



© SÉBASTIEN MARCHAL

VIADUC DE LA NOUVELLE ROUTE DU LITTORAL (NRL) À LA RÉUNION : PRÉFABRICATION DU TABLIER

AUTEURS : PASCAL ALBERTELLI, INGÉNIEUR TRAVAUX, VINCI CONSTRUCTION GRANDS PROJETS - LUC RICHARD-HULIN, INGÉNIEUR PRINCIPAL MÉTHODES, VINCI CONSTRUCTION GRANDS PROJETS - DAVID BOREL, RESPONSABLE MÉTHODES, BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS - DIDIER PRIMAULT, DIRECTEUR ADJOINT MÉTHODES, VINCI CONSTRUCTION GRANDS PROJETS - PHILIPPE JUILLIEN, RESPONSABLE DES SITES DE PRÉFABRICATION, DEMATHIEU BARD CONSTRUCTION

LE CHANTIER DE LA NOUVELLE ROUTE DU LITTORAL SE SITUE SUR L'ÎLE DE LA RÉUNION ET RELIERA LES COMMUNES DE SAINT-DENIS ET DE LA-POSSESSION. OUVRAGE TOUT BÉTON, LA CONSTRUCTION DU VIADUC EN MER DE 5 400 m EST ENTIÈREMENT PRÉFABRIQUÉE : FONDATIONS, PILES ET TABLIER. COMPOSÉ DE 1 386 VOUSOIRS, LE TABLIER EST RÉALISÉ SUR UN SITE DE PRÉFABRICATION DÉDIÉ À LA PRODUCTION DES VOUSOIRS COURANTS ET DES VOUSOIRS SPÉCIAUX DU VIADUC.

MODE DE CONSTRUCTION

L'ouvrage en béton est entièrement préfabriqué : fondations, piles et tablier. Les embases et chevêtres des appuis sont préfabriqués sur une aire dédiée dans le port, puis embarqués et mis en place au moyen de la barge *Zourite*. Le tablier est préfabriqué en voussoirs sur une aire dédiée dans la zone arrière du port Est.

Les voussoirs sur pile et les 2 premières paires de voussoirs courants de chaque fléau sont transportés, puis

assemblés sur l'aire de préfabrication des piles et embases.

Les ensembles ainsi constitués (Méga VSP) sont transportés en mer et mis en place sur les chevêtres des piles au moyen de la barge *Zourite*. Les autres voussoirs sont ensuite mis en place par encorbellements successifs au moyen d'une poutre de lancement évoluant sur le tablier.

Le marché est réalisé sur une variante du projet de base proposée par le groupement d'entreprises. Le DCE proposait

1- Vue du site côté stockage.

1- View of the site at storage end.

2 solutions de base pour le tablier du viaduc :

- Caisson en béton à hauteur constante avec des portées de 100 m ;
- Caisson en béton à hauteur variable avec des portées de 120 m.

La variante du groupement est un aménagement de la solution en caisson à hauteur variable avec portées de 120 m du DCE. Le groupement y a apporté les principales modifications suivantes (figure 2) :

- Un découpage en voussoirs de 4 m de long (au lieu de 2,30 m) ;
- Un câblage de précontrainte correspondant à ce découpage ;
- Une section du caisson sans nervure avec hourdis supérieur précontraint dans le sens transversal.

DESCRIPTION

Le tablier est constitué d'un caisson en béton à 2 âmes inclinées et à hauteur variable avec une largeur de 28,90 m. La hauteur du caisson varie de 7,30 m à l'axe de la pile à 3,80 m à mi-portée. L'ouvrage, d'une longueur de 5400 m environ, est découpé en 7 viaducs identiques de 773 m chacun séparés par des joints de dilatation. Chaque viaduc est composé de 5 travées de 120 m et 2 travées de rive de 84,6 m.

Chaque viaduc de 773 m est découpé en 6 fléaux de 120 m et 2 travées de rive de 26,30 m séparés par des joints de clavage de 0,28 m et 0,25 m.

Chacun des 42 fléaux de 120 m de long est constitué d'un voussoir sur pile de 7,30 m en 3 éléments et de 28 voussoirs courants de 4,015 m (14 par ½ fléau) préfabriqués à joints conjugués.

Une travée de rive est constituée d'un voussoir sur culée ou sur pile culée et de 5 voussoirs préfabriqués à joints conjugués.

Au total, le tablier préfabriqué est constitué de :

→ 126 voussoirs sur pile VSP ;



© VIADUC LITTORAL

2- Voussoir courant.
3- Aire de pré-fabrication.

2- Intermedia-te segment.
3- Prefabrica-tion area.

→ 1176 voussoirs courants à hauteur variable (fléaux) ;

→ 14 voussoirs sur culée ou piles-culées ;

→ 70 voussoirs à hauteur constante (travées de rive).

Soient 1386 voussoirs représentant un volume de 145000 m³ de béton.

PRÉFABRICATION DES FLÉAUX

PRÉFABRICATION DES VOUSSOIRS SUR PILE (figure 4)

Les voussoirs sur pile VSP sont préfabriqués en 3 éléments conjugués :

→ Un élément central de 3,90 m de long d'un volume de 258 m³ ;

→ Deux éléments latéraux de 1,70 m de long d'un volume de 115 m³.

La réalisation d'un VSP sur un long banc ayant été estimée trop longue, la cellule de préfabrication a été conçue en 2 parties afin de permettre la préfabrication en parallèle d'un élément central et de 2 éléments latéraux.

L'élément central du VSP est bétonné sur une première position dans une cellule de coffrage. À cause de son poids de 670 t, il est déplacé transversalement sur son fond de moule par un chariot jusqu'à une deuxième position dans une seconde cellule de coffrage, où les 2 éléments latéraux du VSP sont bétonnés. Après achèvement et enlèvement au portique des 2 éléments latéraux, l'élément central est déplacé hors de la cellule par le chariot jusqu'à une troisième position de stockage. ▷



© TIMENZEBOX

Il est ensuite repris par un fardier multi-essieux automoteur Goldhofer pour être stocké.

Une seule cellule permet la production en pointe d'un voussoir sur pile complet (1 élément central et 2 éléments latéraux) en 10 jours ouvrés.

PRÉFABRICATION DES VOUSSOIRS COURANTS

(figure 5)

Les voussoirs courants ont une longueur de 4,015 m. Leurs hauteurs varient de 6,791 m pour le V1 à 3,80 m pour le V14 et leurs volumes de 108 m³ à 88 m³.

Les phases de préfabrication d'un demi-fléau sont les suivantes :

- Mise en place du VSP latéral en position contre-moule dans la cellule courante ;
- Réalisation du V1 avec le VSP latéral en contre-moule ;
- Décoffrage du V1, mise au stock du VSP latéral, déplacement du V1 en position contre-moule ;
- Réalisation du V2 et des autres voussoirs jusqu'au V14 ;
- Déplacement du V13 (contre-moule du V14) en position pour mise au stock ;
- Déplacement du V14 en position pour mise au stock ;
- Remise en configuration initiale (hauteur maximale) de la cellule : noyau intérieur, fond de moule et rehausses ;
- Redémarrage du cycle par la mise en place d'un VSP latéral.

Chaque voussoir courant est produit sur un cycle à 2 jours :



4 © VADUC LITTORAL

- 1^{er} jour : précontrainte transversale du hourdis supérieur du voussoir N-1, décoffrage du voussoir N-1, déplacement du voussoir N-1 en position contre-moule, mise en place de la cage d'armatures du voussoir N, fermeture des coffrages ;

→ 2nd jour : bétonnage du voussoir N. Les voussoirs courants d'un demi-fléau sont réalisés à joints conjugués dans des cellules de type court. Six cellules permettent la production en pointe de 3 voussoirs courants par jour.

Les armatures sont préassemblées en cages mises en place d'un seul tenant dans la cellule au moyen d'un portique. Le béton est mis en place dans les cellules de coffrage par pompage au

**4- Cellule de VSP.
5- Cellule de voussoir courant.**

**4- Segment-on-pier unit.
5- Intermediate segment unit.**

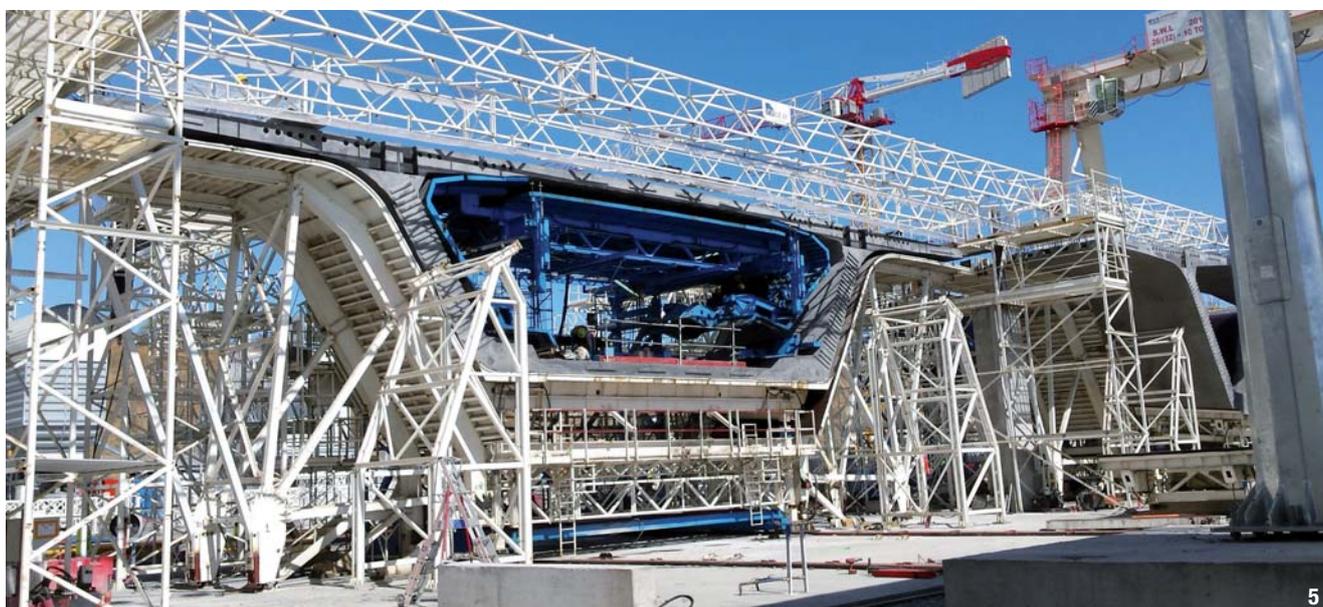
moyen 2 pompes stationnaires installées sous les malaxeurs des centrales à béton. Le béton est pompé par un réseau de canalisations jusqu'aux cellules, où il est mis en place dans les coffrages au moyen de bras distributeurs de 18 m de rayon montés sur des mâts fixes. 9 mâts sont implantés auprès des cellules et 4 bras de distri-

bution sont déplacés de mât en mât selon les bétonnages. La vibration du béton est réalisée au moyen d'aiguilles vibrantes (figure 6).

PRÉFABRICATION DES TRAVÉES DE RIVE

Chaque travée de rive (TdR) est constituée de 5 voussoirs courants de 4,275 et 4,400 m de long à hauteur constante 3,80 m et d'un voussoir sur pile ou sur pile-culée de 4,300 m de long. Les 5 voussoirs courants sont conjugués. Un joint de clavage de 0,25 m est réalisé in situ entre le voussoir de culée et les voussoirs courants.

La travée de rive étant droite, les voussoirs courants sont préfabriqués sur un long banc. Le voussoir de culée d'un



5 © VADUC LITTORAL



6

© VIADUC LITTORAL

volume de 200 m³ est réalisé séparément dans une cellule dédiée. Il est déplacé hors de la cellule au moyen d'un fardier multi-essieux automoteur Goldhofer à cause de son poids élevé (520 t).

INSTALLATIONS

L'usine de préfabrication des voussoirs (figure 7) est située sur le domaine dédié aux activités portuaires du port, dans une ancienne carrière sur une aire de 10 ha environ.

L'accès à la zone se fait par une rampe à 5% pour les véhicules légers et pour l'approvisionnement de l'usine. Les voussoirs sont transportés vers le site de pose sur des fardiers multi-essieux automoteurs Goldhofer en

6- Bétonnage d'un voussoir courant.

7- Vue aérienne du site.

6- Concreting an intermediate segment.

7- Aerial view of the site.

empruntant une piste de chantier dans la carrière. La configuration de l'usine a été étudiée pour tenir compte des contraintes particulières du projet :
→ Stockage des voussoirs de grande taille ;

- Production du béton sur le site ;
- Accès principal par une rampe ;
- Séparation des flux (véhicules légers, approvisionnement de l'usine et transports voussoirs) ;
- Saturation des engins de levage ;
- Interférences des grues et portiques.

AIRES DE PRÉFABRICATION

Les cellules de préfabrication des voussoirs (figure 8) occupent 3 zones pour une surface totale de 10 400 m². Les cellules TdR et VSP sont installées sur une aire de 2 800 m² sous le portique de stockage. Les 6 cellules de voussoirs courants sont alignées parallèlement au stock de voussoirs sur une aire de 5 200 m².

Les rehausses de fonds de moule des cellules courantes sont stockées et assemblées sur une aire parallèle de 2 300 m².

CENTRALE À BÉTON

Le béton du projet est produit sur le chantier. Sur une aire de 9 600 m², trois centrales à béton ELC 3000 (débit 80 à 100 m³/h) sont installées, ainsi qu'un stockage de granulats de 1 725 m³, une unité de production d'eau glacée et de paillettes de glace, une trémie d'attente Secatol de 10 m³, deux pompes stationnaires Putzmeister BSA 1405 E (débit max 55 m³/h), une centrale de traitement des eaux Bibko, un laboratoire et un bassin d'eau industrielle. Les centrales à béton servent à alimenter la production des voussoirs et la production des embases et chevêtres des appuis (figure 9).

ASSEMBLAGE DES ARMATURES

Les armatures, coupées et façonnées en usine, sont stockées sur le site, pré-assemblées en cages dans des gabarits, puis mises en place d'un seul bloc dans les cellules.
Trois aires de 6 500 m² chacune sont dédiées au stockage et à l'assemblage des armatures, deux pour les voussoirs courants des fléaux et une pour les VSP et voussoirs des travées de rive.

Les armatures des voussoirs courants des fléaux sont d'abord assemblées en sous-ensembles - hourdis inférieurs, âmes et hourdis supérieurs dans des pré-gabarits. L'assemblage final des sous-ensembles est réalisé dans 6 gabarits complets au rythme de 3 cages par jour en pointe (figure 10).



© LOTDRONE

7



8 © SÉBASTIEN MARCHAL

Les armatures des voussoirs sur pile sont assemblées en cages complètes sur des gabarits-retourneurs.

Les cages étant plus hautes (7,30 m) que longues (1,70 m et 3,90 m), il est plus ergonomique de les assembler sur la tranche sur un plateau mobile servant de gabarit.

Après achèvement de la cage, le plateau est basculé à 90° au moyen du portique redressant la cage verticalement, qui est placée ensuite dans la cellule (figure 11).

STOCKAGE DES VOUSOIRS

Le stockage des voussoirs est organisé sur 3 niveaux pour les voussoirs de travée de rive, 2 niveaux pour les voussoirs courants V3 à V14 et sur un seul niveau pour les voussoirs courants

V1 et V2 et les voussoirs spéciaux (VSP latéraux). Les voussoirs courants sont posés sur 2 longrines longitudinales en béton axées sur les âmes des voussoirs.

L'aire de stockage s'étend sur 20 200 m² et a une capacité de 310 voussoirs - 290 courants et 20 spéciaux (VSP latéraux), soit 23% de la production totale (figure 12).

Les voussoirs sont levés et déplacés à l'aide d'un portique sur rails d'une capacité de 350 t, qui permet de lever les voussoirs les plus lourds (VSP latéraux de 305 t). Le portique a une portée de 65 m et une hauteur sous poutre de 24 m et sous palonnier de 21 m.

Les voussoirs sur pile-culée (520 t) et les éléments centraux (670 t) sont déplacés au moyen des fardiers multi-

8- Cellules des voussoirs courants.

9- Centrales à béton.

10- Gabarits d'assemblage des armatures des voussoirs courants.

8- Intermediate segment units.

9- Concrete mixing plants.

10- Jigs for assembly of intermediate segment frames.

essieux automoteurs de transport Goldhofer et sont stockés en dehors de la zone couverte par le portique de 350 t.

MOYENS DE LEVAGE

L'aire de préfabrication est desservie par 4 grues à tour et 2 portiques sur rail :

→ **G1** - une grue à tour Potain K5/50 avec une flèche de 60 m et une hauteur sous crochet de 45 m sur une voie de 130 m de longueur. Cette grue sert à la manutention des coffrages des cellules courantes (fonds de moule et châssis de calage) et à tous les levages nécessaires sur un atelier de préfabrication. Elle peut servir, en secours, au bétonnage des voussoirs à la benne.





11
© VIADUC LITTORAL



12
© SÉBASTIEN MARCHAL

- **G2 et G4** - deux grues à tour Potain MDT 368 avec flèches de 50 m et hauteurs sous crochet de 36 m sur voies de 40 m de longueur. Ces grues servent au déchargement des armatures, à la manutention des armatures et à la mise en place dans les gabarits des sous-ensembles d'armatures pour les voussoirs courants des fléaux.
- **G3** - une grue à tour Potain MD485 avec une flèche de 60 m et une hauteur sous crochet de 46 m sur une voie de 65 m de longueur.

11- Gabarits d'assemblage des armatures des VSP.

12- Stockage des voussoirs courants.

11- Jigs for assembly of segment-on-pier frames.

12- Intermediate segment storage.

- **P1** - un portique pour la mise en place des cages d'armatures des cellules courantes de 32 t de

capacité et de 27 m de largeur. Ce portique couvre les gabarits d'armatures et les cellules courantes. Il se déplace sur une voie de 284 m de longueur.

- **P2** - un portique de 350 t de charge et de largeur 65 m sur une voie de 470 m de longueur, ce portique sert au stockage et au chargement des voussoirs courants et éléments latéraux des VSP. □

PRINCIPALES QUANTITÉS

- 1 386** voussoirs
- 145 000 m³** de béton
- 10** cellules de coffrage :
 - 6 cellules de voussoirs courants
 - 1 cellule pour le VSP central
 - 1 cellule pour les VSP latéraux
 - 1 cellule de voussoir sur culée et pile-culée
 - 1 banc de travées de rive
- 3** centrales à béton ELC 3000
- 4** grues à tour
- 2** portiques : 26 t et 350 t

PRINCIPAUX INTERVENANTS

MAÎTRE D'OUVRAGE : Région Réunion

MAÎTRE D'ŒUVRE : Egis

GROUPEMENT D'ENTREPRISES DU MARCHÉ VIADUC :

Vinci Construction Grands Projets (mandataire), Bouygues Travaux Publics, Dodin Campenon Bernard, Demathieu Bard Construction

ARMATURES : Samt et Welbond

CELLULES DE COFFRAGE VC ET TDR : Ersem

CELLULES DE COFFRAGE VSP : Simpra

GABARITS D'ARMATURES : Coffrage&quipage

PORTIQUE 350 t : Deal

PORTIQUE 26 t : Bvs

CENTRALE À BÉTON : Europ'Équipement

TUBES CINTRÉS : Bartec

PRÉCONTRAÎTE : Groupement Freyssinet-Vsl

ABSTRACT

VIADUCT ON THE NEW COASTAL ROAD ("NRL") ON REUNION ISLAND: DECK PREFABRICATION

PASCAL ALBERTELLI, VINCI - LUC RICHARD-HULIN, VINCI - DAVID BOREL, BOUYGUES TP - DIDIER PRIMAULT, VINCI - PHILIPPE JUILLIEN, DEMATHIEU BARD CONSTRUCTION.

The sea viaduct of the New Coastal Road on Reunion Island is entirely prefabricated: foundations, piers and deck. A dedicated 10-hectare prefabrication plant allows industrial production of 1,386 bridge segments to execute the 5.4km deck. Executed by match casting, the segments on piers, intermediate segments and end-span segments are prefabricated in 10 formwork units. Given the heavy weight of the components, up to 670 tonnes, a special site organisation and lifting equipment are needed. A dedicated concrete mixing plant is established on the production site. □

VIADUCTO DE LA NUEVA CARRETERA DEL LITORAL EN LA REUNIÓN: PREFABRICACIÓN DEL TABLERO

PASCAL ALBERTELLI, VINCI - LUC RICHARD-HULIN, VINCI - DAVID BOREL, BOUYGUES TP - DIDIER PRIMAULT, VINCI - PHILIPPE JUILLIEN, DEMATHIEU BARD CONSTRUCTION.

El viaducto sobre el mar de la Nueva Carretera del Litoral de La Reunión ha sido totalmente prefabricado: cimientos, pilotes y tablero. Una planta de prefabricación específica de 10 ha produce de forma industrial las 1.386 dovelas de la construcción para formar los 5,4 km de tablero. Realizadas con juntas conjugadas, las dovelas sobre pilote, las dovelas corrientes y las dovelas de vano de extremo se prefabrican en 10 células de encofrado. El peso importante de los elementos, hasta 670 t, requiere una organización particular del emplazamiento y medios de elevación. Se ha instalado una central de hormigón específica en el lugar de producción. □