

# t technologies

## Les éléments préfabriqués

●●● LES ÉLÉMENTS EN BÉTON PRÉFABRIQUÉS ENTRENT DE PLUS EN PLUS MASSIVEMENT DANS LA CONCEPTION DES OUVRAGES D'ART. UN SUCCÈS QUI S'EXPLIQUE POUR PLUSIEURS RAISONS, LIÉES À LA COMPÉTITIVITÉ ET À LA SIMPLICITÉ DE MISE EN ŒUVRE D'UNE TECHNIQUE TRÈS AU POINT.

## Le béton prêt à l'emploi

●●● AUTRE VOLET DE L'OFFRE BÉTON EN MATIÈRE D'OUVRAGES D'ART, LE BÉTON PRÊT À L'EMPLOI FAIT ACTUELLEMENT LA PREUVE DE SES QUALITÉS SUR L'UN DE NOS CHANTIERS AUTOROUTIERS. LES PROCÉDURES DE RÉALISATION EXTRÊMEMENT RIGOUREUSES MISES EN PLACE PAR LES DIFFÉRENTS OPÉRATEURS SONT LA GARANTIE DU SUCCÈS DE CETTE TECHNIQUE D'AVENIR.



## → De la **préfabrication** dans les tabliers de **ponts**

**LA TECHNIQUE DU BÉTON PRÉFABRIQUÉ EST DÉJÀ BIEN CONNUE. MAIS SES PROGRÈS SONT PERMANENTS, ET SON OFFRE DANS LE DOMAINE DES PONTS, ROUTIERS OU FERROVIAIRES, SE FAIT TOUJOURS PLUS PERTINENTE. SES ATOUTS MAÎTRES : PERFORMANCES, FACILITÉ ET RAPIDITÉ DE MISE EN ŒUVRE, ÉCONOMIE.**

**C**'est juste après la guerre, durant les années de la reconstruction (1945-1955), que se mettent en place les premiers procédés d'industrialisation. Le bâtiment, secteur alors en expansion rapide, en est le premier bénéficiaire. Au début des années soixante, lors du lancement du programme autoroutier français, l'administration est amenée à établir une typologie des ponts destinés au rétablissement des voies de communication "coupées" par la construction des autoroutes. Cette typologie va permettre la recherche d'une certaine standardisation des études – voire d'une industrialisation –, favoriser l'utilisation des possibilités offertes par l'informatique, développer la transformation des techniques de conception et de construction pour augmenter les performances et les cadences, et enfin proposer un recours très systématique au béton précontraint. Le Setra (Service d'études techniques des routes et autoroutes) est témoin et acteur de cette évolution rapide et importante

des techniques de conception et d'exécution. Le nombre important d'ouvrages à projeter, à calculer et à réaliser dans des délais très courts, le manque de personnel qualifié et le développement rapide des ordinateurs de grande capacité poussent le Setra à mettre au point des "dossiers pilotes" et à concevoir des programmes de calcul automatique pour chaque type d'ouvrage. Parmi les types d'ouvrages dits "courants", par exemple, l'utilisation de poutres préfabriquées précontraintes pour le franchissement de portées comprises entre 10 et 50 m va se généraliser.

### ● Le tournant des années soixante-dix

Ce sont les années soixante-dix qui verront le véritable essor de la préfabrication de poutres précontraintes par prétension, pour des raisons conjoncturelles : d'abord la reconnaissance officielle de cette technique, mais aussi la crise économique et le coût croissant de la main-d'œuvre qualifiée. Ses atouts en termes de fabrication et de mise en œuvre vont par ailleurs favoriser son développement – performance des bétons réalisés en usine, garantie assurée d'une bonne qualité des produits et prix compétitif, mais aussi suppression des cintres du tablier, possibilité de diminuer significativement les délais d'exécution pour les ouvrages réalisés sans interrompre la circulation, et diminution des nuisances qu'engendre toute mise en chantier. Les industriels vont peu à peu s'adapter à des exigences du marché de plus en plus draconiennes en matière de règlements, de qua-

lité et de prix. Aujourd'hui, le pont à poutres sous chaussée posées sans étai, solidarisées par un hourdis coulé en place sur des coffrages perdus non participants, est devenu une solution classique pour des franchissements pouvant aller jusqu'à 35 m de portée. La technique type PRAD (ponts routes à poutres préfabriquées précontraintes par adhérence) appliquée aux ouvrages à travées indépendantes et de portée moyenne (jusqu'à 30 m environ) a évolué dans les années quatre-vingt. Initialement réservé à la confection de travées indépendantes, l'emploi de ces poutres précontraintes a été étendu à des ouvrages constitués de plusieurs travées avec solidarisation, en béton armé au niveau de la dalle au droit des piles. La continuité apparente est obtenue par la dalle : les poutres de deux travées adjacentes arrivant sur une même pile restent appuyées sur deux lignes d'appuis distinctes, nécessitant la présence d'un chevêtre d'appui de 1 m d'épaisseur au minimum.

### ● Deux principes structurels spécifiques au moment de la construction

Les nouvelles connaissances en matière de béton, de dimensionnement et de calcul ont permis la réalisation d'ouvrages à plusieurs travées avec des travées adjacentes placées en continuité mécanique par solidarisation en béton armé dans une entretoise (ou chevêtre de continuité) au droit des piles intermédiaires. Par la suite, au cours de la construction, deux modes de structures apparaissent :

1. D'abord, une structure isostatique. Les poutres reposent sur des appuis provisoires dont la distance entre axes est égale à la portée de calcul. La section résistante transversale du tablier est uniquement constituée par les poutres, qui supportent leur propre poids, celui des coffrages perdus et celui de la dalle (le hourdis) en phase de coulage.
2. Ensuite, une structure hyperstatique. Les poutres et le hourdis associés constituent la section transversale résistante de l'ouvrage. Ils supportent les charges appliquées lors du transfert du tablier, du poids des superstructures et des charges de service. La portée de calcul est alors égale

**>>> Une entretoise unique permet le transfert des charges du tablier sur quatre appareils d'appui.**





**>>> 1** Après ouverture du banc de pré-fabrication, les aciers actifs sont relâchés pour mettre la poutre en précontrainte.

**2 3** Les différentes poutres sont transférées et stockées sur le parc de l'usine, en appui sur des madriers.

à la distance entre axes des appuis définitifs. Un certain nombre d'ouvrages sur les autoroutes A 10, A 11, A 71 et A 64 (ex-RN 117) ont été réalisés suivant cette technique. Simplicité et rapidité de mise en œuvre, adaptabilité aux exigences esthétiques, maîtrise des délais et des coûts : les ponts à poutres préfabriquées ont de nombreux atouts. Dans leur conception, d'abord. Avec des portées possibles de 30 m à 35 m, les ponts à poutres peuvent aussi s'adapter à des ouvrages présentant une géométrie complexe, par exemple une courbure en plan (jusqu'à 15 fois la portée sans disposition particulière), une largeur variable (en jouant sur l'entraxe des poutres et les encorbellements du hourdis) ou un biais inférieur à 70 degrés (jusqu'à 50 degrés). En construction, ensuite : la préfabrication des poutres en usine garantit le respect des délais d'exécution, la diminution de la durée du chantier (fabrication des poutres en temps masqué) et une meilleure qualité (existence de plans d'assurance-qualité dans toutes les usines), d'où une meilleure pérennité des ouvrages. Sur le chantier, l'utilisation de poutres préfabriquées permet de s'affranchir des problèmes de brèches par la suppression des étaielements et des échafaudages ainsi que des cintres. Ceux-ci sont parfois nécessaires lorsque le sol de fondation est de mauvaise qualité, ou pour maintenir un gabarit de circulation sous l'ouvrage, ou encore en cas de franchissement d'un obstacle (grande hauteur, ruisseau, voie ferrée, etc.).

#### ● Mise œuvre aisée et rapide

La pose des poutres préfabriquées se fait dans la majorité des cas avec des grues courantes, dans des délais très courts, ce qui ne nécessite que de brèves interruptions de la circulation lorsque le pont franchit une voie en service. La pose sur appuis provisoires (cas des

ouvrages hyperstatiques et de certains isostatiques) nécessite un étaielement limité aux extrémités des poutres servant à la réalisation de l'entretoise sur appui. Quant à la pose sur appuis définitifs (cas de la plupart des ouvrages isostatiques), elle supprime les risques de tassement des étaielements ou de déformation des cintres lors du bétonnage de la dalle – le hourdis – sur les poutres.

#### ● Un ensemble d'avantages qui intéressent tous les domaines

Enfin, dans l'usage quotidien et l'entretien du pont comme dans sa bonne intégration au site, les ponts PRAD à plusieurs travées rendus continus apportent nombre d'avantages supplémentaires, la continuité permettant un gain à la fois technique, économique et esthétique :

- le recentrage des descentes de charges entraîne une diminution des moments sollicitants, ce qui réduit l'emprise des fondations ;
- la présence d'une seule ligne d'appuis permet une réduction de la largeur des piles, tout comme elle offre une grande liberté sur le plan architectural en rendant possible la suppression des chevêtres d'appui pour améliorer la transparence de l'ouvrage et lever les contraintes liées au gabarit ;
- la hauteur du tablier de l'ouvrage peut être réduite de 10 % par rapport à un tablier à travées indépendantes ;
- le comportement monolithique de l'ouvrage rendu continu améliore sa résistance et sa ductilité vis-à-vis des efforts dynamiques et lui confère une meilleure capacité à dissiper l'énergie en cas de séisme ;
- la suppression des joints de chaussée intermédiaires, ou de la dalle de continuité sur pile intermédiaire, assure un meilleur confort des usagers, au même titre que l'absence de festonnement du tablier ; celui-ci est habituellement provoqué par les libres déformations par fluage du béton des tabliers à travées isostatiques, qui sont ici empêchées par la mise en continuité mécanique des travées ;
- la réduction du nombre d'appareils d'appui, disposés sur une seule file sur les piles au lieu de deux, facilite l'entretien lors du vérinage pour les vérifier et éventuellement les remplacer. ■

#### TECHNIQUE

### PRAD-EL, calculer pour vérifier

Dans le courant de l'année 2000, le Setra va mettre à la disposition des divers utilisateurs des cellules ouvrages d'art (DDE, CETE, BET, etc.) le programme de calcul PRAD-EL, destiné à la vérification des tabliers PRAD à travée unique ou à travées multiples. Très performant, ce programme couvre un domaine d'emploi assez large, puisqu'il peut être utilisé tant pour les ponts-routes que pour les ponts-rails. Il suit les règlements actuels (fascicule 61, titre II du CCTG, BAEL et BPEL versions révisées 1999) et permettra la prise en compte des normes européennes dès leur mise en vigueur (charges permanentes : EC1 – partie 2, charges d'exploitation sur les ponts EC1 – partie 3).

Plusieurs techniques interviennent dans la conception et la réalisation des tabliers PRAD :

- la précontrainte par prétension ;
- la mise en œuvre de bétons traditionnels et hautes performances ;
- le traitement thermique ;
- la construction par phases ;
- la mise en continuité mécanique des travées, après la pose des poutres.

Les phases de construction ainsi que les déformations différées (fluage, retrait et relaxation) et leurs conséquences dans la redistribution des efforts dans le tablier sont prises en compte par un calcul incrémental. Le fluage du béton est supposé linéaire et le principe de la superposition est donc applicable ; la rhéologie est celle du BPEL (version révisée 1999) pour les bétons traditionnels ou les bétons hautes performances.



PONT DE RIBAUTE – BÉZIERS

## → Solide, économique... et plus rapide

Ce pont à six travées rendues continues, toutes de portées différentes, présente un profil en long en pente variable et un alignement non rectiligne. Il franchit une route départementale et une voie SNCF. Lors de l'appel d'offres, la solution PRAD a été préférée à la technique plus classique du pont à poutrelles enrobées, usuellement utilisée pour le franchissement des voies ferroviaires, mais qui s'est révélée trop chère. Parfaitement respectueuse du cahier des charges en matière de sécurité et de coût, elle a permis de procéder à la construction du pont dans un délai plus court sans remettre en cause l'aspect architectural du projet, grâce, en particulier, au maintien de la forme des piles. Celles-ci présentent un seul fût à largeur variable et à parements ouvragés. Les corniches en béton blanc qui règnent sur la hauteur du tablier masquent la présence des poutres et soulignent la simplicité et l'élégance du pont.

PHOTOS : GUILLAUME MAUCUIT-LECOMTE

**Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre :** conseil général de l'Hérault

**Assistance maîtrise d'œuvre études :** CETE Méditerranée

**Architecte :** Forissier cabinet Intervia (ex-Urba 9)

**Entreprise :** BEC Frères, agence de Lunel

**BET :** Sud Études de Pignan (34)

**Poutres PRAD :** Feder Béton Bédarieux (34)

**Montant total de l'opération :** 12 MF

**Montant de l'ouvrage :** 5,3 MF



## TECHNIQUE

### Un nouveau type de pont-rail pour le TGV Est

Après une quinzaine d'années d'exploitation du réseau TGV, la SNCF a convié entrepreneurs et industriels de la préfabrication en béton à participer au projet de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre du futur réseau TGV Est, sur le thème suivant : comment réduire le coût et le délai de construction d'une plate-forme ferroviaire par une nouvelle conception des ouvrages d'art courants ? En 1996, après étude d'une trentaine de conceptions nouvelles, la SNCF a procédé à une première sélection faisant apparaître l'intérêt économique et la fiabilité des ponts-rail à travées continues composés de poutres précontraintes par fils adhérents, procédé déjà utilisé sur certains réseaux étrangers. Avant de s'engager, la SNCF a entrepris des essais de fatigue, en partenariat avec la FIB. Elle voulait s'assurer de la capacité de ces poutres à supporter les charges ferroviaires sur la durée de vie théorique d'un ouvrage. Menée par le CERIB, l'étude a permis de valider le procédé. Par la suite, en 1998-1999, une étude théorique de "sensibilité" sur un exemple concret a permis de valider l'intérêt de ce type d'ouvrage et de fixer des hypothèses de calcul de dimensionnement.

Ce nouveau type d'ouvrage courant Ra-PPAD (ponts rails à poutres préfabriquées précontraintes par adhérence) devrait réduire les coûts d'investissement et d'exploitation, ainsi que le délai d'exécution de la plate-forme ferroviaire, tout en respectant les critères techniques et réglementaires de sécurité, de régularité et de confort. Le double intérêt de la solution hyperstatique retenue tient à l'impact restreint des aléas climatiques et géotechniques et à la séparation physique des ateliers de terrassement et de réalisation des ouvrages d'art. D'autre part, le monolithisme simplifie la maintenance puisqu'il permet de stabiliser le ballast et de réduire les contraintes portant sur les rails au droit des appuis.

●●● suite p 21



LES OUVRAGES D'ART DE LA PYRÉNÉENNE (A 64)

### → Un maître mot : la souplesse

L'ex-RN 117 qui relie Muret à Saint-Gaudens a changé de statut : hier voie nationale, elle est devenue voie autoroutière (A 64). Pour maintenir le réseau routier croisant son tracé, des franchissements ont été nécessaires. Ils ont été dessinés par les architectes Faup et Zirk. Sur le tronçon Muret – Martres-Tolosane, d'une longueur de 38 km, 9 d'entre eux partagent les mêmes caractéristiques structurelles. Tous ont été construits suivant la technique des ponts PRAD hyperstatiques. Celle-ci s'est adaptée aux divers cas de figure rencontrés – le biais, par exemple, ne présentant pas un obstacle à son utilisation – et a permis la réalisation des ouvrages en position définitive (sans surgarbit) en limitant les nuisances pour les usagers de la voie : la mise en place des poutres s'est effectuée par cycles d'interruption de la circulation de 7 minutes par poutre.

La continuité mécanique du tablier a permis la réalisation de 2 fûts rectangulaires par pile sans chevêtre en tête, et de réduire le nombre d'appareils d'appui sur les piles à 4 (pour un total de 28 poutres) et à 3 sur les culées. Les poutres ont été jumelées sur les travées principales, réduisant ainsi leur nombre sur les travées de rive, et autorisant un coffrage du hourdis à l'aide de prédalles. Si les techniques de construction utilisées sont différentes, l'unité dans le traitement architectural des ouvrages a été maintenue. L'utilisation de la technique des ponts PRAD hyperstatiques est venue relayer cette volonté et a donné aux architectes la possibilité de jouer sur les détails constructifs. Par exemple, la mise en relief des entretoises sur pile, tout en facilitant leur réalisation, souligne la différence de teinte avec le béton des poutres ; de même des encorbellements de 0,50 m, qui réduisent la hauteur vue du tablier par un effet d'ombre et améliorent la transparence des ouvrages.

TEXTES : PIERRE PASSEMAN, INGÉNIEUR D'ÉTUDES AU CERIB

PHOTOS : GUILLAUME MAUCUIT-LECOMTE

#### Neuf ponts type PRAD

Six échangeurs ou demi-échangeurs : Muret Sud ;  
Le Fauga ; Mauzac ; Noé ; Capens ;  
Lavelanet-de-Comminges

Rétablissement : CD 43c à Muret ; RD 62 à Marquefave  
RD 10g à Lafitte

Maîtrise d'ouvrage : État

Maîtrise d'œuvre : DDE de la Haute-Garonne

Architectes : Faup et Zirk

Entreprises : BEC Frères ; Castells Frères ;  
Chantiers modernes ; Mas ; Razel

BET : Sud Études ; SETI ; EEG

Délais d'exécution : 7 à 8 mois par ouvrage





1



2



3

>>> **1** Chaque centrale est tenue de se conformer à un plan d'assurance-qualité pour la fourniture de béton destiné à des ouvrages d'art.

**2** La tenue au transport et la permanence de la maniabilité du béton sont des atouts que maîtrisent parfaitement les centrales à béton françaises. **3** Pour s'affranchir des difficultés structurelles propres à chaque chantier, les camions peuvent être équipés de tapis de mise en œuvre.

## → Béton prêt à l'emploi : une offre cohérente et compétitive

**I**NCONTOURNABLE DANS LA MAJEURE PARTIE DU PAYS, ET POUR TOUS LES TYPES DE CHANTIERS, L'OFFRE BPE EXCELLE EN MATIÈRE D'OUVRAGES D'ART. D'AUTANT QUE LA PLUPART DES CHANTIERS RÉALISÉS EN FRANCE SE SITUENT À MOINS DE 30 KILOMÈTRES D'UNE CENTRALE.

**E**n quelques années, les fabricants de béton prêt à l'emploi ont effectué un bond en avant technique qui leur permet aujourd'hui de répondre à toutes les demandes des maîtres d'ouvrage. Si les principes fondamentaux restent acquis, les centrales ont appris à traiter aujourd'hui le béton dans ses formes les plus évoluées, depuis les bétons hautes performances (BHP), de plus en plus souvent requis, jusqu'aux bétons autoplaçants, en passant par les bétons de ciment blanc. Des compétences acquises par l'adaptation permanente des sociétés de BPE aux marchés et aux procédures de certification. En matière d'ouvrages d'art, la généralisation des plans d'assurance-qualité requis par les maîtres d'ouvrage permet aujourd'hui aux centrales de BPE d'assurer une traçabilité complète du béton. Ce qui signifie qu'en cas de problème sur une toupie, tous les éléments sont disponibles pour remonter à la source et déterminer l'origine du défaut, comme c'est maintenant l'usage dans la grande majorité des secteurs industriels.

### ● Des contrôles permanents

Outre ces procédures d'agrément – agréments permanents pour la conformité aux normes et ponctuels pour les plans d'assurance-qualité –, toutes les précautions sont prises assez haut en amont pour assurer le bon déroulement des chantiers. Ainsi, avant chaque réalisation, les centrales et leurs laboratoires procèdent à la formulation des bétons et réalisent des bétons d'essai, le tout étant ensuite fourni au maître d'œuvre pour contrôle et validation. Une fois les formules et les plans d'assurance qualité acceptés, et à

quelques semaines du démarrage effectif du chantier, ce sont des bétons de convenance qui sont réalisés afin de corroborer les résultats précédemment obtenus et de vérifier, notamment, la tenue des bétons au transport. Lorsque le chantier est en cours, les contrôles se poursuivent, tant au sein de la centrale, dans le cadre des procédures d'autocontrôle précisées dans le plan d'assurance-qualité, que sur le chantier, par la réalisation d'essais pour quasiment chaque toupie ou par la réalisation d'éprouvettes testées par des contrôleurs indépendants, mandatés par le maître d'œuvre. L'ensemble de ces procédures permet aux centrales d'assurer une grande régularité dans leur production. Les assurances ainsi fournies s'expriment aussi dans le cadre des bétons hautes performance, produits de plus en plus demandés par les maîtres d'ouvrage.

La plupart des centrales de BPE sont aujourd'hui à même d'offrir des bétons à 60 MPa de résistance garantie, soit une résistance moyenne de 70 à 75 MPa. Le tout avec des bétons dont les caractéristiques de maniabilité sont maintenues jusque dans le coffrage, par le biais d'études préalables sur les adjuvants et le ciment, et aussi du savoir-faire des fabricants de BPE.

### ● Des moyens techniques

Pour répondre aux demandes des entreprises et des maîtres d'œuvre, les centrales disposent également de ressources pour s'adapter. Au sein des grands réseaux de BPE, et au cas où aucune centrale fixe ne serait installée à proximité, les fournisseurs de BPE disposent le plus souvent de matériels pour implanter des centrales temporaires directement sur les chantiers à condition que les volumes soient suffisants, comme cela s'est produit pendant la construction du TGV Sud-Est. Généralement, les fournisseurs de BPE disposent d'une palette d'outils pour faciliter la mise en œuvre du béton sur des chantiers difficiles d'accès : le pompage, par exemple, ou encore l'acheminement par tapis roulant. De même que la production de béton a suivi les autres secteurs industriels en matière de traçabilité, elle a également développé une gamme de services qui va aujourd'hui beaucoup plus loin que la seule livraison d'un matériau brut... ■



1



2

## → A 29 : le BPE comme seul fournisseur

LES PREMIERS TRAVAUX DE L'AUTOROUTE A 29 ONT DÉBUTÉ AU COURS DE L'ÉTÉ 1999. LES ENTREPRISES DE BÉTON PRÊT À L'EMPLOI LOCALES FOURNISSENT LA TOTALITÉ DES BÉTONS MIS EN ŒUVRE DANS LES OUVRAGES D'ART.

**E**n cours de réalisation, l'autoroute A 29 reliera dans quelques années l'embouchure de la Seine au nord de la France. La liaison Amiens – Saint-Quentin est actuellement en construction et compte deux tronçons totalisant 55 ouvrages d'art, depuis le franchissement des autres autoroutes jusqu'au rétablissement de routes départementales et de voies de moindre importance, pour un total de 36 900 m<sup>3</sup> de béton qui seront fournis par deux entreprises de béton prêt à l'emploi. Sur toute la longueur du tracé, le béton est produit dans cinq centrales de béton prêt à l'emploi situées à Amiens (deux centrales), Péronne, à mi-chemin (deux centrales), et à Saint-Quentin (une centrale). Chaque ouvrage reste dans la limite imposée en termes de temps de transport du béton prêt à l'emploi.

### ● Sur place, un coordinateur entre les centrales et l'entreprise

Pour mieux assurer la coordination des centrales, un coordinateur spécialement dédié a été dépêché sur les lieux pour gérer les relations entre entreprise et centrales, depuis les plannings jusqu'à la gestion des problèmes pouvant survenir sur le chantier. Pour parer à toute éventualité, et notamment aux pannes, les plans d'entretien des centrales ont également été renforcés, la maintenance étant assurée par des entreprises extérieures. Une évolution nécessitée par le chantier de l'autoroute et les cadences qu'il génère, mais également par la mise en place des 35 heures. Chaque centrale a

atteint une capacité de production de 30 à 35 m<sup>3</sup> par heure. Par ailleurs, ces centrales ont également renforcé leur flotte de toupies et recouru à des entreprises spécialisées dans le pompage en cas de nécessité.

### ● Des contrôles scrupuleux

Durant toute la durée du chantier, les opérations sont placées sous haute surveillance. Les matériaux sont contrôlés, puis les *process*, le chargement, jusqu'à la livraison sur site. Ensuite, ce sont les entreprises qui sont contrôlées : ferrailage, vibration, mise en place. De nombreuses formulations de béton ont dû être mises au point, en BCN (béton à caractéristiques normalisées, B 30 et B 35 ou B 28 et B 32, pour les ouvrages sous maîtrise d'œuvre SNCF) et en BCS (béton à caractéristiques spécifiées, pour les semelles notamment). Au total, près de 35 formulations différentes ont été mises au point. Notons d'autre part que toutes les centrales amenées à intervenir sur le chantier devaient être agréées NF.

Dans le cas de Péronne 2, une centrale installée spécialement pour le chantier, c'est la réalisation de bétons de convenue qui a permis son homologation spécifique pour ce chantier, en dépit de son manque d'ancienneté qui lui interdisait de prétendre à la norme NF. De plus, avant le démarrage du chantier et pour satisfaire aux conditions requises par le maître d'œuvre, chaque entreprise a dû fournir des plans d'assurance qualité dont la véracité et la conformité au marché étaient contrôlées. Des bétons d'étude étaient réalisés, analysés ensuite par des contrôleurs extérieurs mandatés par le maître d'œuvre, et enfin il était procédé à une série de bétons de convenue pour chaque type de béton et pour chaque centrale. Ils ont permis notamment de vérifier la conformité de l'évolution des bétons lors du transport, des mesures étant effectuées à T 0, T + 15 minutes, T + 30 et T + 60, de façon à pouvoir garantir une marge suffisante. Sur le chantier, l'entreprise chargée de



3

>>> 1 Les 55 ouvrages d'art du tronçon

Amiens-Saint-Quentin de l'A29 ont été coulés avec du béton issu de 5 centrales BPE.

2 Avec le plan d'assurance-qualité, des éprouvettes sont réalisées puis analysées soit par un contrôleur extérieur mandaté par le maître d'œuvre, soit par le fournisseur du BPE.

3 Chaque toupie livrée sur le chantier fait l'objet d'un contrôle : le slump test.

la mise en œuvre du béton assurait le suivi de la qualité. Les bons étaient contrôlés, la date de départ vérifiée, et des cônes étaient réalisés pour vérifier que la plasticité du béton était conforme aux demandes et aux normes.

### ● Difficiles franchissements

La gestion de tels chantiers est parfois soumise à des contingences particulières liées à la configuration du site. Parmi les points les plus sensibles de cette nouvelle autoroute, le double franchissement de la ligne TGV et de l'autoroute A 1 était sûrement le plus délicat : plusieurs



1



2



3

>>> **1** Un camion-pompe achemine le BPE une vingtaine de mètres en contrebas.

**2** Les plans d'assurance-qualité imposent un suivi continu du béton et permettent une traçabilité totale du matériau.

**3** Les centrales BPE disposent du savoir-faire pour répondre à tout type de demande du maître d'ouvrage.

ouvrages d'art devaient être construits à l'intérieur d'un périmètre relativement restreint pour permettre d'une part le franchissement de ces obstacles, et d'autre part les raccordements entre les deux autoroutes. Un chantier aux multiples contraintes puisque, dans le cadre du franchissement de la ligne SNCF, sous maîtrise d'ouvrage du transporteur ferroviaire, les entreprises ne pouvaient accéder aux abords immédiats de la ligne à grande vitesse que la nuit, à partir du moment où l'électricité était coupée, et ce, pour 4 heures seulement. La sécurité, on s'en doute, justifiait ces contraintes.

Ainsi, chaque nuit, la centrale de Péronne attendait le feu vert des entreprises avant de mettre ses installations en route. Une fois l'accord obtenu, deux toupies se relayaient pour porter le béton sur le chantier et permettre ainsi le coulage des pieux, à raison de deux par nuit et ce, dans un laps de temps très court. Exécutée très près de la ligne SNCF, cette opération nécessitait l'intervention d'une pompe car les camions ne pouvaient descendre jusqu'au lieu de travail à cause du dévers de la rampe d'accès. Ils se postaient donc au sommet des culées et le béton était acheminé une vingtaine de mètres plus bas grâce au bras articulé du camion-pompe.

### ● Une multitude de franchissements

À terme, les cinq centrales à béton en activité le long de l'autoroute auront livré la totalité des bétons utilisés pour la construction des ouvrages d'art de ce tronçon, avec pour chacun d'eux des spécificités dans la formulation et la mise en œuvre. Les ouvrages à construire pour franchir l'autoroute A1 poseront par exemple de sérieux problèmes d'organisation, qui concernent jusqu'aux centrales à béton. La difficulté, en effet, sera de réaliser les deux ouvrages sous circulation de l'autoroute A1. Seules les deux voies rapides seront neutralisées. Pour éviter tout risque d'accident, les conducteurs sont spécialement formés et particulièrement sensibilisés au respect du plan de circulation pour accéder au chantier. À la demande du maître d'œuvre, ce seront ainsi toujours les mêmes chauffeurs qui travailleront aux livraisons de ces chantiers, avec des camions en parfait état de marche pour éviter toute panne et, par conséquent, tout risque d'accident. ■

TEXTE : YANN KERVENO

PHOTOS : YANN KERVENO, GUILLAUME MAUCUIT-LECOMTE

Maître d'ouvrage : SANEF

Maîtrise d'œuvre : Scetauroute

BPE : Orsa Bétons, Unibéton

Gros œuvre ouvrages d'art : Norpac, Quille, SGTN, GTM, Demathieu et Bard, Botte Sade

### TECHNIQUE

## Le viaduc de la Somme

Long de 460 m, le viaduc de la Somme est un des ouvrages phares de l'autoroute A 29. Constitué de neuf piles et de deux culées, il franchit le canal du Nord, la Somme et un marais. Six piles sont donc plongées dans l'eau. La portée maximale du tablier mixte sera de 58 m (franchissement du canal) pour une portée moyenne de 47 m. Dans leur grande majorité, les piles sont composées de pieux et de semelles (1,30 et 1,60 m de diamètre), sauf pour deux d'entre elles, composées de deux pieux, de deux fûts et de chevêtres. Les pieux les plus profonds plongent à 37 m sous le niveau du sol. Pour pouvoir travailler sans problème d'accès, le viaduc de la Somme a nécessité la construction d'une estacade de 260 m de long pour permettre la circulation des engins, et notamment des toupies. Une fois terminé, le viaduc aura nécessité la mise en œuvre de 1 000 tonnes d'armatures, de 9 000 m<sup>2</sup> de coffrages et de 5 000 m<sup>3</sup> de béton prêt à l'emploi.



>>> Afin de pouvoir travailler dans le marais, une estacade provisoire a été construite.

Elle a permis aux engins de circuler, notamment aux toupies venant livrer le BPE nécessaire au coulage des piles du viaduc.