SGI setec

RÉNOVATION DU PONT

FÉLIX HOUPHOUËT-BOIGNY À ABIDJAN

Présentation CERES
Université de Liège

SOMMAIRE

I. Notre mission : contexte et description

II. 1954-1957 : le projet à sa construction

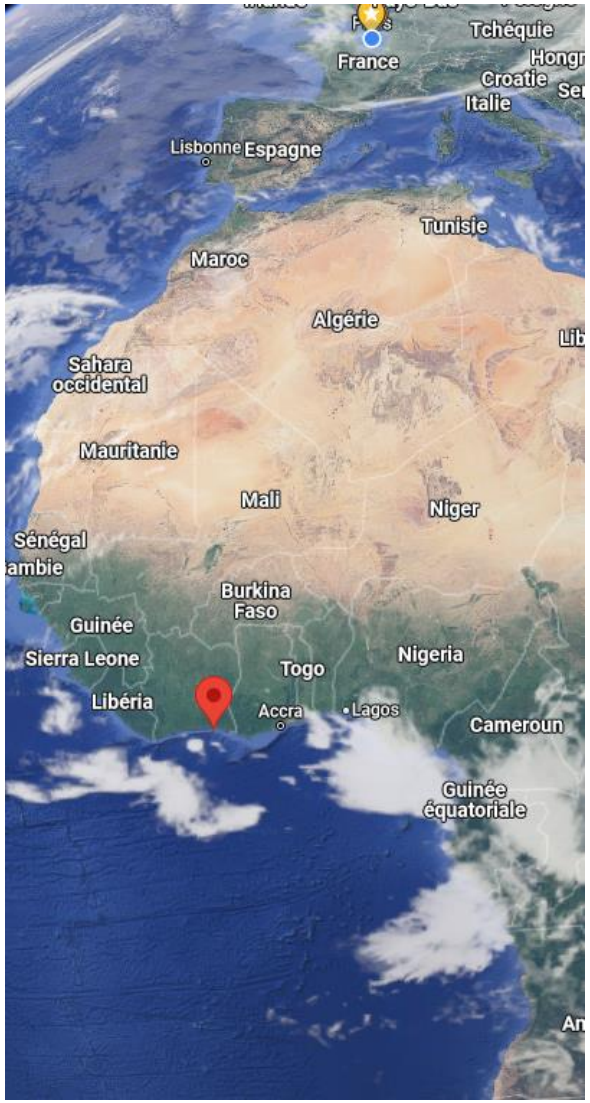
III. 1973-2013 : dégradation de l'ouvrage

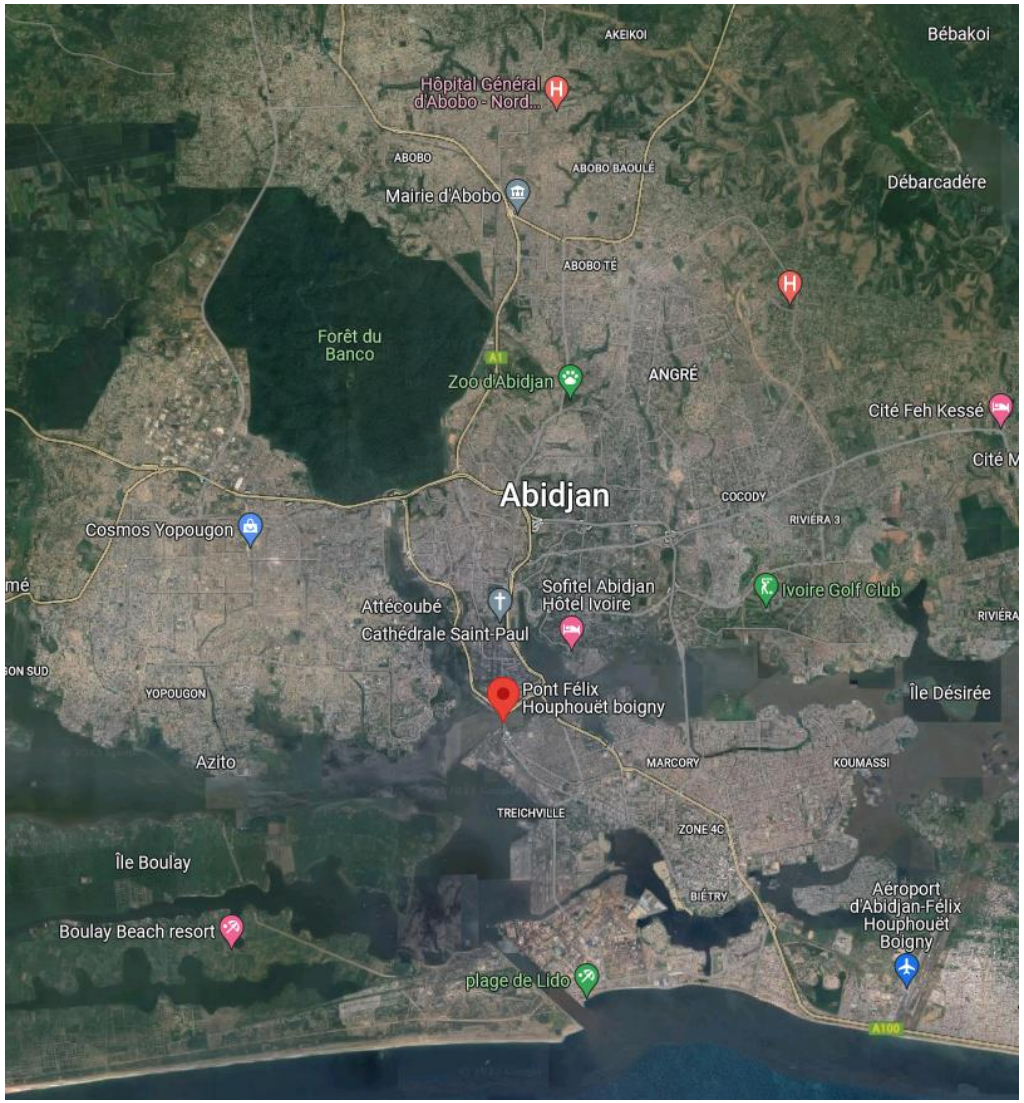
IV. 2017-2021 : la réhabilitation

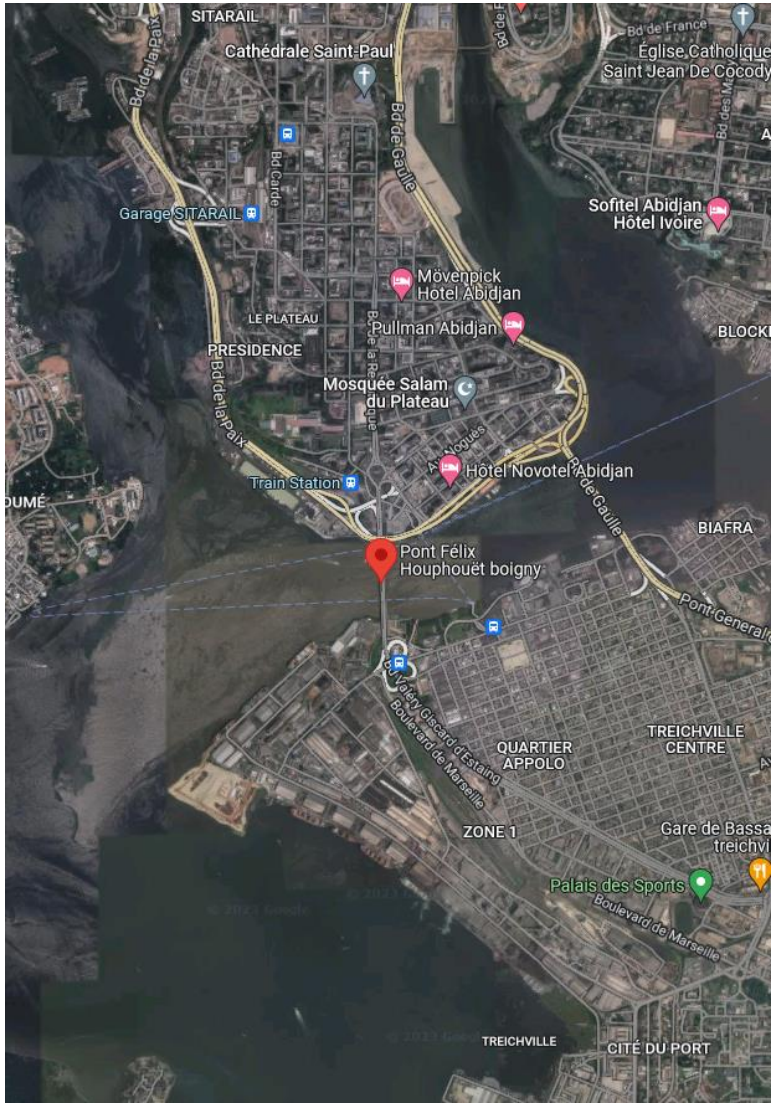
V. Vers un nouvel avenir

I. NOTRE MISSION : CONTEXTE ET DESCRIPTION

LOCALISATION







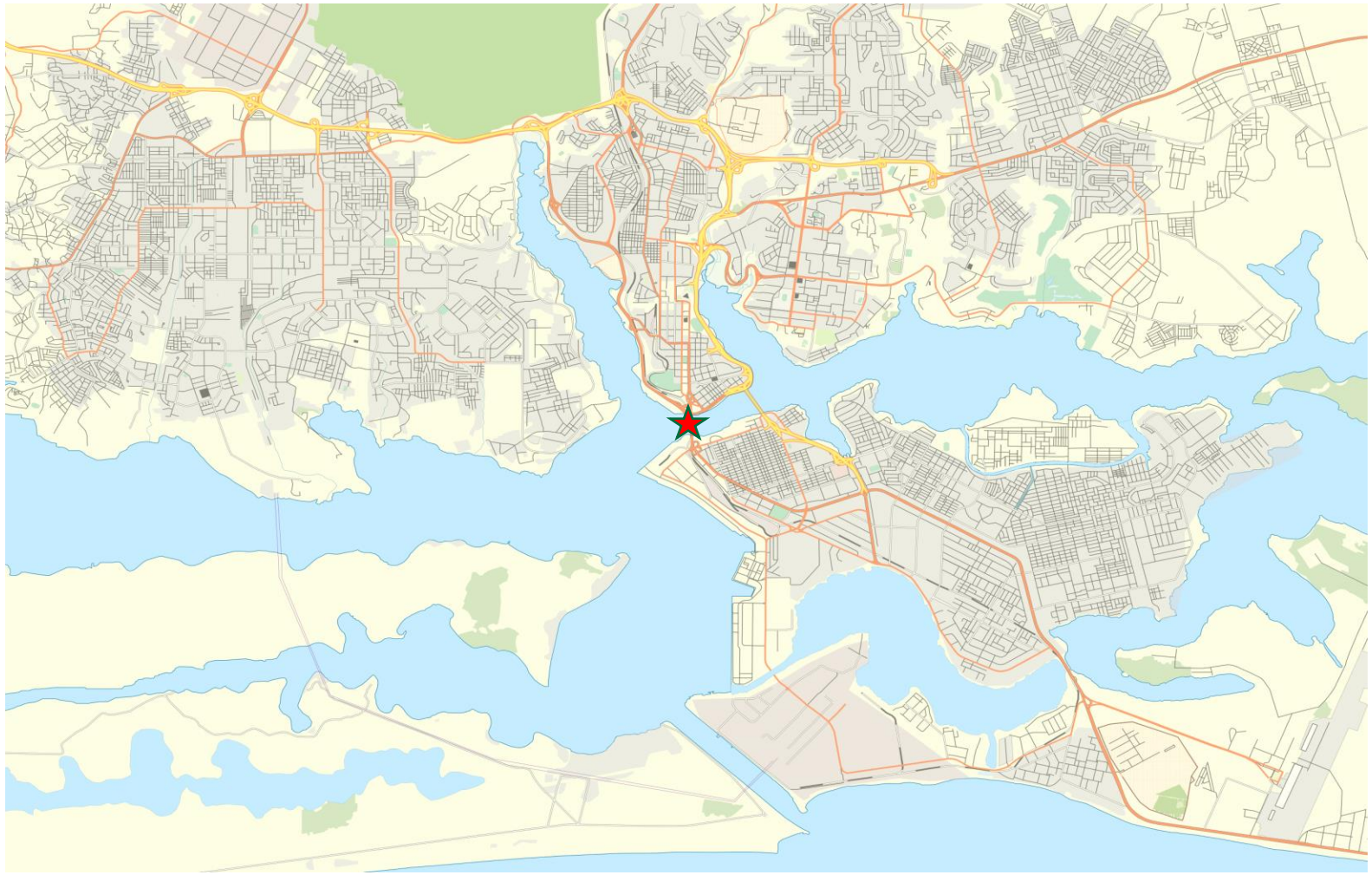
CHIFFRES CLÉS

	Côte d'Ivoire	Belgique
Superficie	322 460 km²	30 688 km²
Nombre d'habitants	27 478 000	11 593 000
Revenu moyen	2 046 €	42 690 €
PIB pour 1000 habitant	2,16 Mrd €	43,33 Mrd €
Routes	81 996 km	118 414 km
Monnaie (655,957)	Franc CFA	Euro

CONTEXTE ÉCONOMIQUE DE LA CÔTE D'IVOIRE

- Première économie de l'UEMOA (40% du PIB total de la zone)-> grande diversification unique dans son dynamisme (agricole, industrie, services,…)
- Croissance de 1,8% en 2020 alors que l'Afrique connaissait une récession de 3,4%, puis rebonds à 6,5% en 2021 (prévision pour les 5 prochaines années)
- Cadre macro-économique bien tenu avec un déficit budgétaire qui reste sous contrôle (déficit public à 5,9% du PIB en 2020)
- Véritable plateforme régionale grâce à ses infrastructure (portuaire et aéroportuaire)
- 1er producteur mondial de cacao (40% de part de marché) et 1er producteur mondial d'anacarde ou noix de cajou (20% de la production mondiale)

SITUATION GÉOGRAPHIQUE



- Axe structurant de la capitale économique de Côte d'Ivoire : il relie le port de commerce de Treichville au cœur administratif de la ville d'Abidjan, le Plateau

- 1er des ponts sur Abidjan à supporter le trafic routier au-dessus du tablier et le trafic ferroviaire à l'intérieur via 2 caissons; il reste encore à ce jour le seul pont à supporter le trafic ferroviaire pour franchir la lagune Ebrié

- Axe économique majeur de la Côte d'Ivoire en plus d'être un symbole de progrès à travers le pays et une fierté ivoirienne : 1er pont précontraint construit en Afrique

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître de l'ouvrage : Ministère des Infrastructures économiques de Côte d'Ivoire

Maître d'ouvrage délégué : AGEROUTE : Agence de Gestion des Routes de Côte d'Ivoire

AMO/Concepteur en phase APD/DCE/JO : EGIS JMI

Maîtrise d'œuvre : SGI/SETEC TPI/IETF

Entreprise : Groupement Eiffage Infrastructures/ SPIE Fondations

Financement : Agence Française de Développement

MISSION DE LA MAÎTRISE D'ŒUVRE

Mission de maîtrise d'œuvre portant sur le suivi et le contrôle des travaux de réhabilitation du pont Félix Houphouët-Boigny

- Vérification des études techniques d'exécution et du PGES fournis par l'entreprise
- Contrôle et suivi de la qualité des travaux et des quantités
- Vérification de la mise en œuvre des travaux ainsi que la vérification des mesures d'atténuation des impacts environnementaux
- Vérification des situations financières établies par l'entreprise
- Assistance au maître d'ouvrage délégué dans les opérations de réception

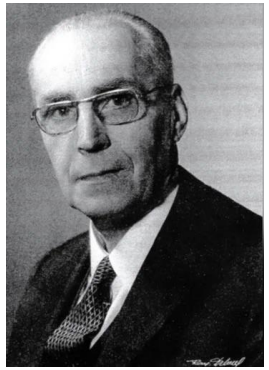
II. 1954-1957 : LE PROJET A SA CONSTRUCTION

LE PONT FLOTTANT

Remplace un pont flottant

Les techniques les plus innovantes à l'époque, en matière de fondations et d'ouvrages en béton précontraint préfabriqué

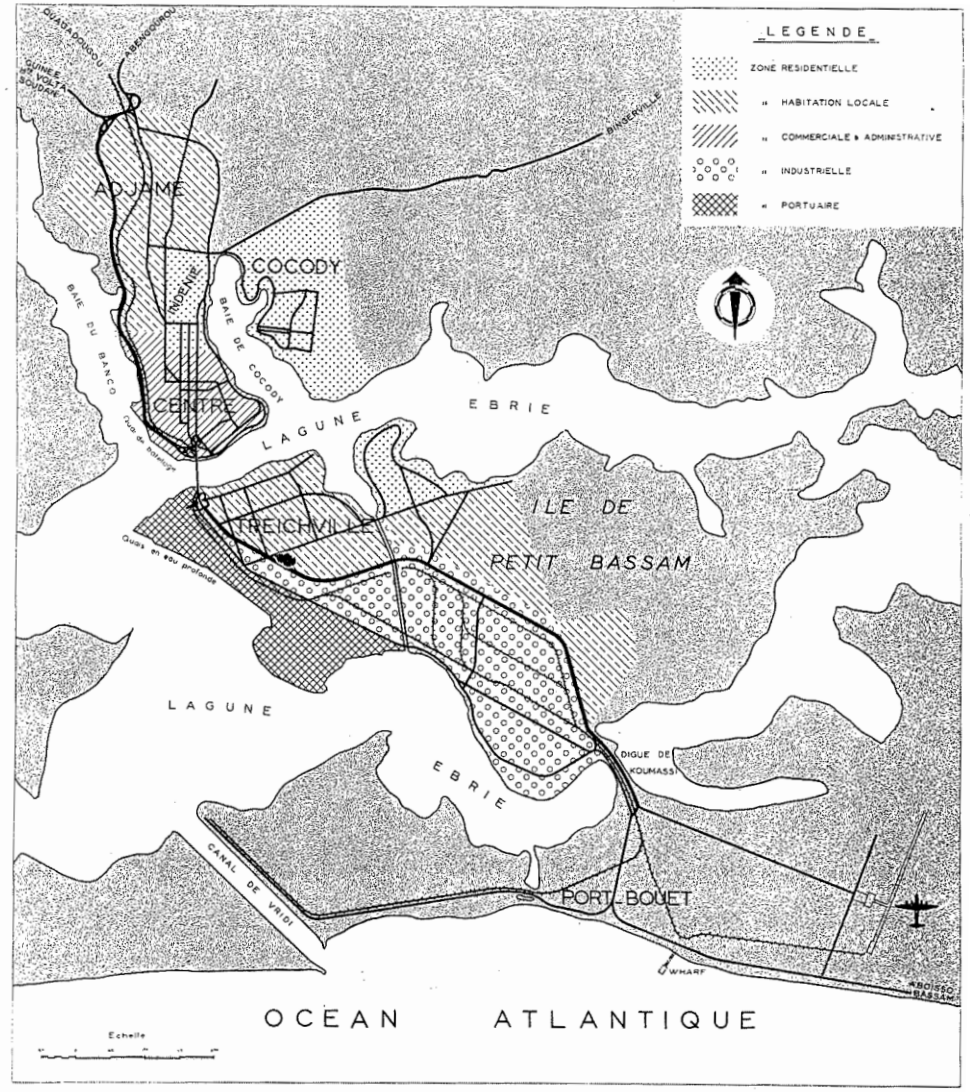
1954 - 1957 Construction



Nicolas Esquillan

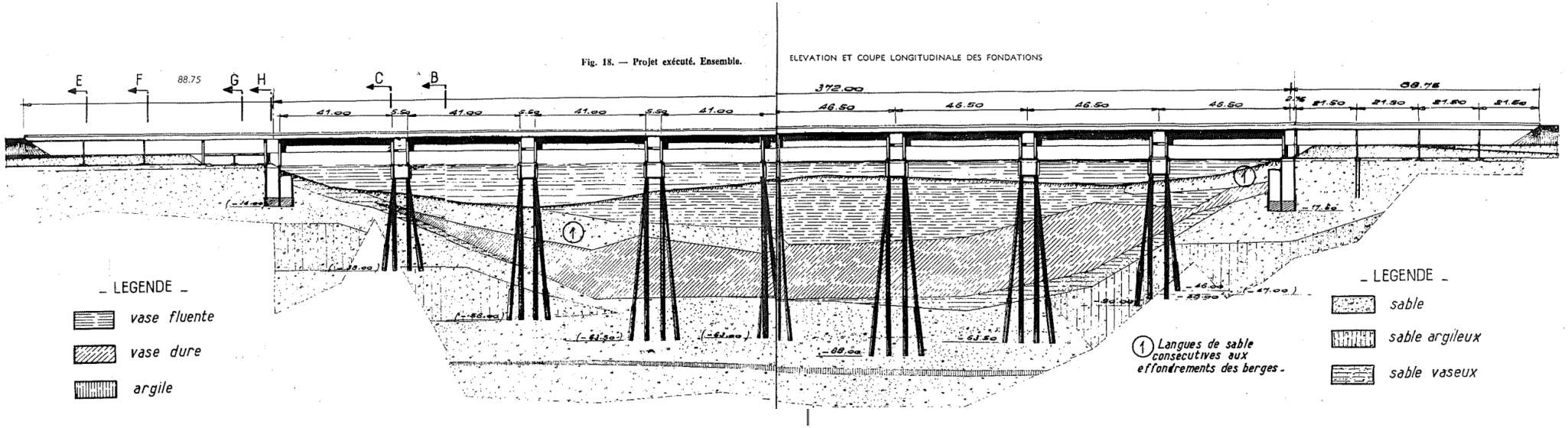
CNIT - 1958

Pylônes du pont de Tancarville 1959

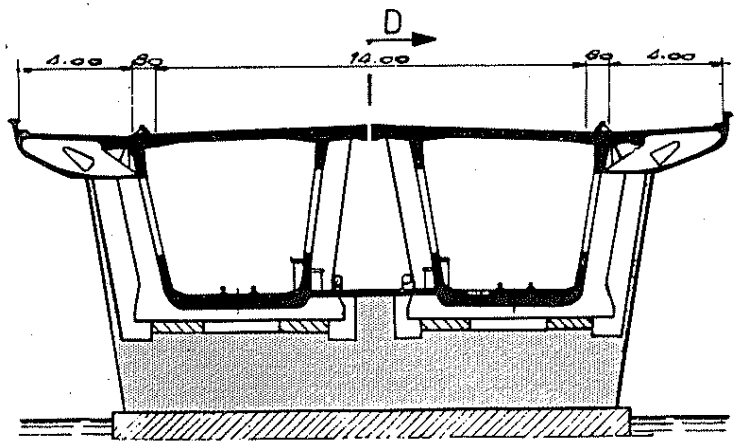


Un ouvrage majeur du plan de circulation d'Abidjan

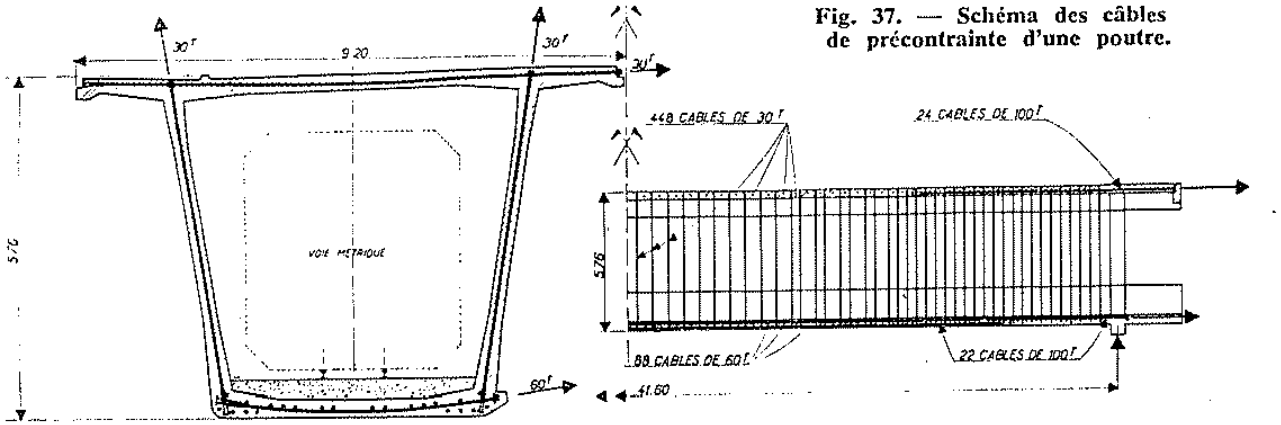
DESCRIPTION DE L'OUVRAGE



Elévation générale

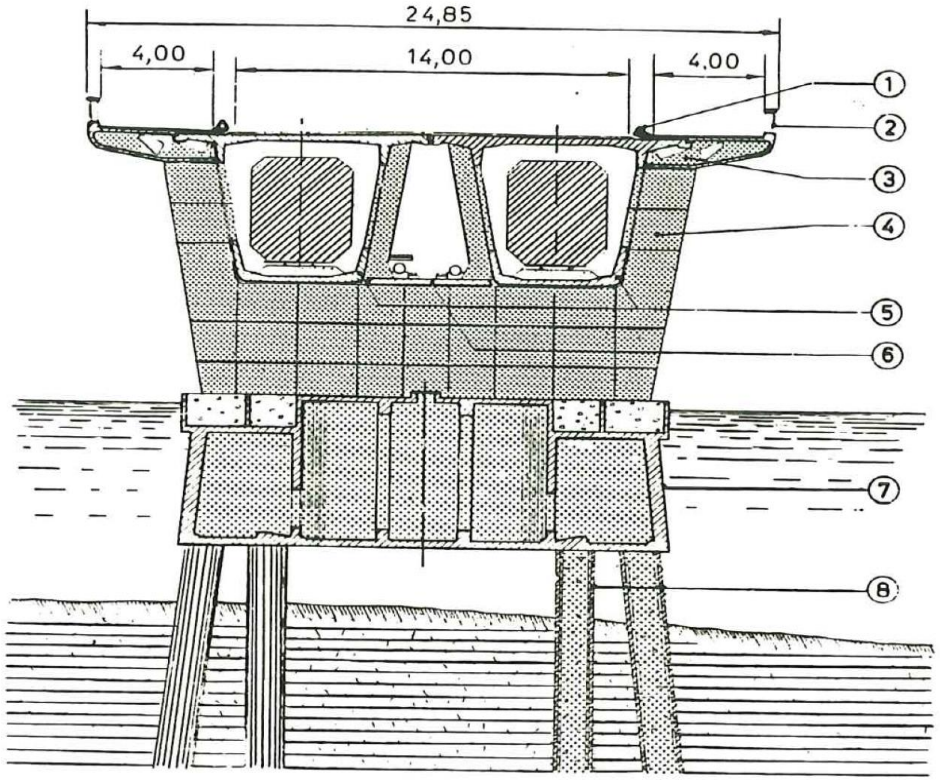


Coupe transversale



Précontrainte transversale

UNE PRÉFABRICATION



1. Bordures de sécurité.
2. Garde-corps.
3. Coffres sous pistes.
4. Coffres de piles.
5. Poutres tubulaires.
6. Dalles sous canalisations.
7. Caissons de pile.
8. Gaines de puits.

FIG. 11. — **Coupe sur pile. Divers éléments préfabriqués.**

Caissons préfabriqués

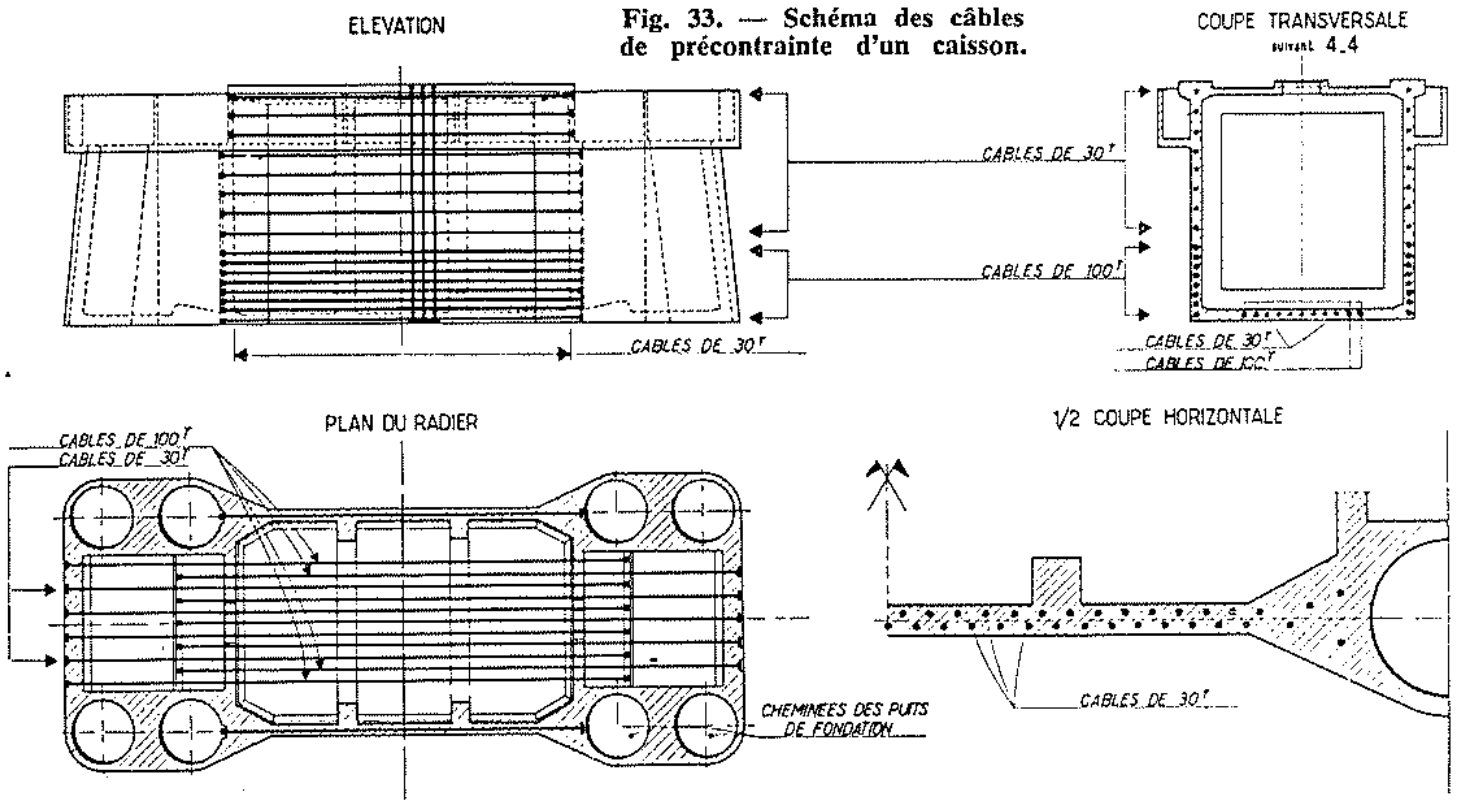
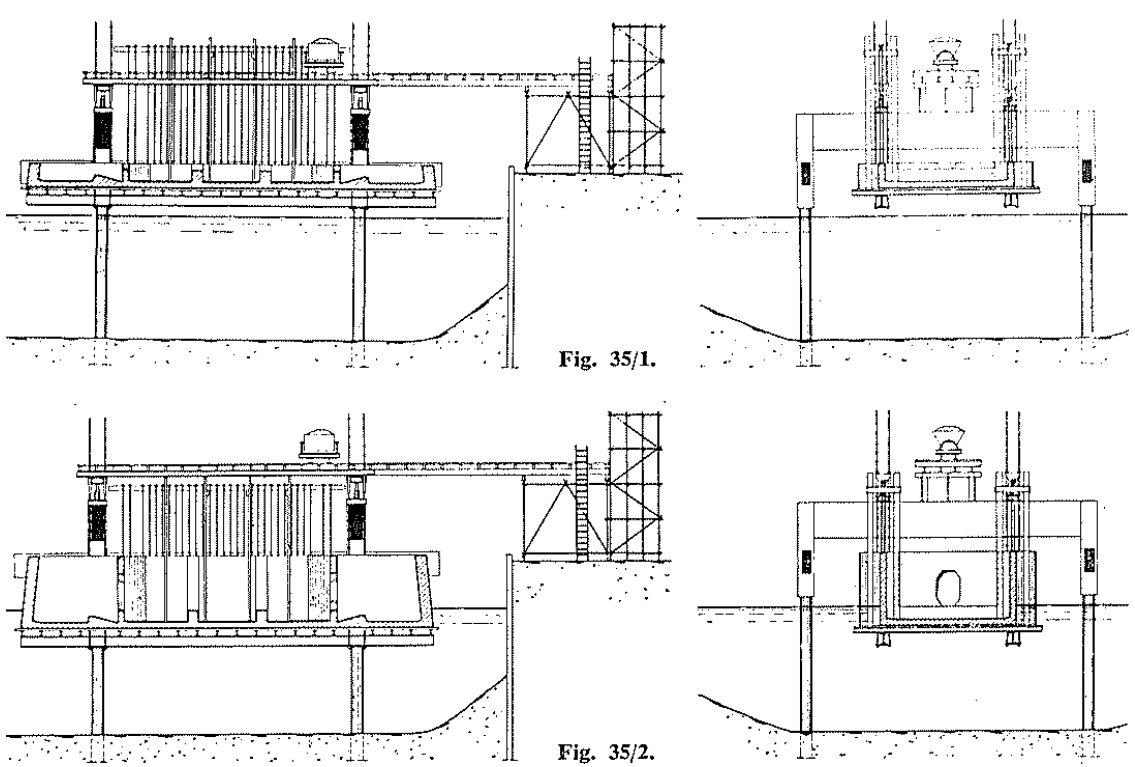
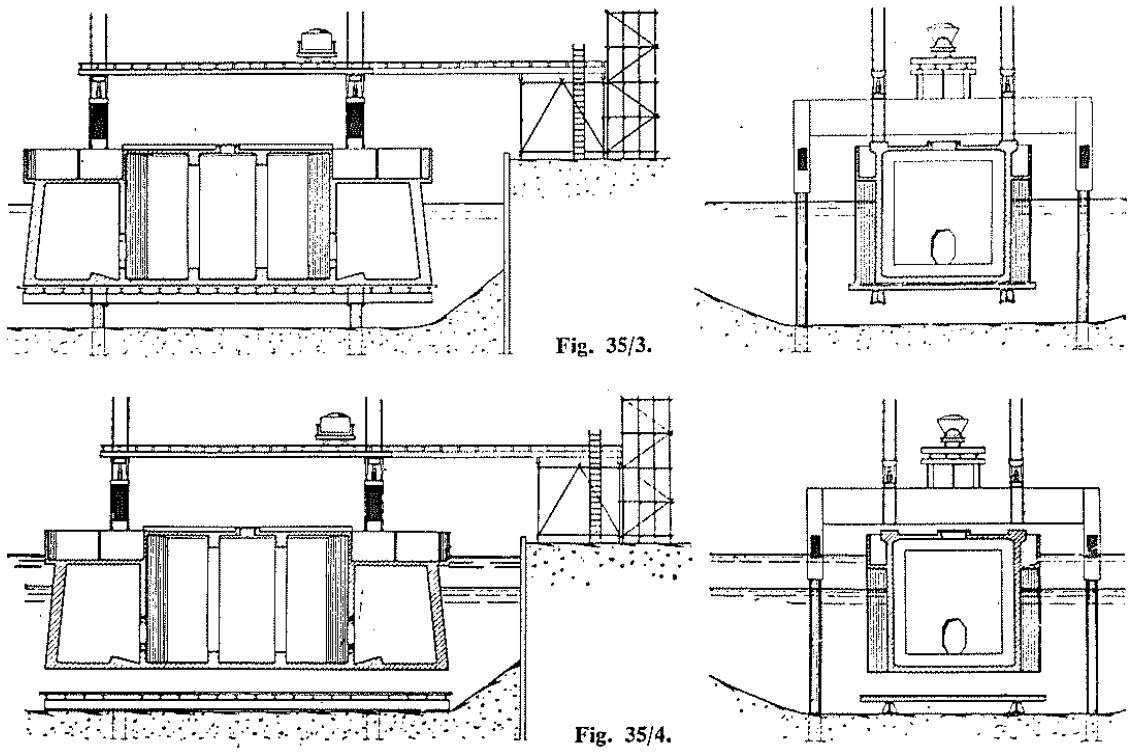


Fig. 33. — Schéma des câbles de précontrainte d'un caisson.

Précontrainte des caissons

UNE PRÉFABRICATION





Pose des caissons

LES FONDATIONS

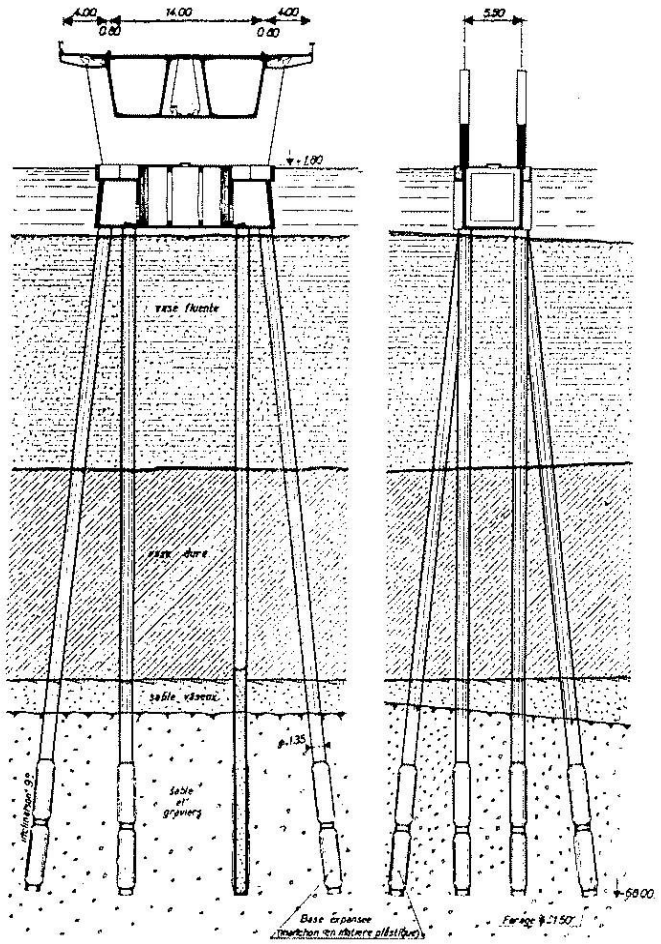
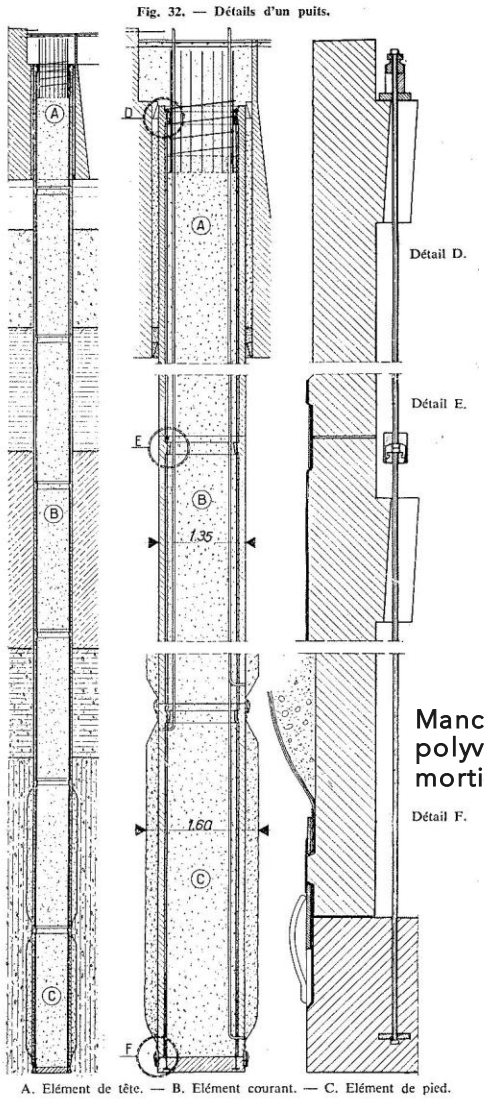


Fig. 10. — Fondations des piles en lagune. Projet d'exécution.

Puits colonnes



Manches extensibles en polyvinyle gonflées au mortier de ciment

Détails des puits colonnes

2e pont Abidjan – 1967

Pont de Maracaibo - 1962

LE TABLIER

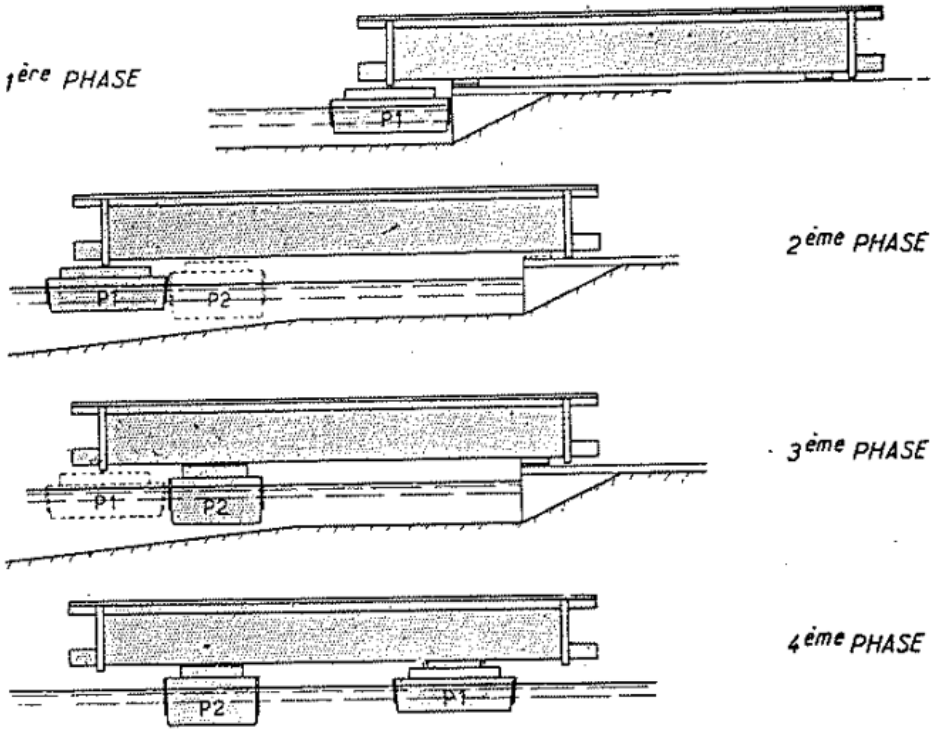
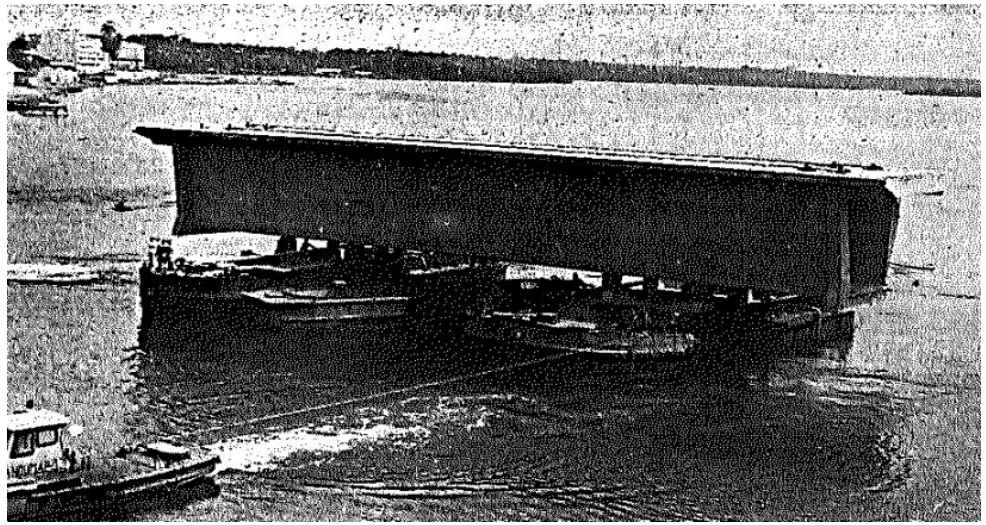
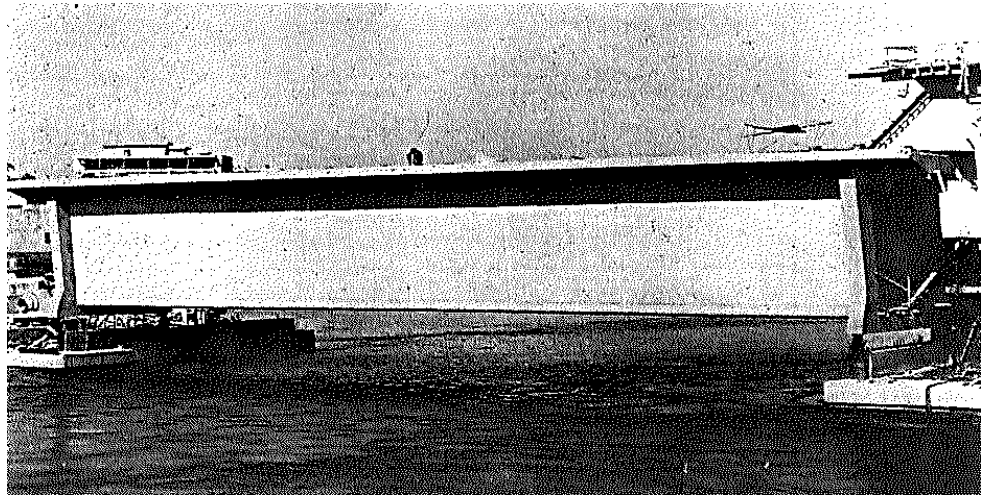


Fig. 44. — Phases de transport sur chalands.

Phasage





Pose des caissons de tablier

III. 1973-2016: DÉGRADATION DE L'OUVRAGE

PATHOLOGIES DE L'OUVRAGE (À PARTIR DE 1974)

Pathologies des pieux :

- Disparition des morceaux de béton provenant des chemises préfabriquées laissant apparents des câbles de précontrainte dont plusieurs cassés avec des ruptures caractéristiques d'une corrosion fissurante sous tension
- Détérioration du béton de remplissage à l'endroit des ruptures de précontrainte sur une épaisseur

Pathologie des piles :

- Dégradation du béton et du renforcement à la base des piles par les embruns et les éclaboussures d'eau salée entraînant des pertes importantes du profilé acier

Pathologie du tablier :

- Fissures inclinées ouverte sur l'âme des poutres caissons dû à la précontrainte longitudinale existante qui ne parvient pas à comprimer l'âme près des ancrages des câbles
- Fissures verticales dans la partie supérieure des porte-à-faux de console au niveau de l'insertion dans le tablier
- Faïençage systématique du béton en sous-face du hourdis supérieur causés par les gaz d'échappement des locomotives diesel
- Fissures transversales sur la dalle inférieure dues à une légère insuffisance de la précontrainte longitudinale

VIE DE L'OUVRAGE AVANT SA RÉHABILITATION

1974

Inspection sous-marine : morceaux de béton des gaines préfabriquées avaient disparu, laissant apparaitre les fils d'acier de 8 mm dont plusieurs étaient cassés sous l'effet de la corrosion sous tension

Années 1970

Chemisage de vingt pieux : enveloppe métallique + injection de mortier de résine

1992

Nouvelles inspections

1998

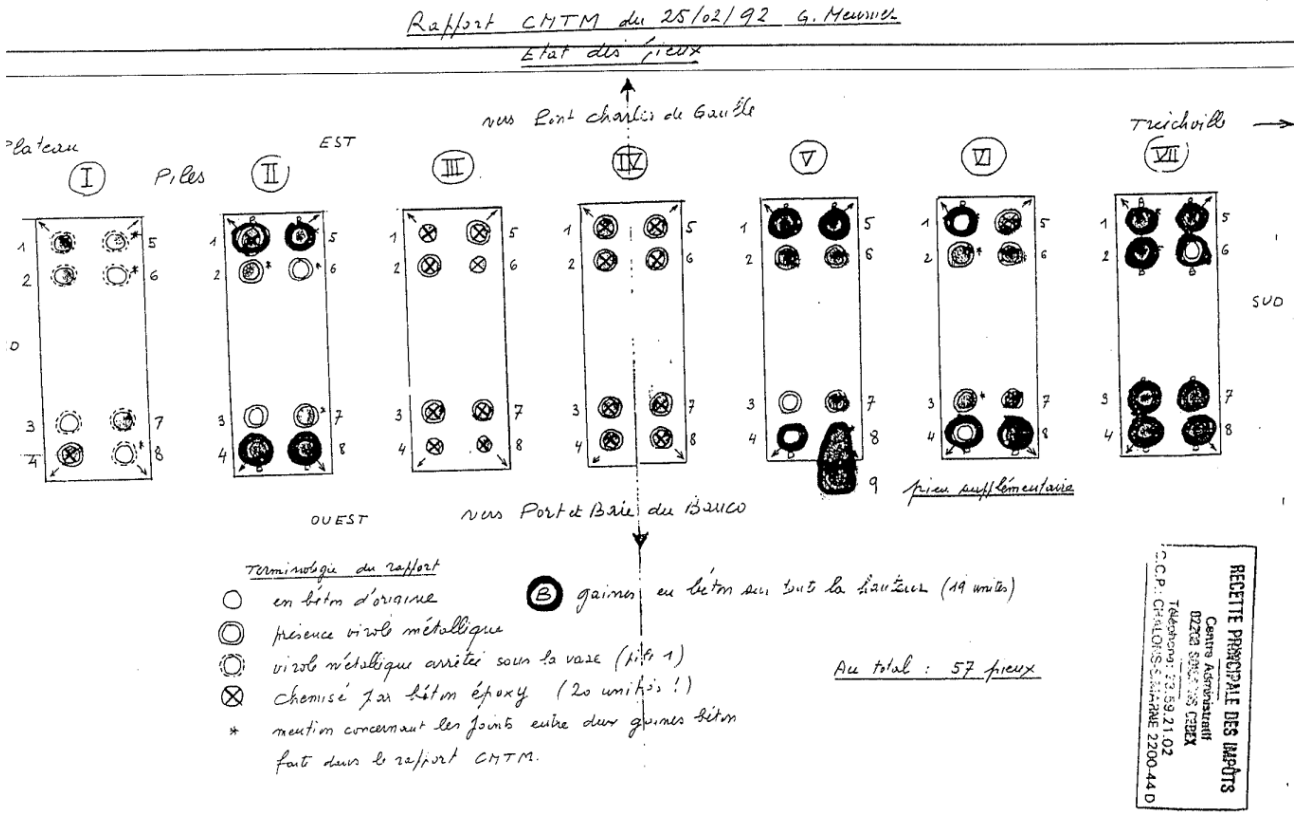
Nomination d'un collège d'experts pour statuer

1999

Recommandations du collège : reprise des fondations ou reconstruction du pont
Conclusion : **« ne pas perdre de temps »**

2016

Début des travaux !



IV. 2017-2021 : LA RÉHABILITATION

LE PROGRAMME DE TRAVAUX

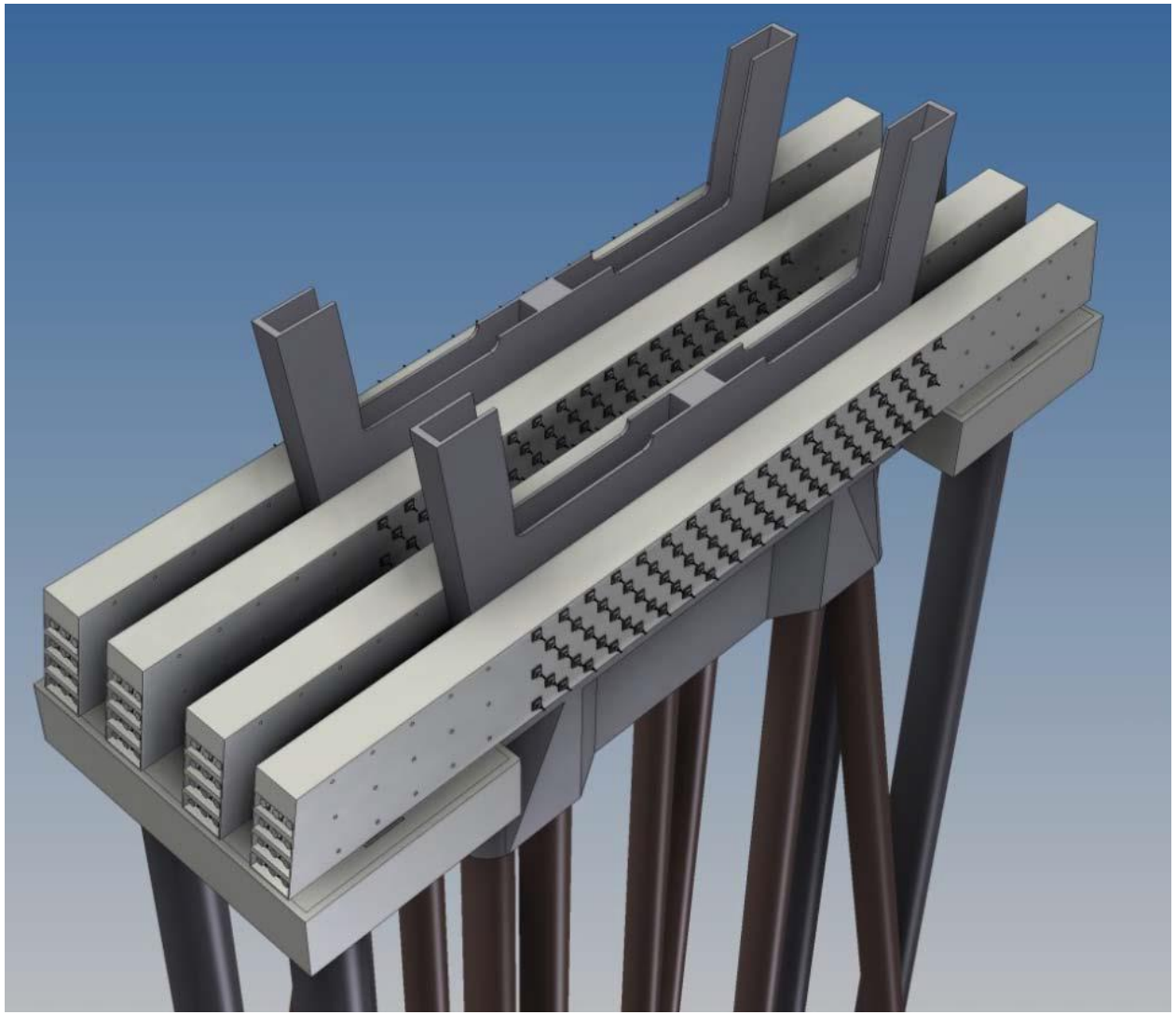
Pour l'ouvrage principal :

- Renforcement des fondations des appuis en rivière par réalisation de nouveaux pieux
- Réalisation de structures de transfert
- Renforcement du tablier vis-à-vis de la flexion longitudinale et de l'effort tranchant
- Réparation, renforcement et protection de l'intrados du hourdis supérieur du tablier
- Renforcement du hourdis inférieur et de ses consoles d'about
- Réparation et protection des matériaux
- Remplacement et réparation des équipements et superstructures

Pour les ouvrages d'accès :

- Travaux de réparation des matériaux :
- Réparation des piles des viaducs d'accès
- Réparation du tablier PS Lagunaire
- Réparation des défauts de matériaux (caissons de trottoirs, etc…)
- Remplacement et réparation des équipements et superstructures

LA SOLUTION DE BASE : LES GRANDS PRINCIPES

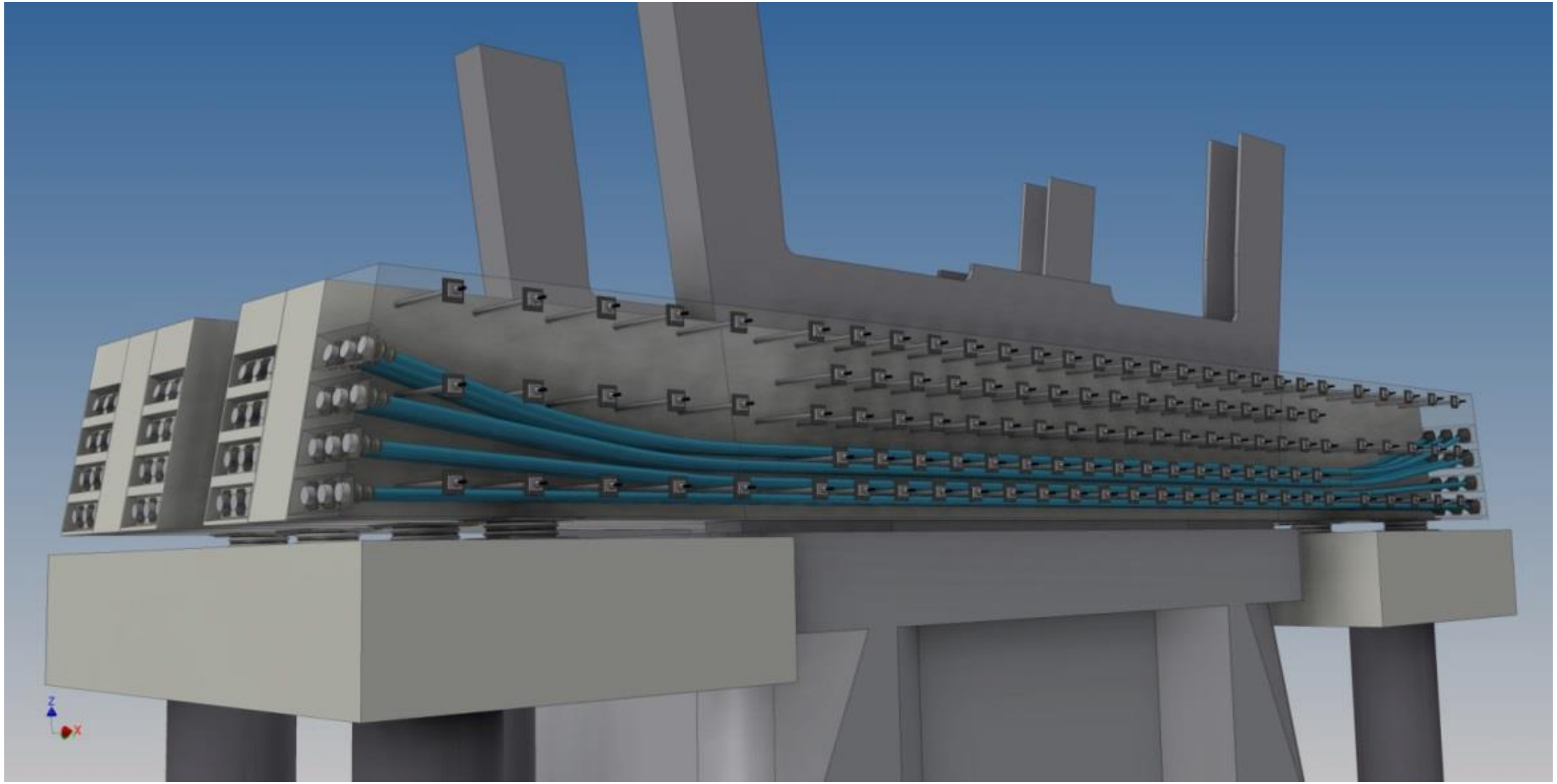


- Utilisation des piles existantes
- Utilisation d'une fraction des pieux anciens
- 4 chevêtres d'appui cloués sur les piles
- Renforcement avec 2 x 3 pieux Φ2000 / appui 3 situations de fonctionnement des fondations :
  a) Reprise des charges permanentes : transfert (vérinage) de 100% des charges permanentes existantes tablier + piles en valeur minimale vers les nouvelles fondations
  b) Situation de service « normale » : répartition des surcharges entre pieux existants et pieux additionnels (au prorata des rigidités)
  c) Situation de défaillance complète des pieux existants : les fondations additionnelles sont dimensionnées pour reprendre 100% des descentes de charges totales

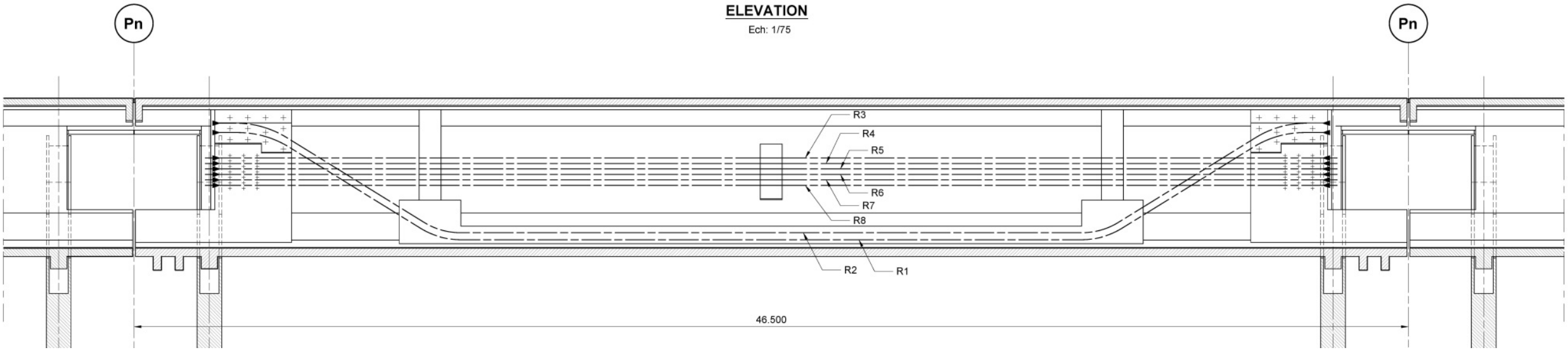
Inconvénients:

- Incapacité de connaître la portance résiduelle de l'existant
- Nombre très important de clous et précision des forages

LA SOLUTION DE BASE



LA SOLUTION DE BASE : UN CÂBLAGE DE RENFORCEMENT ORIGINAL POUR LES CAISSONS



PROPOSITION DU MOEX ET DES SOUMISSIONNAIRES

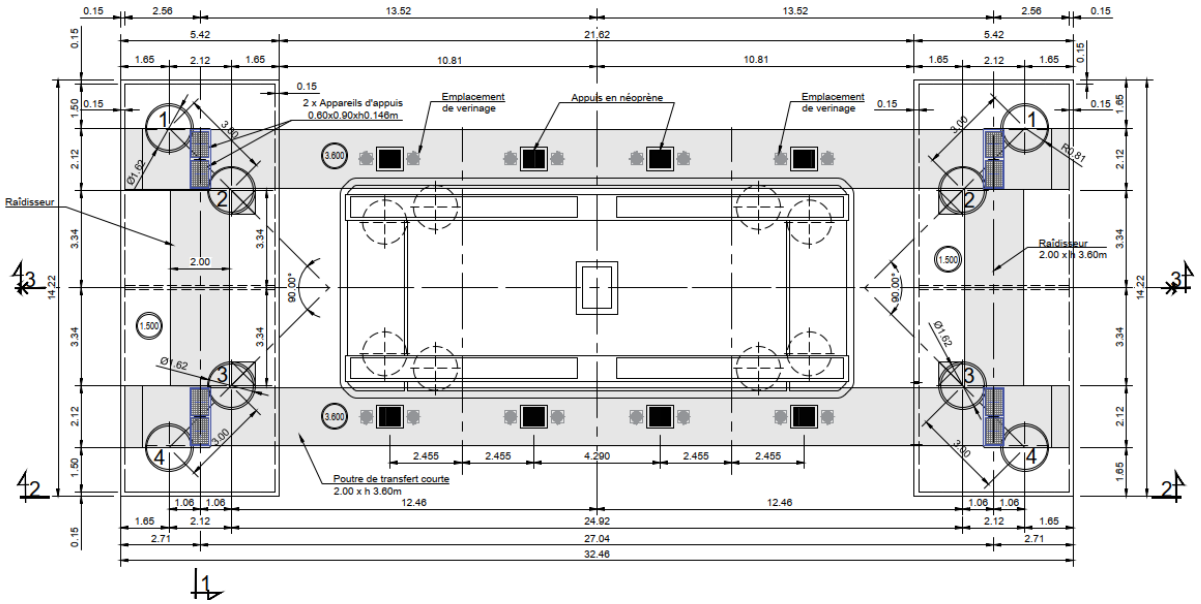
Proposition du MOEx et des Soumissionnaires

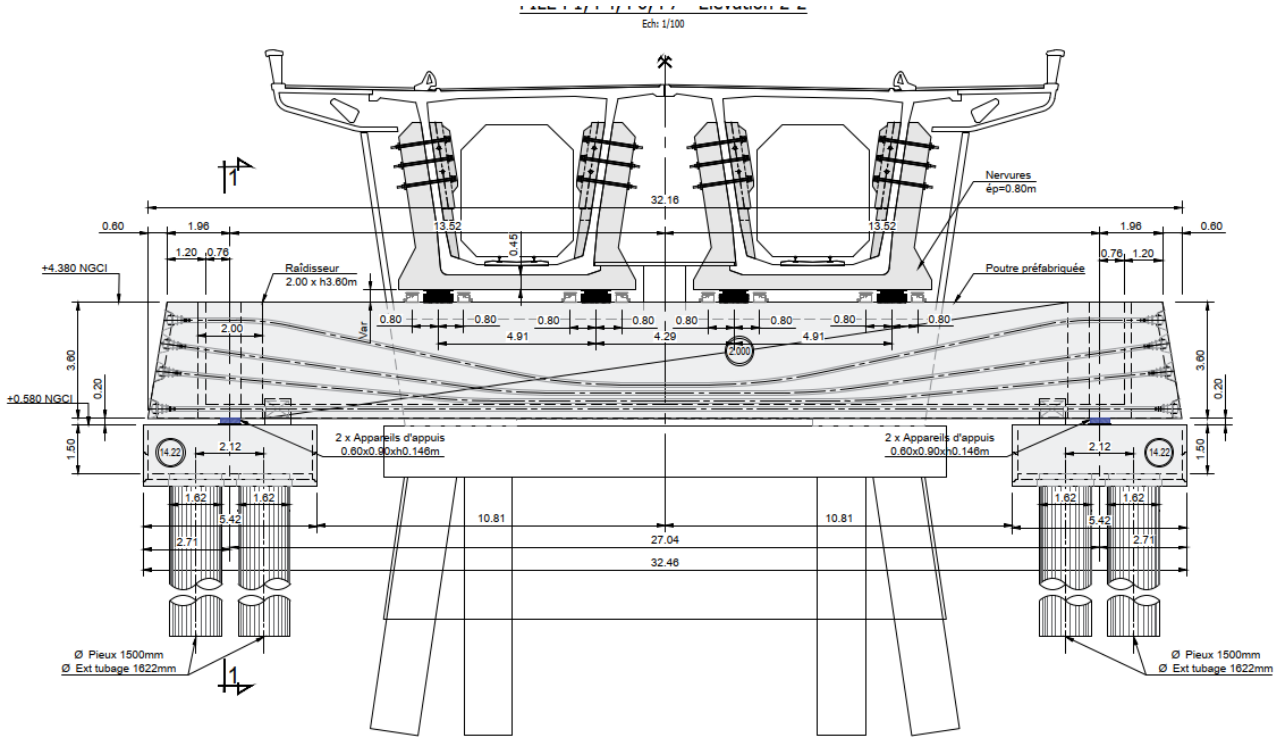
- Remplacer les pieux prévus par 2x2 pieux de plus gros diamètres
- Corrélativement suppression du jet-grouting et approfondissement des nouvelles fondations sous la base des pieux existants
- Remplacer les 6 pieux prévus par 2x4 pieux de plus petits diamètres
- Suppression des clouages sur piles existantes et reprise de la totalité des charges sur deux poutres de transfert, sans participation des anciennes fondations,
- Simplification du câblage et mise en œuvre d'un simple câblage ondulé, plus efficace dans une travée isostatique.

Variantes adoptées

- Suppression des clouages: neutralisation des voiles de piles et report sur 2 poutres de transfert
- Déplacement des appuis sous le tablier
- Suppression des 2x3 pieux, remplacés par 2x4 pieux plus petits
- Amélioration du tracé des câbles de renfort

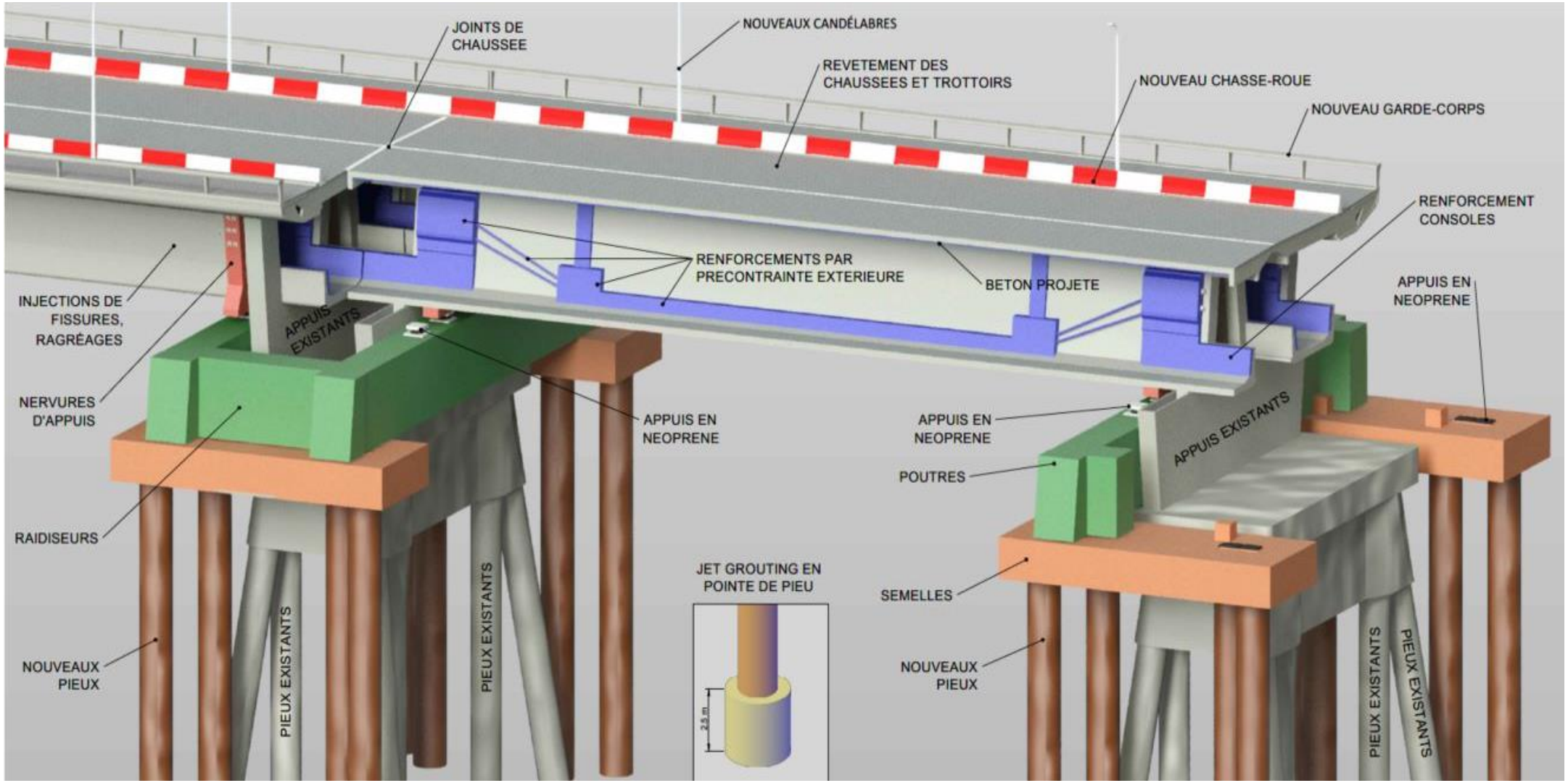
SOLUTION RETENUE



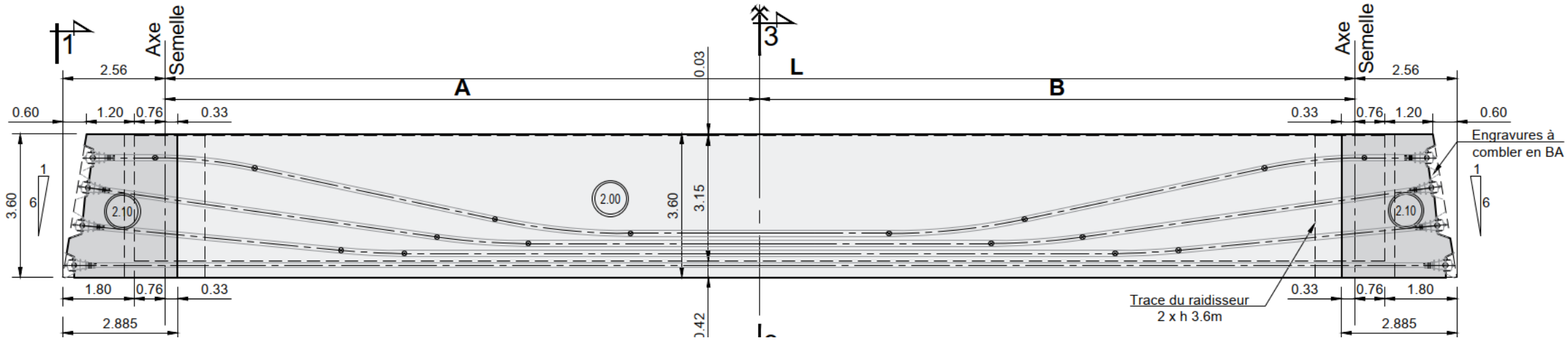


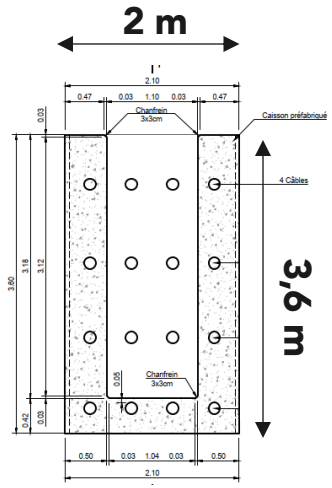
- **Ne plus utiliser les fondations existantes**
- **Ne plus utiliser les piles**
- **Mettre deux poutres indépendantes de la structure existante**
- **Réduire légèrement la portée des travées**
- **Créer des cadres d'appui**

LE PROJET DE RÉNOVATION



LES POUTRES DE TRANSFERT



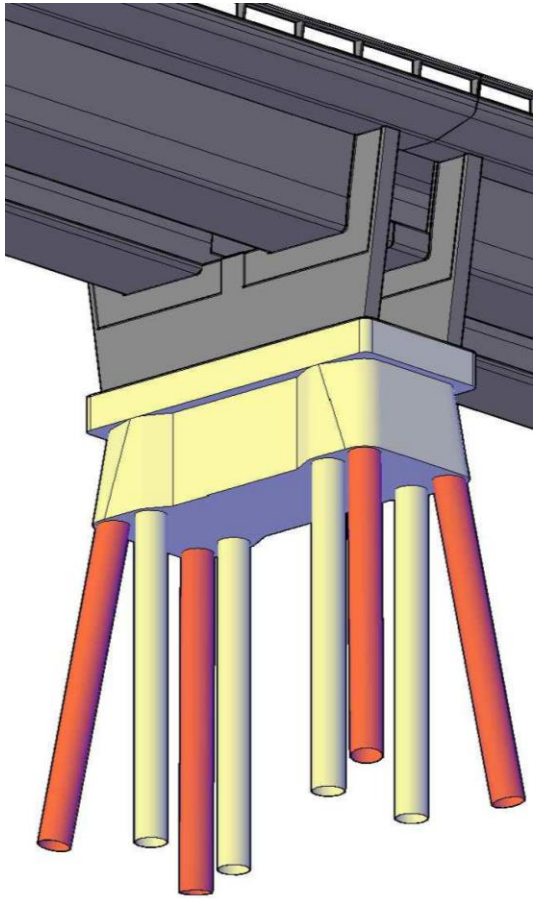


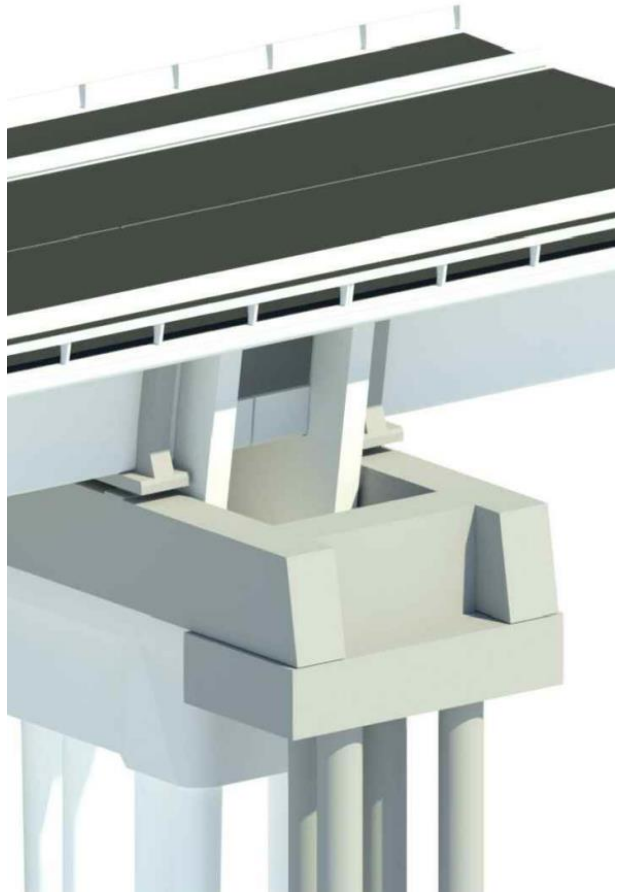
U et blocs d'ancrage préfabriqués à terre - acheminés sous l'ouvrage par une barge
Béton coulé en place après installation des coques sous les nervures d'appui

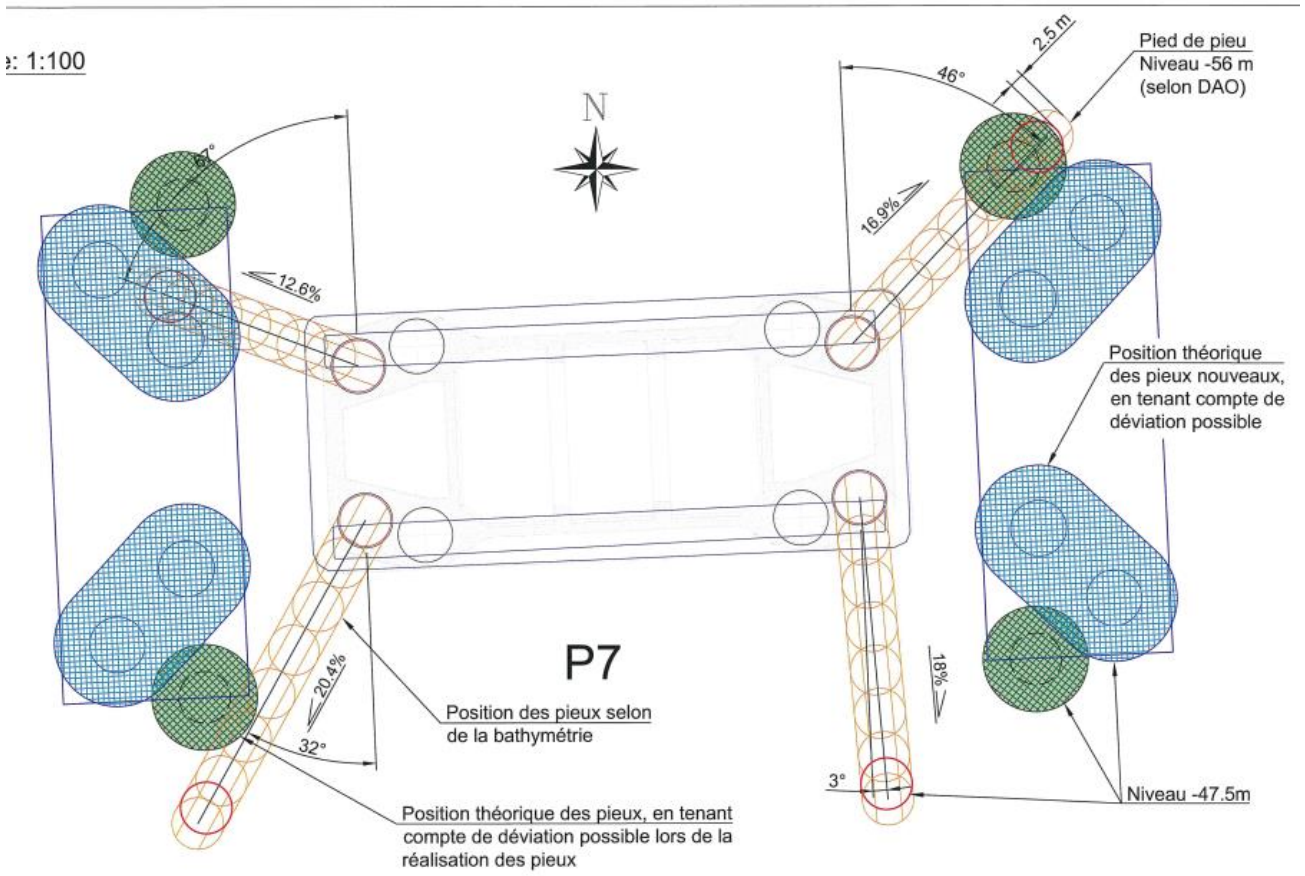
16 câbles de précontrainte intérieure (27 ou 31 T15S selon portée) - Mise en tension progressive

PIEUX ET JET GROUTING

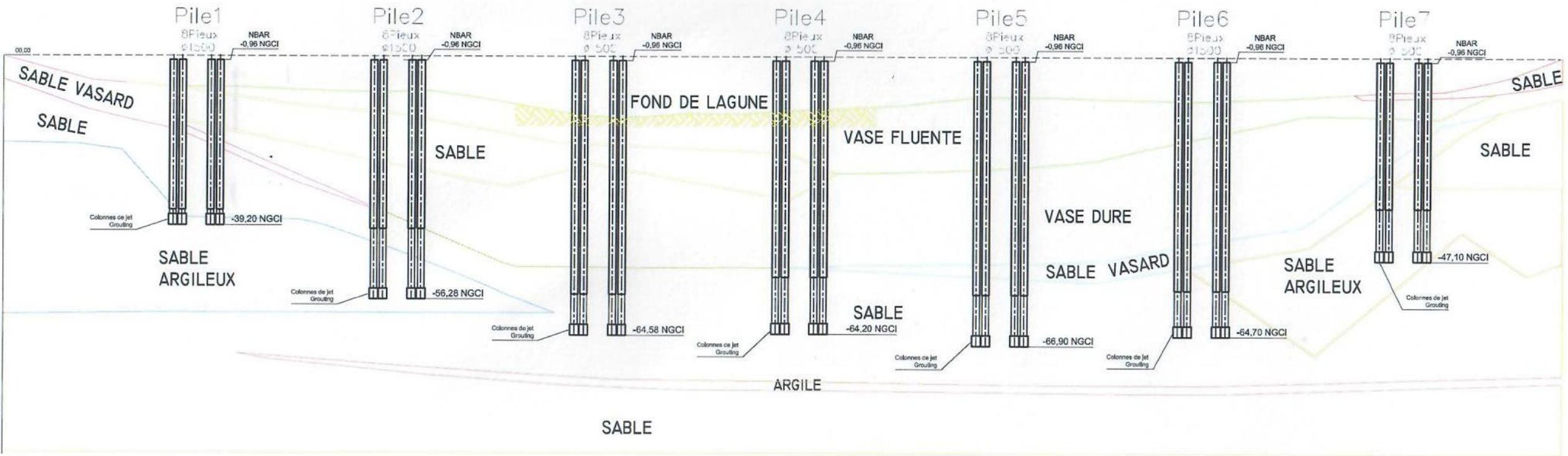
CONSTRUIRE AVEC L'EXISTANT







UN CONTEXTE GÉOLOGIQUE CONFORTÉ



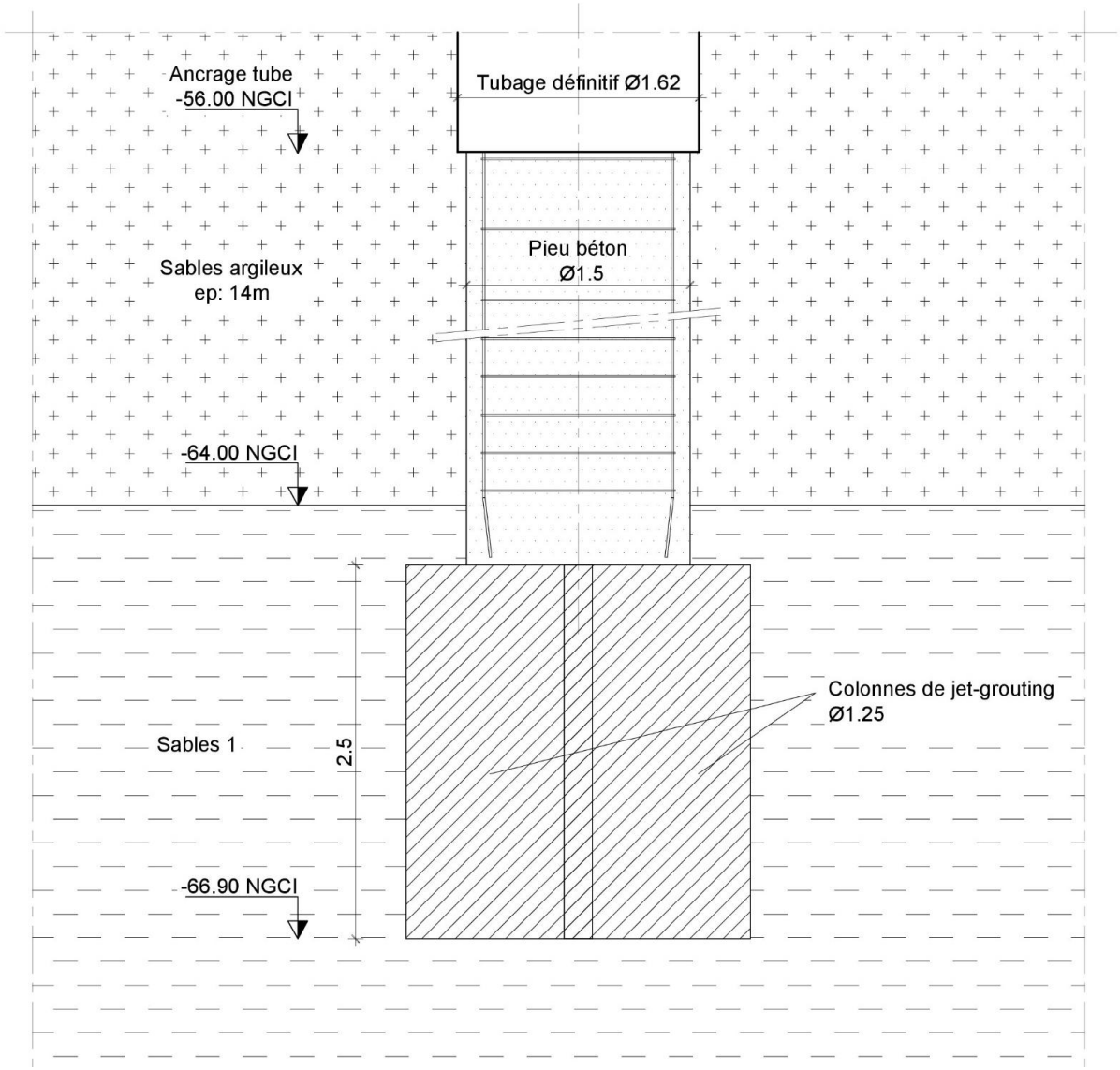
LÉGENDE:

NBAR = Niveau de Béton Aprés Recépage (Béton pieux et tubage)
SC = Sommet des Cages d'armatures
BC = Base des Cages d'armatures
BP = Base de Perforation

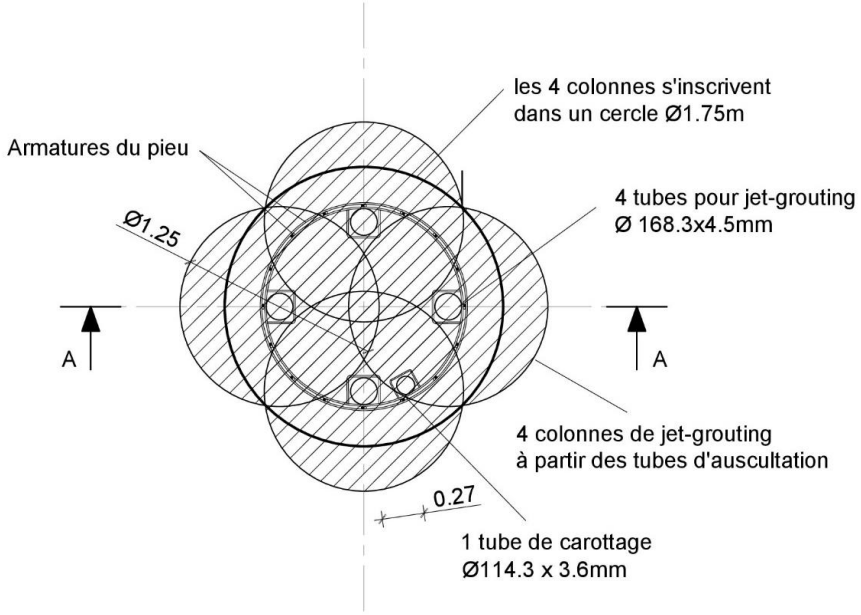
NOTA:

Les niveaux supérieurs avant recépage et d'ancrage des tubages sont indiqués sur les élévations des piles.

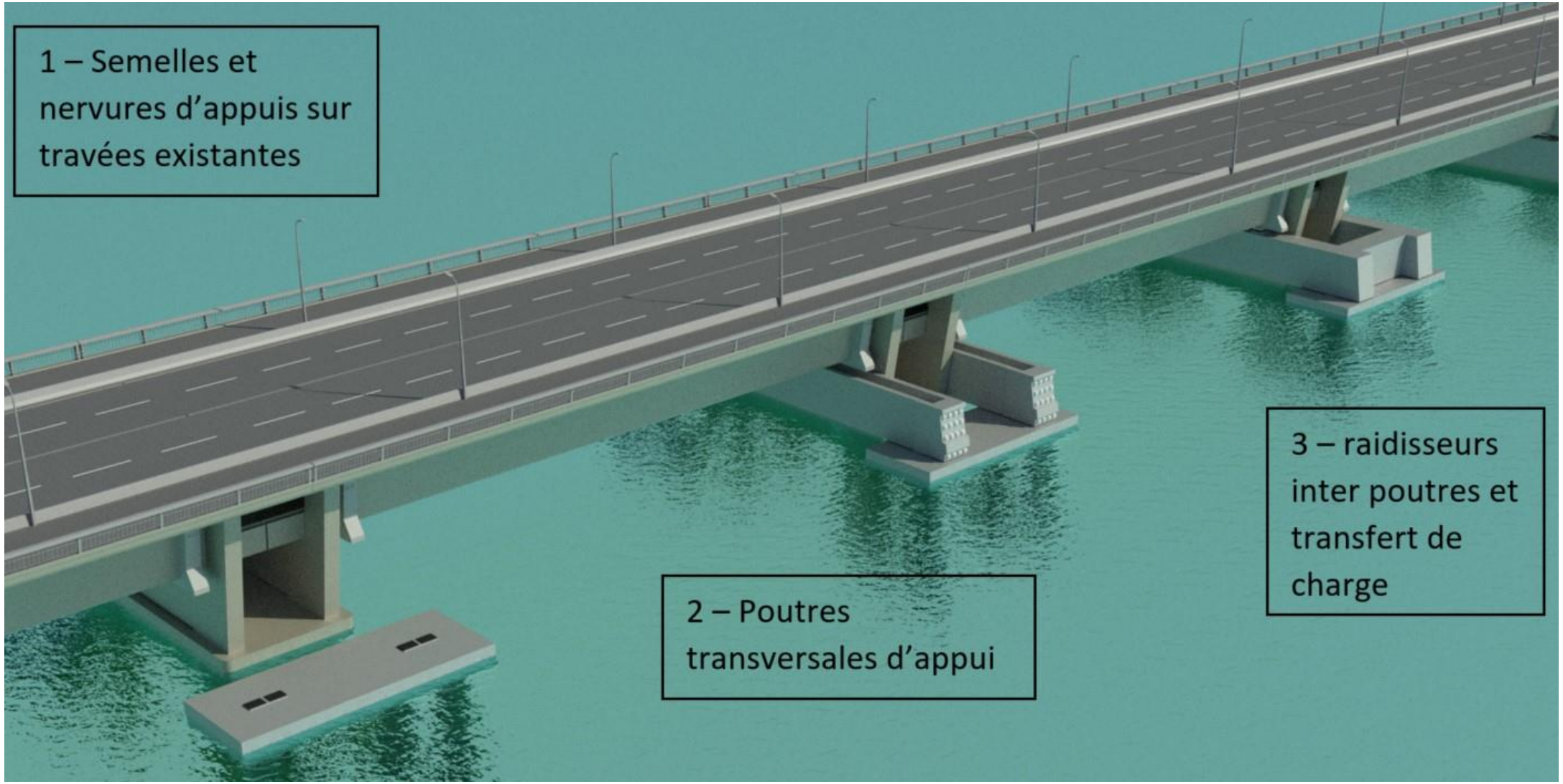
FONDATIONS EN JET GROUTING



Vue en plan



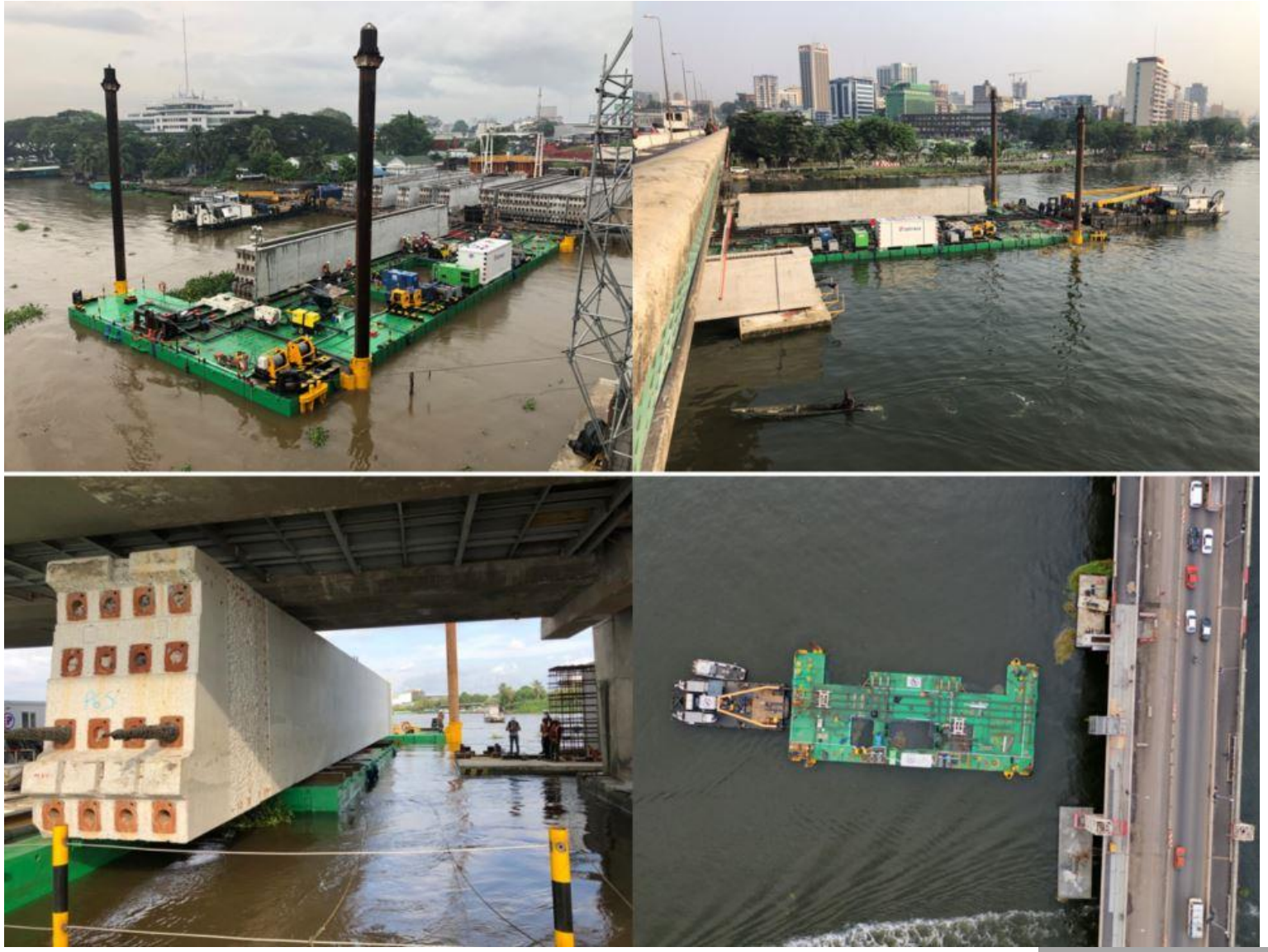
PRINCIPE DES APPUIS



SEMELLES PRÉFABRIQUÉES

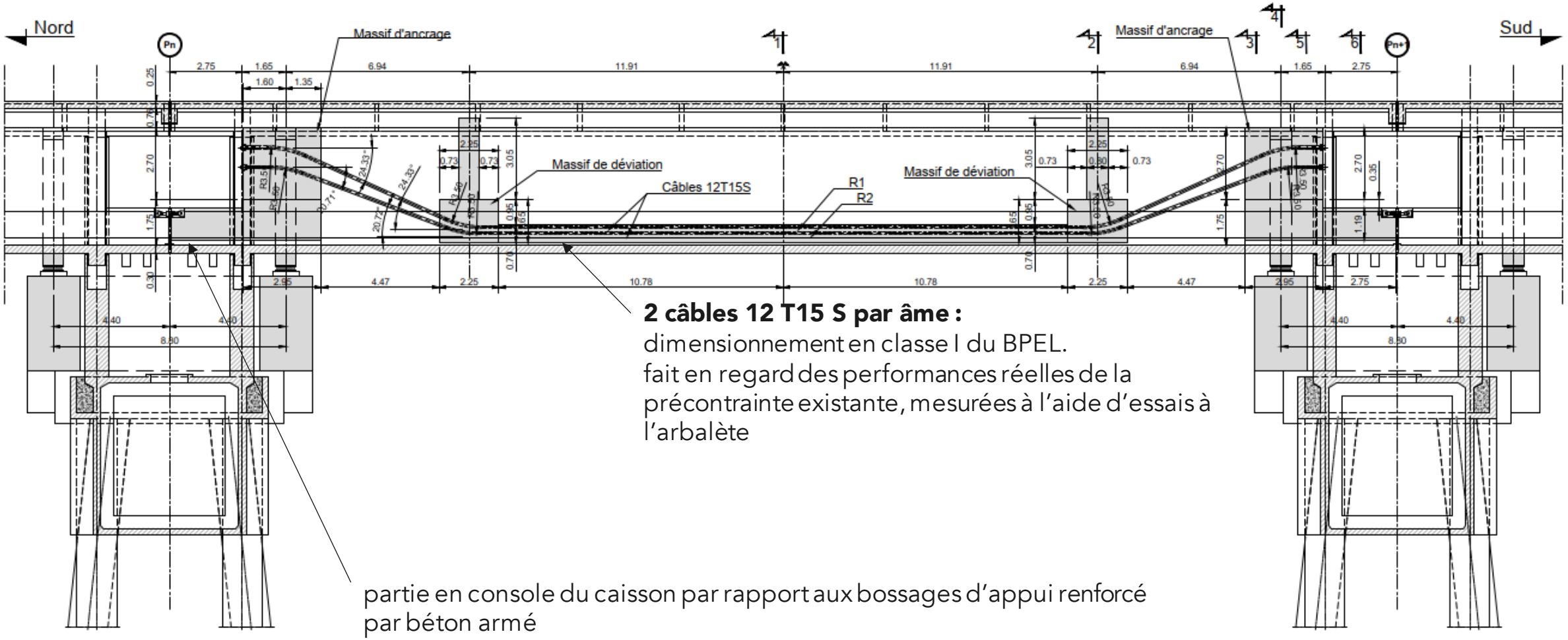
NERVURES D'APPUI

POSE DES POUTRES DE TRANSFERT



POSE DES POUTRES DE TRANSFERT SOUS NERVURES D'APPUI

RENFORCEMENT DU TABLIER

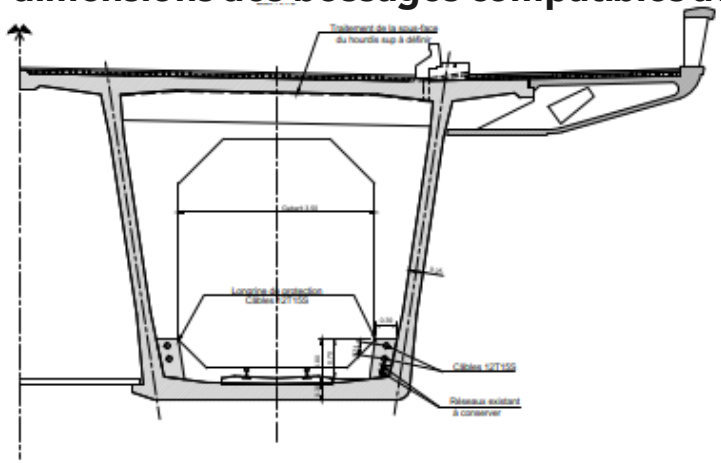


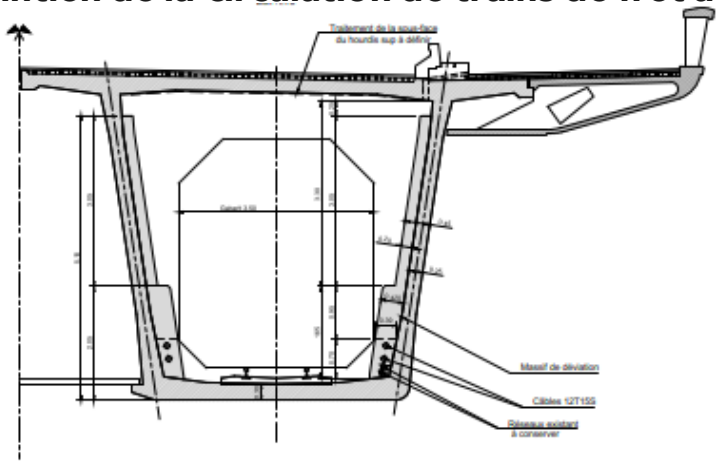
2 câbles 12 T15 S par âme :
dimensionnement en classe I du BPEL.
fait en regard des performances réelles de la précontrainte existante, mesurées à l'aide d'essais à l'arbalète

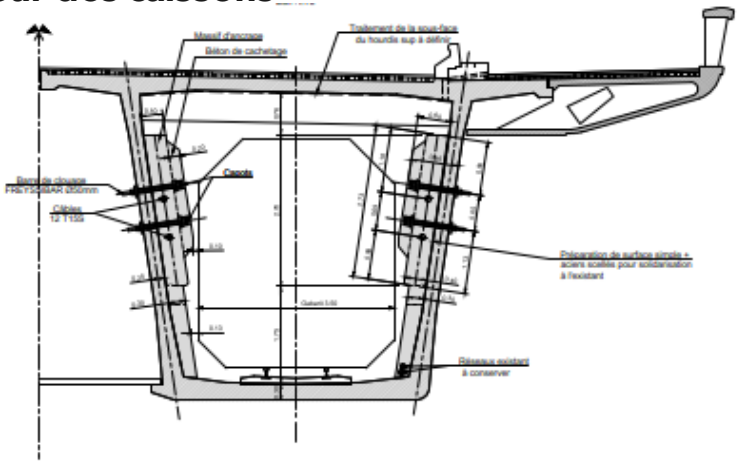
partie en console du caisson par rapport aux bossages d'appui renforcé par béton armé

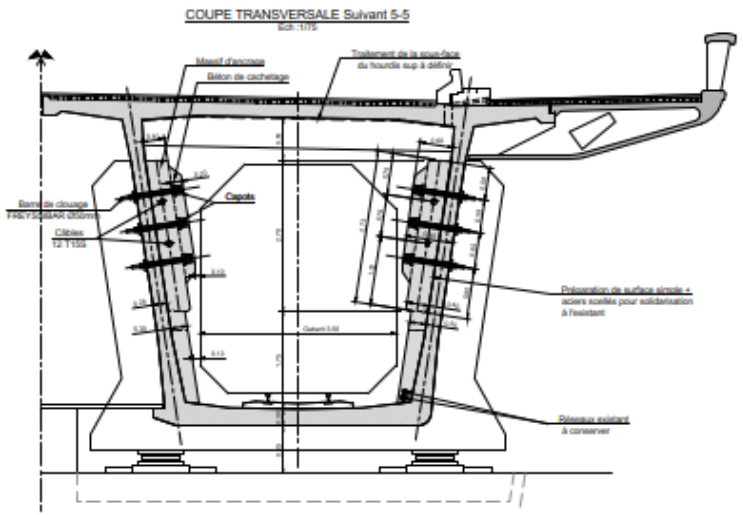
RENFORCEMENT DU TABLIER

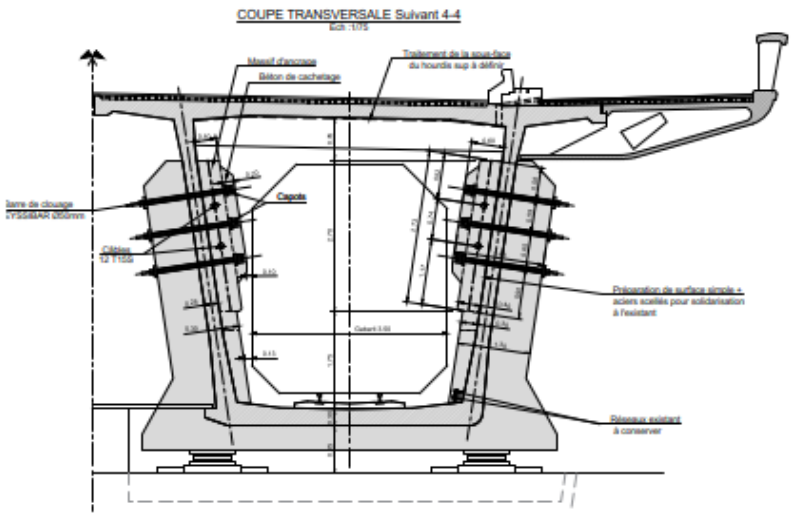
dimensions des bossages compatibles avec le maintien de la circulation de trains de fret à l'intérieur des caissons

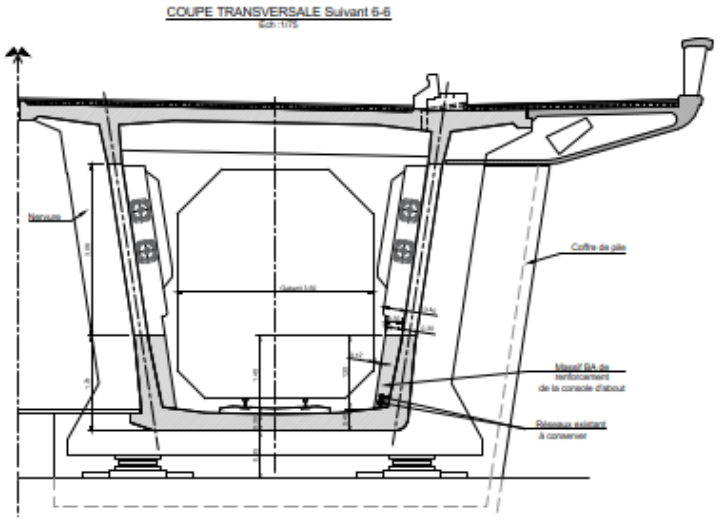












RENFORCEMENT DU TABLIER

mise en place dans chaque caisson d'une voie ferrée rénovée avec basculement du trafic et phasage des travaux de renforcement à l'intérieur des caissons.

RÉNOVATION GÉNÉRALE DES SUPERSTRUCTURES

Rabotage de la couche de roulement existante, nouvelle étanchéité générale et couche de roulement

RÉNOVATION GÉNÉRALE DES SUPERSTRUCTURES

Remplacement des joints de chaussée, des chasse-roues existants, assez dégradés, par une barrière béton de type GBA, des candélabres, des garde-corps

V. VERS UN NOUVEL AVENIR

VERS UN NOUVEL AVENIR

Le pont Félix Houphouët-Boigny était, lors de sa livraison, un ouvrage remarquable par l'ampleur de l'opération, les techniques nouvelles mises en œuvre et la difficulté de ses fondations.

C'était une véritable opération d'urbanisme, associant ingénieurs et architectes, esthétique et technique, qui a contribué ainsi au développement économique de la ville d'Abidjan durant la seconde moitié du vingtième siècle en reliant les deux parties de la ville.

La construction de nouvelles fondations et le renforcement du tablier achevé en 2021 sont une entreprise exceptionnelle par l'audace des travaux et les techniques mises en œuvre, conférant ainsi à cet ouvrage majeur une longévité accrue.

MERCI DE VOTRE ATTENTION