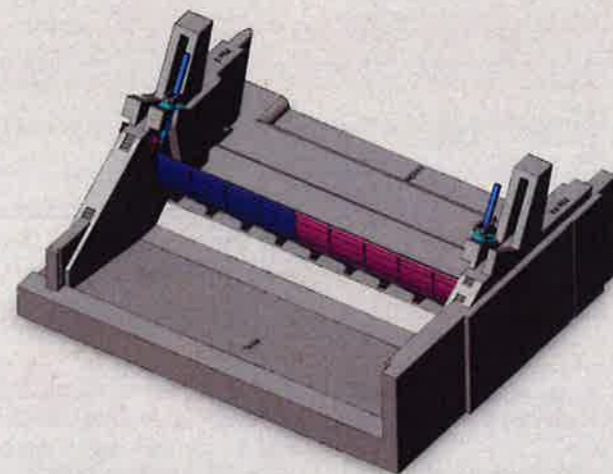
→ Un local commande situé sur le bajoyer entre les deux écluses qui constituera le centre névralgique du barrage de Vives-Eaux. Le barrage s'étend de la rive droite jusqu'au bajoyer de la grande écluse. La partie immergée du bajoyer, le redan, se trouve dans l'emprise du barrage. Il a donc fallu procéder à sa démolition sans interrompre le trafic fluvial, tout en préservant la stabilité du bajoyer qui a dû être renforcé par des micropieux.

## CONCEPTION GÉNÉRALE DU PROJET

L'ensemble du barrage est soumis à diverses contraintes du fait de ses multiples fonctionnalités :

- 1- Il doit servir de support à la passerelle faisant la liaison piétonne entre les deux rives.
- 2- Il sert de support aux clapets qui régulent les niveaux d'eaux.
- 3- Il doit permettre la mise hors d'eau des passes lors de la maintenance des clapets via des bouchures à l'amont et des batardeaux à l'aval, ▷

## CLAPET 3D

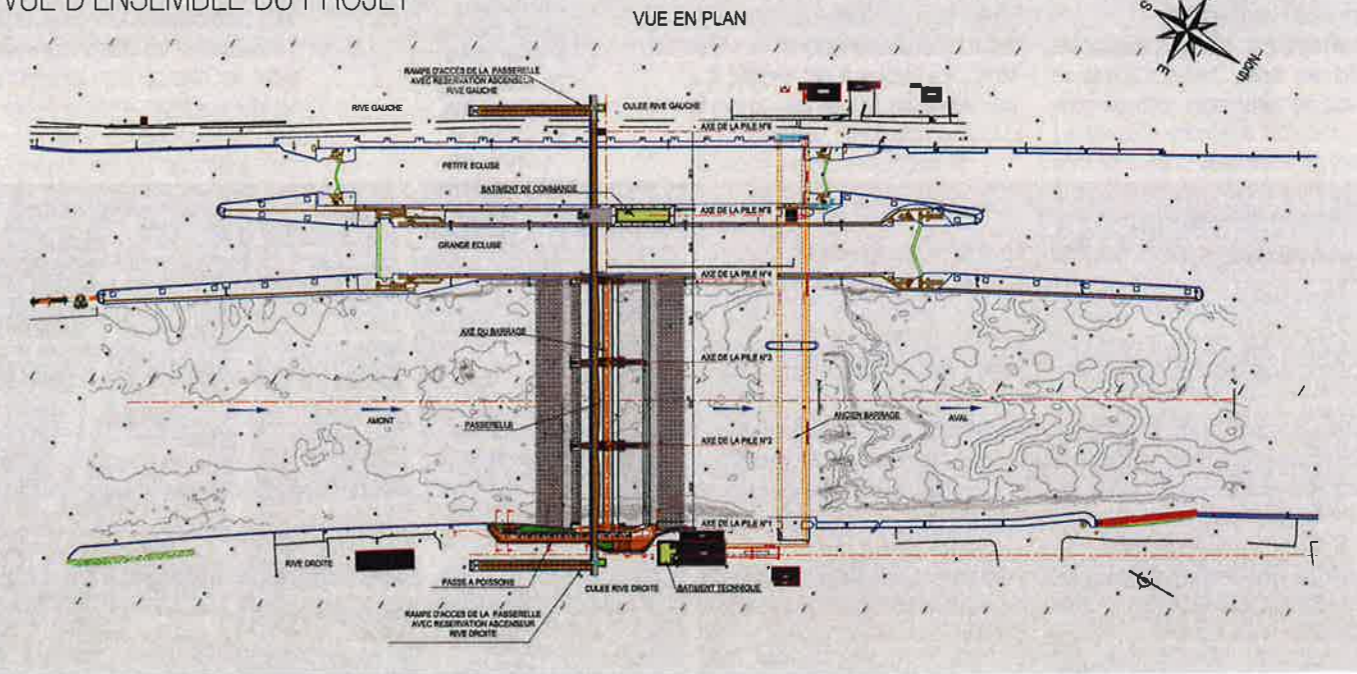


3  
© DUCROCQ

2- Hausses défilantes.  
3- Clapet 3D.  
4- Vue d'ensemble du projet.

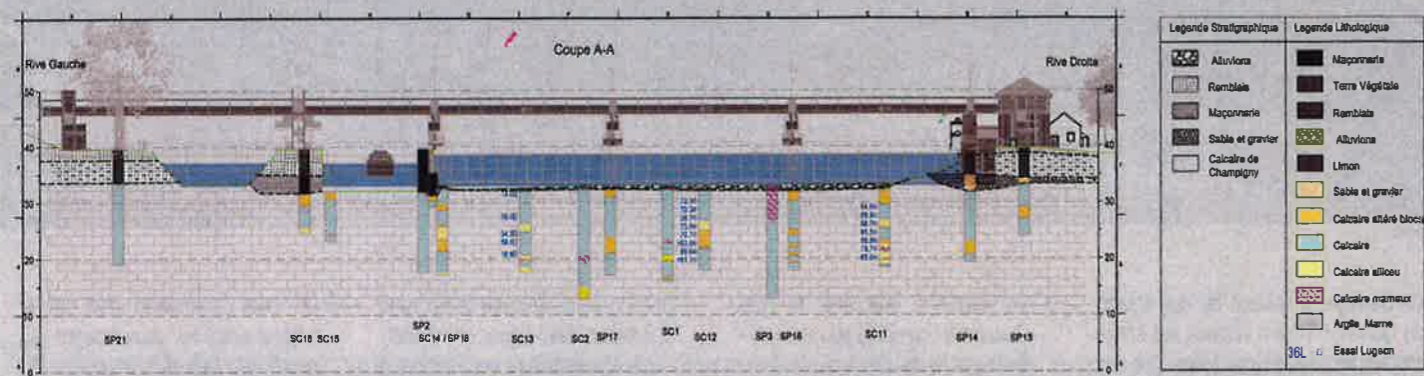
2- Defective spillway gates.  
3- Check valve, 3D view.  
4- General view of the project.

## VUE D'ENSEMBLE DU PROJET



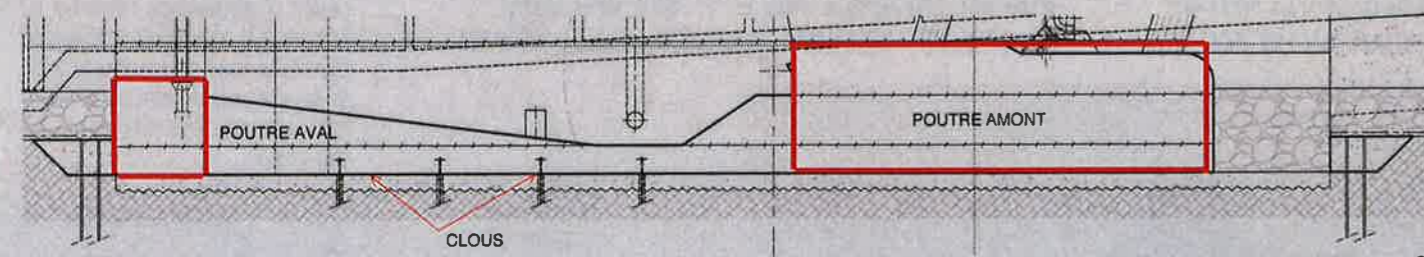
4  
© VNF

## COUPE GÉOTECHNIQUE



5

## COUPE SUR RADIER



6

créant un différentiel important de près de 8 m de colonne d'eau. Le fonctionnement global s'apparente, au droit des piles, à celui d'un ouvrage poids.

### LES FONDATIONS

Les terrains ont fait l'objet d'une première investigation en 1966 lors des travaux de construction de la grande écluse complétée par une mission G2 préconisant une attention particulière à la perméabilité des sols ainsi qu'à la stabilité du fond de fouille.

L'ouvrage est fondé superficiellement, sur radier. Celui-ci s'appuie sur le toit du substratum rocheux com-

posé de calcaire de Champigny sain et de calcaire mameux fracturé à la cote de 30,94 NGF. Ce sol a la particularité d'avoir de bonnes capacités mécaniques (résistance de 25 Mpa à la compression pour le calcaire de Champigny), mais son caractère fracturé occasionne des infiltrations d'eau importantes qui nécessitent des injections et un traitement spécifique au niveau des batardeaux pendant la réalisation des travaux (figure 5).

Les ouvrages annexes sur berge se situent 8 m au-dessus du fond de la Seine. Les caractéristiques des sols étant plus faibles à cet endroit, il a été retenu de fonder ces ouvrages

### 5- Coupe géotechnique.

### 6- Coupe sur radier.

### 7a- Plan de calepinage des clous du barrage.

### 7b- Platine en tête de clou d'ancrage.

### 5- Geotechnical cross section.

### 6- Cross section on invert.

### 7a- Pattern layout drawing of dam studs.

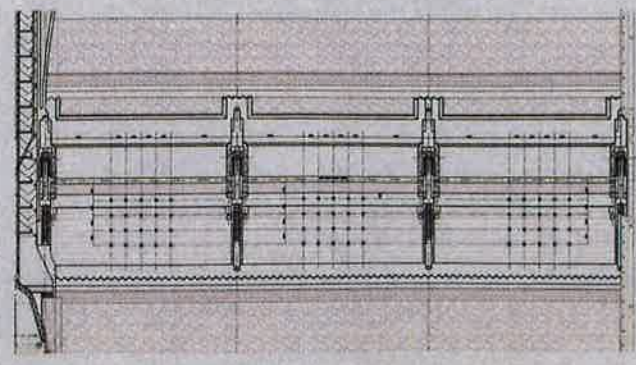
### 7b- Anchoring stud top plate.

sur micropieux. Le principal but visé étant d'éviter les tassements différentiels entre les ouvrages en eau et les ouvrages de rive.

### LE RADIER

Le radier de 96 m de longueur, 27,5 m de largeur et de 2 m d'épaisseur moyenne est profilé au droit du clapet afin de réguler les turbulences créées par la chute d'eau. On y retrouve en extrémité, à l'amont et à l'aval, des poutres faisant la liaison entre deux piles successives. Ces poutres aident à transmettre les efforts repris par le radier aux piles qui leurs servent d'appui face aux sous-pressions (figure 6).

## PLAN DE CALEPINAGE des clous du barrage



7a



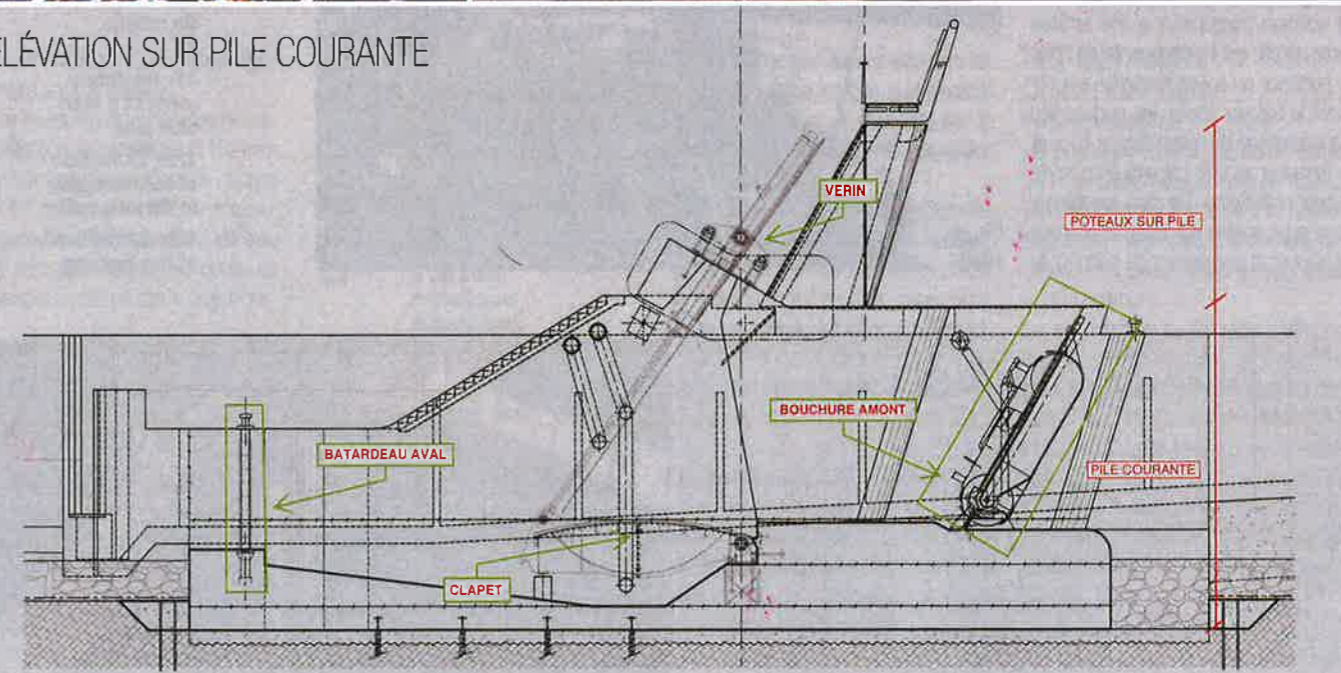
7b



8

9

## ÉLÉVATION SUR PILE COURANTE



10

Dans la partie la moins raide du radier, un complément est apporté à l'aide de clous d'ancrage. On retrouve donc dans chaque passe 20 clous soit un total de 60 clous pour l'ensemble du barrage. Ces clous sont constitués de barres Macalloy Ø 40 mm fichées de 10 m dans le toit du substratum et ancrées dans le radier via des platines (figures 7a & 7b).

Le radier présente une quantité importante d'armatures compte tenu de ses dimensions (150 t d'acier pour 1800 m<sup>3</sup> de béton par passe), ce qui en fait un ouvrage particulièrement technique. D'autant plus qu'il faut y intégrer l'ensemble des inserts qui serviront à mettre en place la vanterie (paliers support de clapet, potelets

### 8- Ferrailage du radier - Palier support de clapet.

### 9- Le vérin et son support.

### 10- Élévation sur pile courante.

### 8- Invert reinforcement - Check valve mounting bearing.

### 9- The jack and its mounting.

### 10- Elevation view on standard pier.

pour batardeau, rails d'étanchéité pour bouchure amont, etc.) (figure 8).

### LES PILES

Les piles, d'une largeur moyenne de 1,90 m, d'une longueur de 27 m et d'environ 10 m de hauteur, ont été conçues pour recevoir les différents éléments de vanterrie permettant l'exploitation et la maintenance du barrage. Leur masse très élevée (900 t/pile) stabilise en grande partie le barrage face aux sous-pressions.

En tête de pile viennent se greffer les vérins qui servent à actionner le clapet. Ces vérins, en phase d'exploitation, exercent une poussée atteignant 280 t répartie sur appareils d'appuis (figure 9).

La bouchure amont et le batardeau aval sont tous les 2 amovibles. Ils s'emboîtent dans les piles et permettent de mettre la passe hors-d'eau pour y effectuer des opérations de maintenance.

Dans le prolongement de la pile, les poteaux sur pile servent d'appui à la passerelle enjambant la Seine (figure 10).

Les piles sont aussi un objet architectural à part entière, à la fois fonctionnel et rappelant le caractère dynamique de l'écoulement de la Seine.

Ces contours très particuliers ont nécessité une grande attention aussi bien dans la phase de conception que lors de la mise en œuvre des armatures (figure 11).

**CONFORTEMENT DU BAJOYER EXISTANT**

L'opération de confortement du bajoyer existant a été nécessaire pour plusieurs raisons :

→ **En phase travaux :** les conditions de chargement du bajoyer sont modifiées du fait de la mise à sec coté rivière lors de la vidange du batardeau rive gauche.

→ **En phase travaux :** la pile est coulée directement contre le bajoyer de la grande écluse, cela impliquant la prise en compte du béton frais.

→ **En phase de maintenance :** la mise à sec coté rivière induite par la maintenance occasionnelle des clapets est un cas de chargement nouveau pour le bajoyer existant (figure 12a).

La solution micropieux a été arrêtée parce qu'elle est indépendante de l'état de portance du sol de fondation et pré-munit le bajoyer contre les risques liés à la démolition du redan (figure 12b) et au terrassement du calcaire en pied de bajoyer coté Seine. De plus, les micropieux sont scellés sur toute la hauteur du bajoyer et permettent de solliciter le



11

moins possible le béton armé existant de cet ouvrage ancien. Cette solution permet aussi de limiter au maximum l'impact sur la navigation fluviale.

La structure de stabilisation du bajoyer au droit du futur barrage est constituée de 2 lignes de micropieux N80 Ø 127x12,5 mm en quinconce, d'un espacement de 1,5 m maximum par ligne (soit environ 50 micropieux). La longueur totale de chaque micropieu

**11- Ferrailage d'une pile courante.**

**12a- Réalisation des carottages dans le bajoyer.**

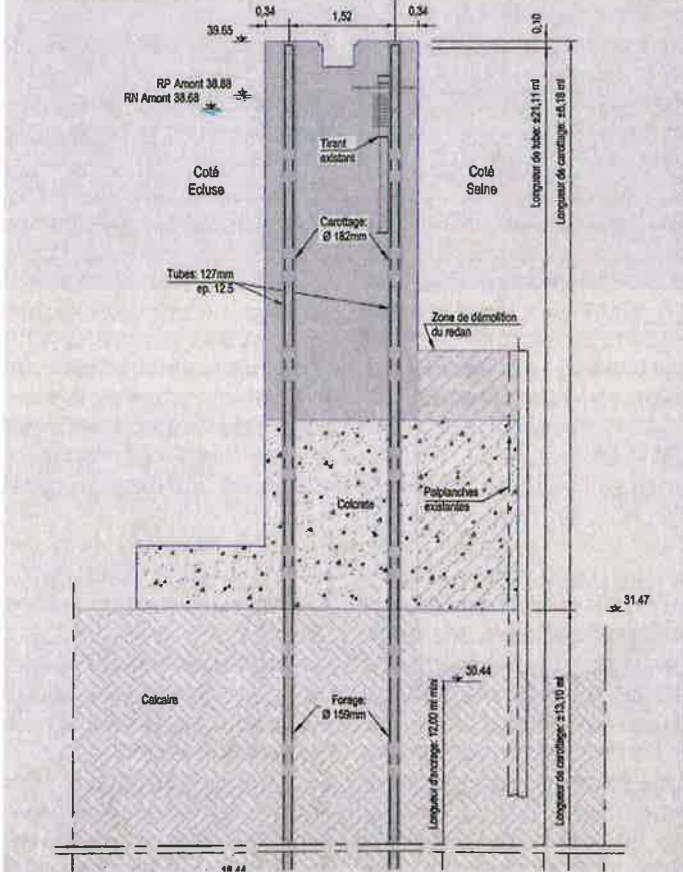
**12b- Démolition du redan.**

**11- reinforcement of a standard pier.**

**12a- Execution of core sampling in the lock wall.**

**12b- Demolition of the keyway.**

**RÉALISATION DES CAROTTAGES dans le bajoyer**

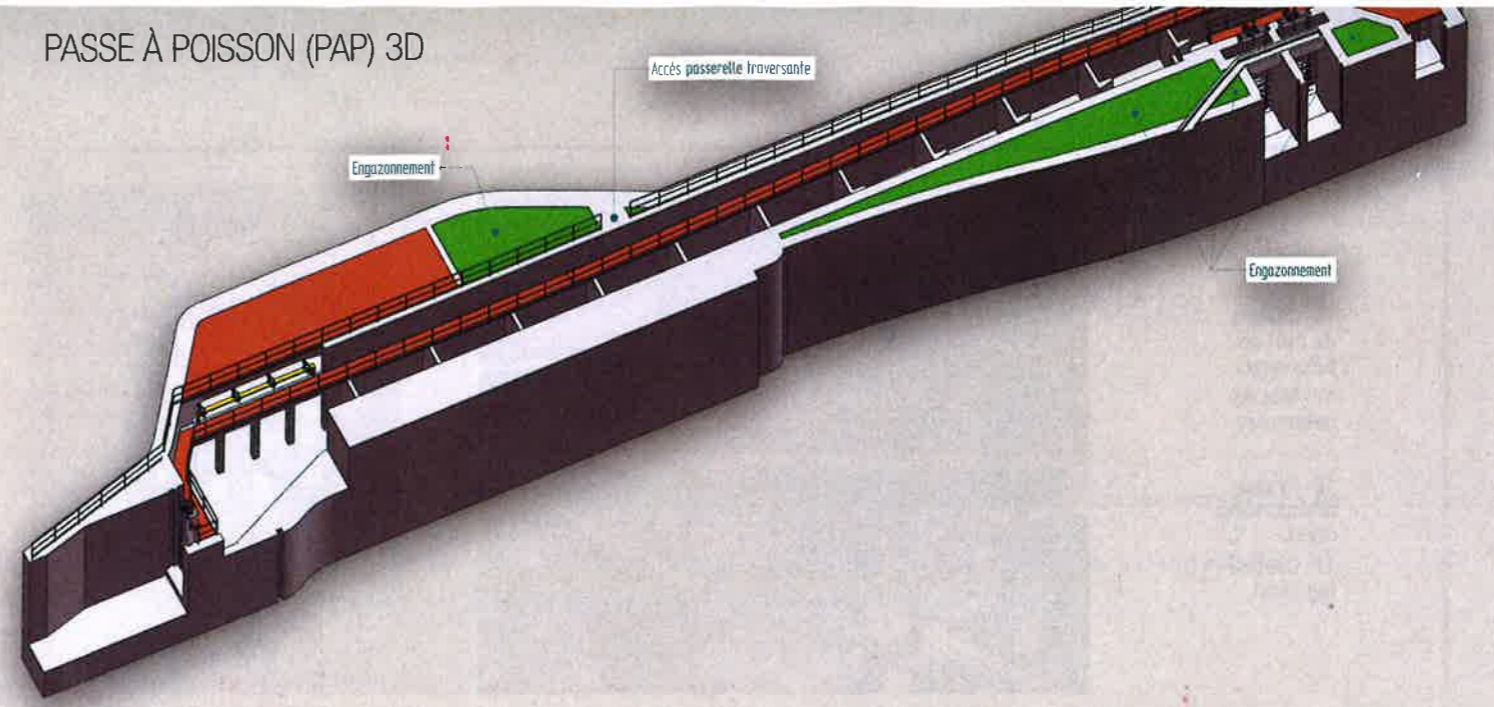


12a



12b

**PASSE À POISSON (PAP) 3D**



13

© ROUBY

est de 21 m dont 12 m fichés dans le calcaire sous le bajoyer.

La mise en œuvre des ancrages nécessite l'utilisation de carottages Ø 182 mm pour minimiser l'impact sur le bajoyer existant. Les forages dans le calcaire sont réalisés au marteau fond de trou Ø 159 mm puis injectés au coulis de ciment après mise en place des micropieux.

**LA PASSE À POISSON**

La passe, d'une longueur de 65 m créera un accès aux poissons pour remonter la Seine via 12 bassins sur une dénivellée de 2,2 m. Elle est constituée d'un passage de 3 m de largeur tapissé de rocher et d'un débit d'atrait servant à oxygéner l'eau pour y attirer les poissons (figure 13).

**13- Passe à poisson (PAP) 3D.**

**14- Photo du batardeau lors de la pose des clapets.**

**15- Forage d'un pieu métallique depuis une barge.**

**13- Fish pass, 3D view.**

**14- Photo of the cofferdam when installing check valves.**

**15- Steel pile drilling from a barge.**

Cette passe est équipée d'éléments de vantellerie partiellement automatisés pour son entretien et pour adapter le débit d'atrait en fonction des conditions d'écoulement.

Comme le radier, la passe est fondée sur le toit du substratum rocheux et fait face aux sous-pressions en phase de maintenance. Le poids propre de la passe compense les efforts à l'amont, tandis qu'à l'aval des clous constitués de 11 barres Macalloy Ø 40 mm fichées de 10 m assurent sa stabilité.

**LES OUVRAGES SUR BERGE**

L'ensemble des ouvrages sur berge servant à l'exploitation du barrage a été placé hors d'attente de la crue 1910 pour garantir leur utilisation même en cas de crue exceptionnelle.

**LES MÉTHODES DE RÉALISATION**

**Phasage général :**

Le phasage général s'articule autour de l'interdiction concernant la mise en place de batardeaux durant la période des crues hivernales. L'ensemble des batardeaux devant être recépé avant le 30 novembre.

La construction du barrage s'effectue par passes successives, la passe rive gauche a été réalisée au courant de l'année 2013, une deuxième passe englobant la passe à poisson et la passe rive droite est en cours de réalisation et, pour finir, la passe centrale sera réalisée courant d'année 2016 (figure 14).

**Phasage type pour la réalisation d'une passe :**

→ Réalisation des pieux,



14

© GTM



15

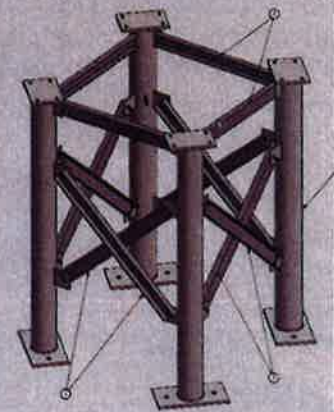
© ISC

16- Châssis du mât de bétonnage.  
17- Mât de bétonnage.

16- Frame of concreting mast.  
17- Concreting mast.



MÂT DE BÉTONNAGE



- Pose des palplanches et butons,
- Réalisation des rideaux d'étanchéité,
- Vidange du batardeau,
- Réalisation des clous d'ancrage,
- Construction du radier et des piles,
- Mise en place de la vantellerie (clapet, vérin et verrou),
- Test du clapet,
- Mise en eau,
- Recépage des palplanches du batardeau.

La construction du batardeau a été effectuée depuis des pontons servant à l'approvisionnement et au support du matériel.

Durant l'ensemble de l'opération, des barges avec tous types d'engins ont été utilisées (figure 15).

L'une des réponses à ces problématiques d'approvisionnement est la mise en place d'un mât de bétonnage à l'intérieur des batardeaux.

Ce mât d'une portée de 36 m, permet de couler les 1 800 m<sup>3</sup> de béton nécessaires à la réalisation du radier d'une passe tout en couvrant les 1 200 m<sup>2</sup> (30 x 40 m) des batardeaux les plus grands.

Afin de garantir son utilisation durant toute la durée de l'opération, le mât

est positionné au cœur du batardeau, nécessitant de le placer sur un châssis métallique provisoire, lui-même posé sur le béton de propreté et ancré au moyen de clous d'ancrage.

Ce châssis a été conçu et dimensionné sur mesure par le bureau de méthodes Isc.

Après bétonnage de l'ensemble du radier, le châssis est noyé dans le radier, puis le mât de bétonnage est récupéré pour être utilisé sur les passes suivantes.

### ORGANISATION DES ÉTUDES

Afin de faciliter les échanges et les interfaces, le groupement a choisi de confier les études à 2 entités de la Direction opérationnelle TP de Vinci Construction France, Isc (Vinci Construction France) pour le gros œuvre et au bureau d'études d'Emcc (Vinci Construction France) pour les batardeaux, et renforcement du bajoyer existant. Les méthodes de construction ont réalisées par les équipes de Demathieu-et-Bard et complétées par Isc. □

### DONNÉES PRINCIPALES DE L'OUVRAGE

**DÉLAI DE RÉALISATION GLOBALE DES TRAVAUX :**

**48 mois**

**DÉMARRAGE DES TRAVAUX fin 2013**

**LIVRAISON :**

**2017**

**VOLUME TOTAL DE BÉTON :**

• Barrage (C35/45) :  
**7 800 m<sup>3</sup>**

• Passe à poisson (C35/45) :  
**1 200 m<sup>3</sup>**

**TONNAGE D'ACIER TOTAL :**

• Barrage (C35/45) :  
**610 t**

• Passe à poisson (C35/45) :  
**90 t**

**CLOUS D'ANCRAGE :**

**710 m**

**NOMBRE DE MICROPIEUX :**

**30 u**

**TERRASSEMENT :**

**15 000 m<sup>3</sup>**

### INTERVENANTS

**MAÎTRE D'OUVRAGE :** Voies Navigables de France

**MAÎTRISE D'ŒUVRE :** Artella eau et environnement / Luc Weizmann Architecte

**GROUPEMENT D'ENTREPRISES :**

- Emcc (Mandatira) (Vinci Construction France)
- Gtm TP IdF (Vinci Construction France)
- Demathieu-et-Bard
- Ducroq
- Rouby

**BUREAUX D'ÉTUDES EXE :** Ingénierie des Structures et des Chantiers (Vinci Construction France)

### ABSTRACT

#### RECONSTRUCTION OF THE VIVES-EAUX DAM ON THE SEINE

F. ISCHIA, ISC (VINCI) - J. BOZZOLO, ISC (VINCI) - L. DUBREUIL, GTM TP IDF (VINCI) - V. SIELI, GTM TP IDF (VINCI)

The Vives-Eaux dam to be reconstructed on the Seine has three channels 28.50m wide, equipped with three fully automated check valves. The new dam is being built 70m upstream of the current dam. The works also include:

- > Construction of a control room;
- > A pedestrian bridge accessible to the public;
- > The creation of a fish pass on the right-hand edge of the dam. □

#### RECONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE VIVES-EAUX EN EL SENA

F. ISCHIA, ISC (VINCI) - J. BOZZOLO, ISC (VINCI) - L. DUBREUIL, GTM TP IDF (VINCI) - V. SIELI, GTM TP IDF (VINCI)

La presa de Vives-Eaux en el Sena, que se va a reconstruir, con tres pasos de 28,50 m de ancho, equipados con tres compuertas de tra totalmente automatizadas. La nueva presa se construye 70 m aguas de la presa actual. Las obras también incluyen:

- > La construcción de un local de mando,
- > Una pasarela peatonal accesible al público,
- > La creación de un paso para peces en la margen derecha de la presa