

WHARF DE LAAYOUNE : REMPLACEMENT DE DEUX TABLIERS EN BÉTON PRÉCONTRAIT ET RÉPARATION DES APPUIS

Kamel DOGHRI
SOFEQ

DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

Le wharf de Laayoune est un VIPP de 3150 m de long composé de double tablier continués de 75 travées isostatiques de 45m de portée et de deux quais de chargement .



Photo de l'ouvrage

L'ouvrage a été construit en 1968 et, est en service depuis sa construction.

La vocation de ce wharf est le chargement du phosphate sur des bateaux de 80 000 Tonnes destiné à l'exportation.

Le phosphate est extrait d'une mine à ciel ouvert qui se trouve à 100 kms à l'est vers la frontière Algérienne.

Ce minerai est transporté par bandes sur plus de 100 kms jusqu'à Laayoune où il est lavé et traité puis acheminé vers les bateaux via un des deux tabliers de ce wharf.

Le second tablier sert de route pour le déplacement des véhicules d'entretien et de transport du personnel.

PATHOLOGIE

Le lavage du phosphate nécessite une quantité d'eau importante. Cette eau est pompée au large au niveau de 1750 m puis acheminée vers l'usine de traitement via une conduite diamètre 900 mm.

Cette dernière n'étant pas entretenue, n'est plus étanche et l'eau de mer coule sur les poutres en béton précontraint ce qui augmente la corrosion des armatures et l'éclatement du béton jusqu'à la rupture de certains câbles de précontrainte au droit des talons.



Rupture de câbles de précontrainte

TECHNIQUES DE RÉPARATION

1- Renforcement des Piles

Les piles ont un diamètre de 2.5 m et sont creuses avec une paroi de 20 cm d'épaisseur et elles sont précontraintes verticalement.

Une ouverture a été créée en partie haute pour créer un passage d'homme, puis une armature passive a été rajoutée à l'intérieur puis bétonné sur toute la hauteur, ensuite un repiquage extérieur a été réalisé avec un chemisage par tôles métalliques épaisseur 10 mm cintrées a été excécuté.

Le vide entre les parois extérieures de la pile et le chemisage métallique a été injecté à l'aide d'un coulis à retrait compensé.



Chemisage des piles

2- Renforcement des chevêtres

Les chevêtres préfabriqués ont été repiqués, une armature passive rajoutée puis un ragréage par coulage de béton à l'aide de coffrage extérieur.



Réparation des chevêtres

3- Enlèvement des poutres du tablier route

La méthode adoptée est de découper le bi-poutre en béton précontraint en 3 morceaux de 100 T chacun et de le déposer au fond de l'eau, puis le remplacer par des caissons métalliques de 45 m de portée et de 80 T.

Pour ce faire, une poutre métallique de lancement équipée de machines de découpe au câble diamant et de 12 vérins à câbles a été conçue et mise en place.

Cette poutre de lancement s'appuie uniquement tous les 45 m sur les chevêtres réparés.

Cette poutre de lancement sert au supportage du bi-poutre en béton précontraint pendant la découpe pour la descente des 3 morceaux.

Une fois la travée vidée de son tablier en béton précontraint, un caisson métallique est amené par roulage depuis la digue (niveau de la culée à terre)

Pour le passage du caisson sur la travée concernée, une poutre métallique treillis a été amenée par flottage puis hissée par vérins à câble.

Le caisson passe sur les membrures supérieures de la poutre treillis à l'aide de rouleurs express avec guides latéraux.

Une fois mis en place sur ses appuis définitifs, les prédalles sont acheminées et une dalle en béton armée est réalisée.

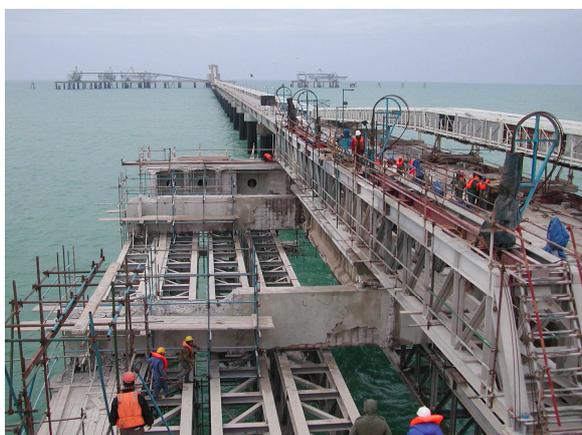


poutre de lancement équipée de 12 vérins à câble

4- Plateforme de pompage

Au milieu de l'ouvrage à 1575 m, une plateforme de pompage est constituée de 11 poutres en béton précontraint, ces 11 poutres sont entretoisées par deux entretoises de section 1x2m, ces entretoises sont précontraintes.

La méthode utilisée est de supporter toute la plateforme à l'aide de 10 poutres treillis, (un espace est resté libre pour la descente des poutres en béton), puis l'ensemble est découpé et évacué, puis les caissons métalliques sont ramenés et posés par déverinage successif et ripage.



Travaux de découpe de la plate-forme de pompage



5- Cas particulier: démontage de la précontrainte additionnelle

Une réparation antérieure (20 ans) a été réalisée: 2 travées ont été attelées ensemble à l'aide de 4 câbles en 12 T15 en précontrainte additionnelle extérieure.

Cette précontrainte a été démontée après création de massifs de réancrage de la précontrainte.

Les deux travées ont été découpées simultanément y compris la précontrainte extérieure qui se réancre dans les massifs d'ancrages au fur et à mesure de la découpe des torons.



Photo de la découpe de la précontrainte additionnelle

6- Tablier support du convoyeur

Le tablier sous convoyeur est constitué de 3 poutres précontraintes reliées entre elles par de la précontrainte transversale constituée d'un câble 4 T15 tous les 50 cm.

La poutre N°3 (coté axe de l'ouvrage) sert de support à la conduite d'eau: celle-ci a été désolidarisée des deux autres par sciage du tablier longitudinalement après dénudage des gaines et réancrage de la précontrainte.

Cette poutre est découpée et évacuée en premier et ce selon la même méthode précédemment citée.

Une contrainte supplémentaire incombe à ce tablier : le convoyeur qui est composé de deux tapis roulants doit rester en exploitation pendant toute la durée des travaux.

Ce convoyeur a été relevé sur plusieurs travées puis supporté par des poutres treillis prenant appuis sur les chevêtres libérant ainsi le tablier de ces bi-poutres.

Ce bipoutre est découpé et descendu selon la même méthode que précédemment avec des vérins à câble intégrés dans chacune des poutres (2 par poutre), ainsi la poutre en entier est découpée en un seul morceau et est évacuée, seuls les éléments sur les chevêtres sont maintenus provisoirement sur le chevêtre.

Une fois libéré de son tablier béton, un caisson métallique arrive par roulage puis ripé et descendu sur ses appuis définitif au fur et à mesure du ripage du caisson, les appuis du convoyeur sont transférés de la poutre treillis support, et la poutre treillis est descendue et évacuée par flottaison pour laisser place au caisson métallique.

7- Démontage de la machine 5



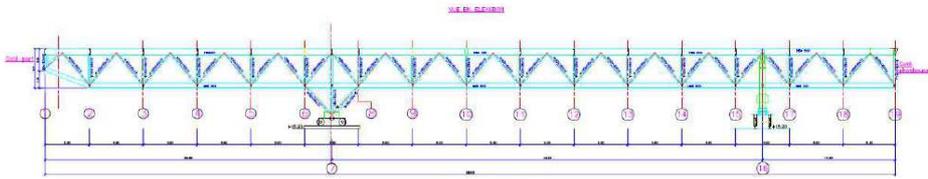
Les quais de chargement à l'extrémité de l'ouvrage, sont équipés de machines de chargement de phosphate. Ces machines reposent sur une poutre treillis de 100 m de long et 400 T de poids total.

Cette machine repose sur 2 appuis et a des porte-faux de 45m d'un côté et de 15 m de l'autre.

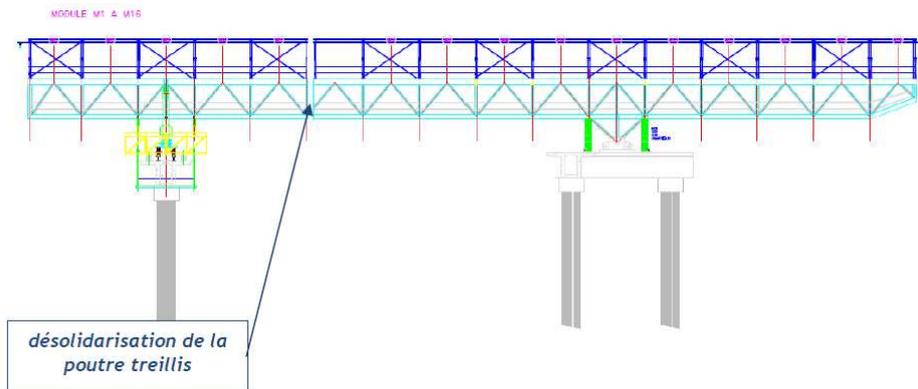
La technique utilisée est le démontage successif à l'envers.

Pour ce faire, un renforcement des appuis par brelage à l'aide de barres de précontraintes a été réalisé puis un découpage au centre.

Une fois découpée on se retrouve avec deux fléaux parfaitement symétriques et auto-stables



Le démontage est effectué ainsi par la découpe simultanée de deux modules (un de part et d'autre de l'appui de chaque fléau) jusqu'au dernier module au droit de l'appui.



DIFFERENTES TECHNIQUES UTILISEES:

- Ré-enclavage de la précontrainte extérieure additionnelle
- Ré-enclavage de la précontrainte transversale
- Répartition des bétons y compris chemisage métallique
- Découpe au câble diamant
- Vérinage, ripage et lancement
- Précontrainte à l'aide de barres de précontrainte
- Joint de chaussée.

INTERVENANTS:

- Maître de l'Ouvrage: Office Chérifien des Phosphates (OCP)
- Entreprise Générale: **SOMAGEC SUD**
- Entreprise Spécialisée: Ingénierie + travaux hydrauliques: **SOFEQ**
- Bureaux de Contrôle: SYSTRA + SOCOTEC INTERNATIONAL