

OUVRAGE FLUVIAL

Barrage nouvelle génération sur la Seine

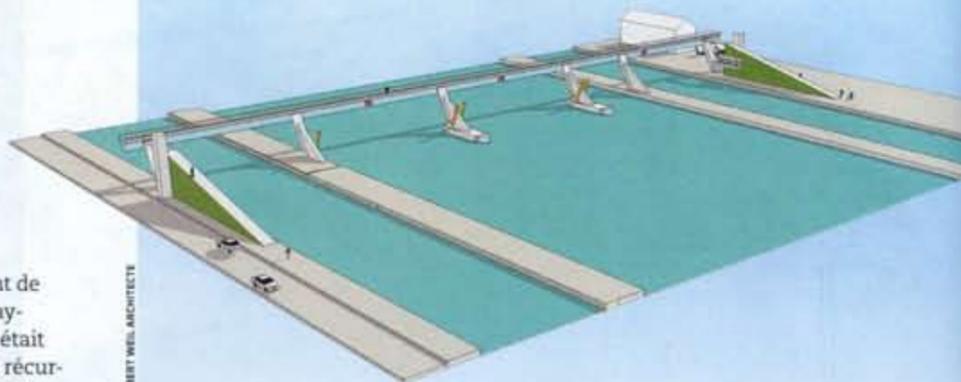
Le chantier du nouveau barrage du Coudray-Montceaux (Essonne), destiné à remplacer l'ancien devenu obsolète, a concentré les contraintes techniques d'un ouvrage construit au fond d'un fleuve.

Sur le bassin de la Seine, à 40 km en amont de Paris, le barrage de navigation du Coudray-Montceaux (Essonne), construit en 1964, était devenu obsolète, objet de dysfonctionnements récurrents. En 2005, Voies navigables de France, dans le cadre de son vaste programme de rénovation, décide de le reconstruire 40 m en aval, et lance les premières études. Par souci d'exploitation et de maintenance, le maître d'ouvrage opte pour le même principe de fonctionnement que les barrages avoisinants, à savoir un ouvrage entièrement automatisé, équipé de clapets actionnés par des vérins hydrauliques, et chargé de réguler le niveau d'eau en amont afin que la Seine soit navigable par tous les temps. Démarrés en 2007, les travaux de génie civil ont été effectués en deux phases – rive gauche puis rive droite – à l'intérieur de batardeaux, des enceintes étanches permettant de travailler au sec.

Des batardeaux de conception inédite

L'installation du premier batardeau a donné bien du fil à retordre aux équipes de conception et de réalisation. Celles-ci ont en effet dû faire face à deux aléas géotechniques successifs (un sol plus dur puis plus fracturé que les sondages préalables ne l'avaient prévu) qui ont retardé le chantier de près de deux ans. Un retard mécaniquement amplifié par le fait qu'aucun travail n'était autorisé dans le fleuve pendant les six mois d'hiver, afin de ne pas faire obstacle à l'écoulement des eaux en période de crues. Mais comme le meilleur peut naître du pire, cette aventure aura du moins permis aux ingénieurs de concevoir un batardeau original (voir p. 34). La suite du chantier s'est déroulée sans heurt. Après avoir terminé le génie civil de la première passe navigable en 2010, les équipes du groupement d'entreprises, pilotées par EMCC, entreprise spécialisée en travaux maritimes et fluviaux (groupe Vinci), ont installé le batardeau de la deuxième passe avec succès, tirant profit du retour d'expérience, avant d'en achever le génie civil entre juin et octobre derniers. La mise en service de l'ouvrage, prévue pour la mi-2012, sera suivie au deuxième semestre de la démolition de l'ancien barrage, une opération comprise dans le marché du groupement.

■ Olivier Baumann



OLIVIER BAUMANN



LAURENT MICHAUD/NEEST

A gauche : le barrage, enclavé entre deux écluses attenantes, surmonté d'une passerelle piétonne, est équipé de trois vannes clapets (deux de 34 m de longueur et une de 14 m). A droite : les vannes, actionnées par des vérins, servent à réguler le niveau d'eau. En cas de crue, les écluses deviennent impraticables. Les vannes s'effacent alors dans le radier, rendant le barrage navigable.



OLIVIER BAUMANN



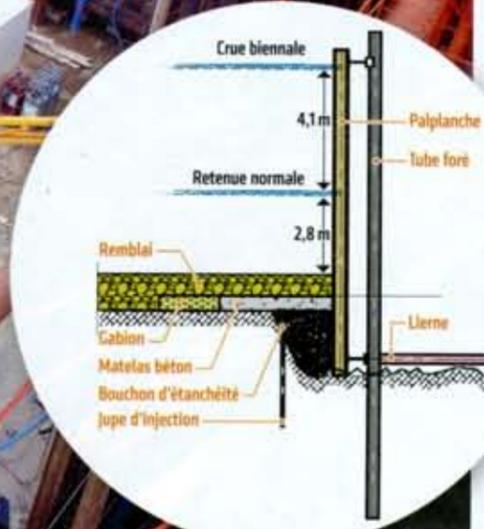
Ci-contre : le nouveau barrage est construit à 40 m en aval de l'ancien (à gauche de la photo). La chute d'eau crée des remous puissants, surtout en période de crues. Un rideau constitué de pieux métalliques resserrés a été installé pour protéger les plongeurs du décrochement éventuel des hausses vieillissantes de l'ouvrage existant. Zoom (en haut à droite) : les clapets sont actionnés par des vérins hydrauliques. Le jaune qui les habille a été choisi par l'architecte en référence aux pistons des engins de chantier.

GÉOTECHNIQUE Un batardeau dans un sol dur et fracturé

■ A contrainte inédite, solution technique originale! Initialement, les deux batardeaux nécessaires à la construction «au sec» du barrage étaient de conception classique, à savoir une succession de palplanches battues dans le sol, formant une enceinte étanche. Mais deux aléas successifs ont fait évoluer la conception. Le premier survient au moment du battage: le sol, alternance de bancs calcaires compacts et de bancs marneux, s'avère par endroits beaucoup plus dur que prévu: les profilés ne s'y enfoncent pas. Il faut changer de méthode. Il est décidé de former un cadre métallique en tubes forés liaisonnés par des liernes sur lesquelles sont «accrochées» les palplanches, qui ne sont alors plus fichées dans le sol. Les travaux se déroulent bien. Mais c'est lors de la vidange du batardeau que le second aléa survient: des venues d'eau très importantes empêchent de rabattre la nappe. Le sol est encore en cause: très dur, il s'avère aussi très fracturé et l'eau pénètre dans l'enceinte en passant sous les palplanches... Une solution radicale est alors imaginée. Un rideau étanche au coulis de ciment est injecté sur toute la périphérie du batardeau (photo ci-contre), pour faire écran aux venues d'eau en profondeur et «coller» l'interface palplanches/rocher en surface (schéma ci-dessous). L'opération est un succès. La même conception sera appliquée pour le second batardeau.



L'ossature du batardeau est formée de tubes d'acier scellés tous les 8 m dans des forages réalisés au marteau «fond de trou». Ceux-ci sont liaisonnés par des liernes sur lesquelles s'accrochent les palplanches. Un butonnage permet d'assurer la tenue lors de la vidange.



Ci-dessus: les fines piles pleines en béton armé ont été coulées depuis un mât de bétonnage fixé au radier. Ci-dessous: les clapets (deux de 110 tonnes, un de 44 tonnes) pivotent autour de charnières encastrées dans le radier.

GÉNIE CIVIL Au fond du fleuve, entre béton et métal

■ Après la mise au sec du batardeau et le coulage d'un béton maigre de propreté en fond de cale, les équipes ont construit le radier de fondation. Malgré son poids important, les calculs avaient montré que le radier aurait tendance à se soulever sous l'effet de la pression exercée par la nappe. Aussi a-t-il été nécessaire de le «clouer» dans le sol à l'aide de plusieurs centaines de tirants passifs. Une fois le radier réalisé, le bétonnage des fines piles de béton armé a pu commencer. Parallèlement, les vannes clapets étaient assemblées sur site. La position centrale des vannes dans le batardeau a représenté une grande contrainte pour l'acheminement des éléments constitutifs des clapets: il fallait trouver le moyen technique de les y placer, sachant que la grue montée sur barge n'était pas capable de soutenir la charge au bout d'une telle flèche. L'entreprise Ducrocq Ingénierie Process, en charge de la conception, de la fabrication et de l'installation des clapets, a alors imaginé un astucieux système de transport. «Pour respecter les capacités de la grue, les quatre éléments formant chaque vanne étaient d'abord déposés au pied de la face aval du batardeau (voir photo en bas à gauche) sur une rampe spécialement fabriquée pour le chantier, fixée sur le radier. Ils étaient ensuite rippés jusqu'à leur emplacement définitif grâce à des chariots mécanisés, puis boulonnés à l'élément précédent.



A gauche: les vannes étaient déposées par morceaux sur une rampe en pied de batardeau avant d'être rippées jusqu'à leur position définitive. A droite: chaque clapet d'acier est constitué de quatre éléments, boulonnés entre eux sur place.

► **Ouvrage fluvial** Barrage nouvelle génération sur la Seine

FRANCHISSEMENT Une passerelle bardée d'Inox poli miroir

Les piles du barrage sont prolongées par des poteaux inclinés. Ceux-ci soutiennent une passerelle piétonne de 160 m de longueur – un prisme à base triangle « inversé » – qui permet de relier les deux rives de la Seine. L'architecte Gilbert Weil a choisi de revêtir les deux faces inclinées d'un bardage en Inox poli miroir. « Selon la position de l'observateur, elles refléteront la surface de l'eau, le bouillonnement des déversoirs ou le paysage des deux rives », explique l'architecte.

La passerelle, en structure treillis acier, a été construite par morceaux (portée maximale de 35,5 m) mis en appui par une grue mobile embarquée sur une barge. La difficulté de pose était double : aux mouvements parasites du vent s'ajoutaient ceux des remous du fleuve.



ACCÈS Des rampes « écrans » végétalisées

Sur chacune des rives, les piétons et vélos accèderont à la passerelle de franchissement de la Seine, située à 8 m de hauteur, par une rampe à 6% ou par un ascenseur. Les rampes, en structure métallique, forment un écran « qui accroche l'ouvrage aux rives et en détermine visuellement les limites », explique Gilbert Weil, l'architecte du projet. Pour chacune d'entre elles, les deux faces triangulaires sont bardées d'un caillebotis en résine recouvert extérieurement de plantes grimpantes dont les racines sont plantées à l'intérieur. Les deux rampes ne sont pas tout à fait symétriques : celle de la rive droite intègre le nouveau bâtiment de commande du barrage et de l'écluse qui y est accolée.



BIODIVERSITÉ Une passe à poissons de grand luxe

La passe à poissons est intégrée au bajoyer de l'écluse rive gauche. Elle est constituée de bassins successifs en béton armé. L'ouvrage a été pensé dans les moindres détails pour les poissons migrateurs présents dans la Seine. A chaque étape de leur ascension, les poissons disposent d'un recoin à l'abri du courant pour reprendre des forces avant de poursuivre leur périple. Deux courants additionnels sont injectés : l'un en aval, pour guider les poissons vers l'entrée de la passe, l'autre en amont pour les expulser au loin à la sortie.



FICHE TECHNIQUE Maîtrise d'ouvrage : Voies navigables de France. Maîtrise d'œuvre : Service navigation de la Seine. Etudes de conception : Sogreah (groupe Artelia). Architecte : Gilbert Weil. Entreprises : pour les ouvrages fluviaux, groupement EMCC, GTM TP (groupe Vinci), Demathieu et Bard, Ducrocq Ingénierie Process, Hydro; pour les ouvrages terrestres, Léon Grosse. Coordonnateur SPS : BECS. Bureau de contrôle : Apave. Coût total : 35 millions d'euros (dont 29 millions pour le barrage et ses annexes, et 2,5 millions pour la passe à poissons).