

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed khider –Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie civil et d'Hydraulique
Référence :/2020



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية و الري
المرجع/2020

Mémoire de Master

Filière : Travaux publics

Spécialité : Voies et Ouvrages d'Arts

Thème

**Réhabilitation d'un ouvrage d'art
Sur oued Djeddi-Ouled Djellal
RN46A-PK 76+400**

Nom et Prénom de l'étudiant :

Encadreur : KHELIFA Tarek

ANGAR Smail

Année universitaire : 2019 - 2020

Thème

REHABILITATION D'UN OUVRAGE D'ART SUR OUED DJEDDI-OULED DJELLAL RN46A-PK 76+400



Année universitaire : 2019 - 2020

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de ce modeste travail.

Je voudrais dans un premier temps remercier, mon directeur de mémoire M. Tarek KHELIFA, professeur à l'université de Biskra, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Je remercie également toute l'équipe pédagogique de l'université de Biskra et les intervenants professionnels responsables de ma formation, pour avoir assuré la partie théorique de celle-ci, ainsi que tous les cadres collègues de travail de la direction des travaux publics de la wilaya de Biskra

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes, pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire :

Mr Mohamed Mansour KHELIL, Directeur des travaux publics de la Wilaya de Biskra, qui a proposé le sujet.

Mr Ali BERBAS, Directeur de projet de la pénétrante DjenDjen vers El Eulma, Madame Selma HOUARA, professeur université de Biskra ainsi que Monsieur MORSELI (BET DELTA- CONSULT-ALGER), pour m'avoir accordé des entretiens et avoir répondu à mes questions, ainsi que son expérience personnelle. Il a été d'un grand soutien dans l'élaboration de ce mémoire.

ملخص

إن شبكة الطرق لولاية بسكرة كثيفة للغاية، حيث يبلغ طولها 2928 كم و 295 منشأ فني. معظم هذه المنشآت الفنية مصنوعة من الخرسانة المسلحة التي تتدهور بمرور الوقت.

إن متانة وصلابة الخرسانة هي قضية حالية ، معززة بضرورة تحقيق البنى التحتية التي تزداد قيوداً بسبب بيئتها ومتطلباتها الوظيفية.

يمكن تلخيص عوامل تدهور الخرسانة في ثلاثة أنواع رئيسية:

• التآكلات الكيميائية: تآكل الفولاذ ، انحلال مصفوفة الإسمنت ، التفاعل القلوي ، تفاعل الكبريتات الداخلي ، التدهور الحيوي ؛

• تآكلات ميكانيكية بسبب الحمولة الزائدة ودورات التعب .

• الضرر المادي الناجم عن الارتطام والتآكل ودورات التجميد / الذوبان وما إلى ذلك

يجب أن تتم الصيانة والصيانة الروتينية من قبل موظفين مؤهلين متخصصين في صيانة وترميم الهياكل. كما يجب أن يستفيد فريق القسم الفرعي المسمى USIR "وحدة مراقبة الطريق والتدخل" المسؤولة عن مراقبة شبكة الطرق من الدورات المتخصصة والتدريب على التدخلات الصغيرة وإصلاح الهياكل.

يبقى الافتقار إلى الصيانة هو السبب الرئيسي للأضرار الطفيفة. يمكن تصنيف الأخطاء المصادفة أثناء التحقيق

في الأعمال الفنية بطريقة علمية:

• عيوب في وضع التعزيز الحديدي.

• عيوب في خلط الخرسانة وصبها.

• عيوب في الصندوقة والتجريد.

• أخطاء الاهتزاز.

• عيوب علاج الخرسانة.

الكلمات المفتاحية: جسر، خرسانة مسلحة، علم الأمراض، مراقبة، عناية، الخبرة، الصيانة، إعادة التأهيل، تشخيص، أضرار أو تدهور، تصليح أو الإصلاح، المتانة، الاضطرابات، التآكل، الكربنة، الكلوريدات، الصلب.

Abstract

The road network of the Biskra state is quite dense, totaling a length of 2928 km and 295 structures. Most of these civil engineering works are made of reinforced concrete which deteriorates over time.

The durability of concrete is a current issue, enhanced by the necessity of realizing infrastructures that are increasingly constrained by their environment and their functional requirements.

The factors of concrete degradation can be summarized in three main types of deterioration:

- Chemical alterations: corrosion of steels, dissolution of the cement matrix, alkali reaction, internal sulphate reaction, bio deterioration;
- Mechanical alterations due to overloads, fatigue cycles;
- Physical damage caused by impact, abrasion, freeze / thaw cycles, etc.

Routine upkeep and maintenance must be carried out by qualified personnel specializing in the upkeep and restoration of structures.

The team of the subdivision called USIR "road monitoring and intervention unit" responsible for monitoring the road network must benefit from specialized courses and training for small interventions and repairs to structures.

Lack of maintenance remains the primary cause of minor damage. Errors encountered during the investigation of civil engineering works can be classified in a scientific manner:

- Defects in the placement of reinforcement;
- Mixing and casting faults;
- Formwork and formwork stripping defects;
- Vibration faults;
- Curing defects.

Keywords: Bridge, reinforced, Concrete, Pathology, Monitoring, Servicing, Expertise, Upkeep, Rehabilitation, Diagnostics, Degradation, Repair, Durability, Disorders, Corrosion, Carbonation, Chlorides, Steel.

Résumé

Le réseau routier de la wilaya de Biskra est assez dense, totalisant un linéaire de 2 928 kms et 295 ouvrages d'art. La plupart de ces ouvrages d'art sont réalisés en béton armé qui subissent des dégradations au cours du temps.

La durabilité du béton est une problématique actuelle, renforcée par la nécessité de réaliser des infrastructures de plus en plus contraintes par leur environnement et leurs exigences fonctionnelles.

Les facteurs de dégradation du béton peuvent être résumés en trois principaux types d'altérations :

- les altérations chimiques : corrosion des aciers, la dissolution de la matrice cimentaire, l'alcali-réaction, la réaction sulfatique interne, la bio détérioration ;
- les altérations mécaniques dues aux surcharges, aux cycles de fatigue ;
- les altérations physiques causées par les chocs, l'abrasion, les cycles gel/dégel...

L'entretien courant et la maintenance devront être assurés par un personnel qualifié et spécialisé dans le domaine d'entretien et de restauration des ouvrages.

L'équipe de la subdivision appelée USIR « unité de surveillance et d'intervention routières » chargée de la surveillance du réseau routier doit bénéficier des stages et formations spécialisées pour les petites interventions et réparations des ouvrages d'art.

Le manque d'entretien reste le premier agent à l'origine de petites détériorations. Les erreurs rencontrées lors des investigations des ouvrages d'art peuvent être classées d'une manière scientifique :

- Défauts de mise en place de ferrailage ;
- Défauts de malaxage et coulage ;
- Défauts de coffrage et décoffrage ;
- Défauts de vibration ;
- Défauts de cure.

Mots clés : Pont, Béton armé, Pathologie, Surveillance, Maintenance, Expertise, Entretien, Réhabilitation, Diagnostic, Dégradation, Réparation, Durabilité, Désordres, Corrosion, Carbonatation, Chlorures, Acier.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	A
0 INTRODUCTION GENERALE	2
1 CHAPITRE I : SECTEUR DES TRAVAUX PUBLICS ; PATHOLOGIES DES OUVRAGES D'ART	5
1.1 SECTEUR DES TRAVAUX PUBLICS- BISKRA	6
1.1.1 <i>Consistance des investissements</i>	6
1.1.2 <i>ROUTES NATIONALES (RN) BISKRA</i>	6
1.1.3 <i>Etat du réseau routier (RN, CW, et CC)</i>	7
1.1.4 <i>Réalisations et PERSPECTIVES du secteur</i>	7
1.2 PARC DES OUVRAGES D'ARTS EN ALGERIE DE 1962 A 2020	11
1.3 CONSISTANCE GENERALE DE L'AUTOROUTE EST-OUEST	12
1.4 LES PONTS DE LA WILAYA DE BISKRA.....	12
1.5 LES OA DEGRADES SUR LE RESEAU ROUTIER/BISKRA	13
1.5.1 <i>Liste des OA dégradés sur RN</i>	13
1.5.2 <i>Liste des OA dégradés sur CW</i>	14
1.5.3 <i>Liste des OA dégradés sur CC</i>	15
1.6 BANQUE DE DONNEES DES OA SUR OUED DJEDDI / BISKRA	15
1.7 PRINCIPALES CAUSES DE DEGRADATIONS DES BETONS.....	16
1.8 ACTIONS ET PATHOLOGIES AGISSANTS SUR LES PONTS	17
1.8.1 <i>Action Des Eaux (1)</i>	17
1.8.2 <i>Action Des Acides</i>	18
1.8.3 <i>les réactions de gonflement interne</i>	18
1.8.4 <i>Attaque des Chlorures</i>	20
1.8.5 <i>Carbonatation</i>	21
1.8.6 <i>La corrosion</i>	22
1.8.7 <i>Le Choc (Actions accidentelles) (3)</i>	23
1.8.8 <i>Action Sismique</i>	23
1.8.9 <i>La Fatigue (Actions dues au trafic)</i>	24
1.8.10 <i>Incendies</i>	25
1.8.11 <i>Le Retrait du Béton (3)</i>	25
1.8.12 <i>Effet de gel dégel (Actions climatiques) (3)</i>	25
1.8.13 <i>Défauts d'exécution</i>	26
1.8.14 <i>Erreurs de conception PONTS EN BETON ARME OU PRECONTRAIT (3)</i>	27
1.8.15 <i>Autres Désordres</i>	27
1.8.16 <i>Cas particulier des équipements</i>	29
1.9 ETAPES DE REPARATION DES OUVRAGES EN BETON (4).....	30
1.10 DIFFERENTES SOLUTIONS TECHNIQUES DE REPARATION ET DE RENFORCEMENT DES OUVRAGES EN BETON (4).....	30
1.11 TYPES D'INVESTIGATIONS	31
1.11.1 <i>Investigations non-destructives</i>	31
1.11.2 <i>Investigations destructives</i>	33
2 CHAPITRE II : METHODES D'ENTRETIEN ET REPARATION DES OUVRAGES D'ART	35
2.1 LA DUREE DE VIE DES OUVRAGES.....	36
2.2 L'ENTRETIEN DES OUVRAGES (6).....	36
2.2.1 <i>L'entretien courant</i>	36
2.2.2 <i>L'entretien spécialisé</i>	36
2.2.3 <i>Les réparations</i>	36

2.3	TRAITEMENT DES OUVRAGES ATTEINTS PAR RGI.....	36
2.3.1	INJECTION DES FISSURES.....	37
2.3.2	APPLICATION D'UNE PEINTURE.....	37
2.3.3	LIBÉRATION DES CONTRAINTES	37
2.4	REPARATION DES OUVRAGES EN BETON ARME	37
2.4.1	Réparation des surfaces	38
2.4.2	Protection des ouvrages en béton armé.....	40
2.4.3	REGENERATION des materiaux ET Réparation des désordres superficiels (4).....	41
2.4.4	AJOUT des forces : RENFORCEMENT des structures par précontrainte additionnelle (7).....	43
2.4.5	Ajout de matière.....	44
2.4.6	TRAITEMENTS ELECTROCHIMIQUES.....	46
2.5	EXPERTISES DU PONT -OUMECHÉ RN03 PK 343 +900 (BECO-2006+DELTA CONSULT-2013) (8) (9)	47
2.5.1	Description	47
2.5.2	Expertises antérieures	47
2.5.3	Diagnostic approfondi de l'ouvrage	48
2.5.4	Solutions proposées PAR BECO.....	48
2.5.5	quelques Illustrations graphiques (BECO en 2007) (8)	49
2.5.6	CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES D'OUED DJEDDI (9)	50
2.5.7	Méthode d'investigation	54
2.5.8	Carottage d'élément en béton armé (Laboratoire LMTPB).....	55
2.5.9	Synthèse des RELEVÉS	66
2.5.10	LA REHABILITATION ET LA REPARATION DE L'OUVRAGE.....	67
2.5.11	Description de la solution de réhabilitation et renforcement de l'ouvrage.....	70
2.5.12	ESTIMATION DES TRAVAUX	71
2.5.13	L'ouvrage après les réparations de l'infrastructure	71
3	CHAPITRE III : ENTRETIEN D'UN OUVRAGE D'ART SUR OUED DJEDDI RN 46 A- PK 76+400 OULED	
	DJELLAL	73
3.1	PRESENTATION DE L'OUVRAGE RN46A -OULED DJELLAL	74
3.1.1	DESCRIPTOIN DE L'OUVRAGE.....	74
3.2	ETUDE GEOTECHNIQUE DE L'OUVRAGE	78
3.3	SITUATION DE L'OUVRAGE	78
3.4	RELEVÉ DES DEGRADATIONS (ANNEE 2020)	79
3.5	HISTORIQUE DES DIFFÉRENTES INTERVENTIONS.....	97
3.6	DONNÉES DE TRAFIC ROUTIER RN 46A	97
3.7	EXPERTISE FAÎTE PAR BUREAU D'ÉTUDES BECO (8)	98
3.7.1	Etude de la 1 ^{ère} phase d'expertise sur RN	98
3.7.2	Diagnostic des ouvrages.....	98
3.7.3	Caractéristiques hydrologiques (8).....	98
3.7.4	Diagnostic approfondi de l'ouvrage (BEco) (8).....	103
3.7.5	Etude de la 2 ^{ème} phase d'expertise sur RN (BECO) (8)	106
3.8	ETUDE D'EXPERTISE (BET DELTA CONSULT ALGER/2014) (10)	109
3.8.1	Contexte hydrologique et climatologique	109
3.8.2	Campagne d'auscultation	112
3.8.3	RELEVÉ VISUEL DES DEGRADATIONS.....	115
3.8.4	Synthèse des RELEVÉS	123
3.8.5	PROPOSITION DE SOLUTIONS DE CONFORTEMENT	124
3.8.6	ESTIMATION DES TRAVAUX.....	126
3.8.7	Evolution DES dégradations de L'ANNÉE 2006 à 2020.....	127
3.8.8	LES DESORDRES DE LA SUPERSTRUCTURE ET LES REMÈDES	131

3.8.9	<i>ANALYSE SOMMAIRE du projet de RÉPARATION</i>	133
3.8.10	<i>ANALYSE ET Synthèse des RELEVÉS (ANNEE 2020)</i>	134
3.8.11	<i>CONCEPTION ET CHOIX DE MATÉRIAUX SELON NORMES</i>	135
3.8.12	<i>LES PRINCIPES DE RÉPARATIONS UTILISÉES SELON LA NORME NF EN 1504</i>	136
3.8.13	<i>les SOLUTIONS D'ENTRETIEN et DE CONFORTEMENT</i>	138
3.8.14	<i>Description de LA VARIANTE CHOISIE de réhabilitation et renforcement de l'ouvrage</i>	138
3.8.15	<i>ESTIMATION DES TRAVAUX DE CONFORTEMENT</i>	140
	<i>TABLEAU RÉCAPITULATIF ESTIMATION DE CONFORTEMENT</i>	143
4	CONCLUSION GENERALE	145
5	BIBLIOGRAPHIE	151
6	ANNEXES	II

INTRODUCTION GENERALE

0 INTRODUCTION GENERALE

La wilaya de Biskra est un lieu de convergence d'importants axes routiers reliant le Nord au Sud du pays.

La surface totale de la wilaya de Biskra est de **21509.80 KM²** répartie comme suit :

- Surface de la wilaya de Biskra : 10099.57 KM².
- Surface de la wilaya déléguée d'Ouled Djellal : 11410.23 KM².

Avec une population de plus de **869215** habitants, concentrée autour d'un chef-lieu qui en rassemble plus du tiers, et **213 414** habitants pour la wilaya déléguée Ouled Djellal ; la densité moyenne de la population étant estimée à 40.41 h/KM².

Le réseau routier est assez dense, totalisant un linéaire de **2 928** kms (Densité =0.14 km/km²) et **295** ouvrages d'art enjambant les oueds traversant la wilaya dont cinq (05) oueds sont importants (Oued Djeddi-Oued Meziraa-Oued El Gantara appelé Oued El Hay-Oued El Arab-Oued Labiod). Ainsi le réseau routier de la wilaya constitue 2.18% du réseau routier national qui est de 133 741 km.

Cette position privilège exige de fournir aux opérateurs économiques et aux usagers de la route un niveau de service à la hauteur avec des exigences en terme de temps de parcours, de sécurité et de confort tant pour le trafic de transit que pour le trafic local.

En outre, la wilaya dispose d'une infrastructure aéroportuaire de statut mixte (civil et militaire). De classe C, elle renferme une piste principale d'envol de 2900 m x 45 m permettant de recevoir les avions Type Boeing 737 ; après l'achèvement des deux POR (Bouts bétonnés) le linéaire total de la piste sera de 3300 ml.

Le parc ouvrages d'art en Algérie comptait, jusqu'à 1992, 2 800 OA et 7 km de tunnels, en 2014, il est passé à 10 000 OA et 25 km de tunnels. La wilaya de BISKRA possède 295 ouvrages d'art répartis comme suit :

* 141 OA sur RN, * 88 OA sur CW, * 66 OA sur CC

Le nombre total des ouvrages dégradés est de **55 ouvrages** (27OA en mauvais état et 28OA en moyen état) et sont répartis comme suit :

- 39 ouvrages dégradés sur RN dont 21 OA sont en mauvais état.
- 09 ouvrages dégradés sur CW dont 04 OA sont en mauvais état.
- 07 ouvrages dégradés sur CC dont 02 OA sont en mauvais état.

La plupart de ces ouvrages d'art sont réalisés en béton armé, ils subissent, au cours de leurs vie de service, des modifications structurelles, fonctionnelles ou esthétiques en fonction de leur importance, leur exploitation et leur position environnementale.

Ces causes sont dues soit à l'accroissement des charges qui sollicitent la structure soit aux défauts l'exécution de l'ouvrage. Afin d'augmenter la durée de vie d'un ouvrage d'art, il y a lieu de prévoir une consolidation ou réparation adéquate. Mais il est important, pour que la réparation soit de qualité, de savoir toutes les causes et les types de pathologies apparentes ou cachées affectant cet ouvrage.

Le Maître d'Ouvrage (DTP) qui doit définir une politique d'entretien et de préservation de son patrimoine d'ouvrages d'art ; ceci à travers différents programmes PSC : Programmes sectoriels centralisés (entretien routier) et PSD : Programmes sectoriels déconcentrés. La gestion des ouvrages d'art doit satisfaire à des exigences fondamentales :

- obtenir une image fiable de l'état du patrimoine ;
- identifier les risques éventuels encourus par les usagers ;
- faciliter la mise en œuvre d'une politique d'entretien et de préservation du patrimoine ;
- optimiser les actions de gestion, pour parvenir à l'adéquation des moyens et des résultats.

Elle a pour obligation principale de maintenir chaque ouvrage d'art à un état de service normal, du point de vue :

- sécurité des usagers et des exploitants,
- structurel.

La gestion d'un parc d'ouvrages d'art nécessite au préalable :

- un recensement de tous les ouvrages d'art le composant,
- une affectation à chaque ouvrage d'un indice stratégique et/ou de priorité,
- une connaissance de leur état initial et/ou au moment du recensement.

En parlant des modèles des ouvrages à poutres isostatiques en béton armé, le principal avantage de ce type de structure c'est d'éviter le recours aux cintres s'appuyant sur le sol et d'affranchir ainsi les contraintes liées à la brèche pour la réalisation du tablier.

La préfabrication des poutres ou chevêtres apporte un intérêt évident, tant sur le plan technique que sur le plan économique ainsi que sur les délais d'exécution. En particulier, elle permet d'améliorer la qualité des parements avec des tolérances dimensionnelles.

Les ouvrages isostatiques sont insensibles aux déformations imposées, en particulier aux tassements différentiels des appuis et aux effets d'un gradient thermique.

Cependant, une conception ancienne, les différentes travées étaient reliées par des joints de chaussée assurant la continuité de roulement, l'inconfort des usagers au passage de chaque joint, constituaient le principal inconvénient de ce type de structure.

Aujourd'hui, cet inconvénient majeur a disparu, grâce à l'attelage de travées par le hourdis permettant de rétablir une continuité de roulement tout en limitant le nombre de joints de dilations en réalisant des joints secs. Par ailleurs, ce type de tablier, constitué de poutres rectilignes, est naturellement bien adapté aux franchissements rectilignes. En revanche, il ne s'adapte que plus difficilement aux franchissements biaisés ou courbes. Chaque appui reçoit deux lignes d'appuis de travées adjacentes, ce qui nécessite une largeur de sommier d'appui importante (largeur du chevet) qui peut nuire à l'aspect esthétique.

Ce modeste travail, s'articule sur trois (03) chapitres :

- * Chapitre 1 : Secteur des travaux publics ; Pathologies des ouvrages d'art.
- * Chapitre 2 : Méthodes d'entretien et réparation des ouvrages d'art. Pont Oumache
- * Chapitre 3 : Entretien d'un OA sur oued Djeddi RN46A Ouled Djellal,

Le premier chapitre est une présentation du secteur de travaux publics de la wilaya de Biskra, en présentant les principales réalisations durant les programmes quinquennaux tout en parlant des perspectives du secteur à moyen et à long terme. On cite les différents ouvrages d'art dégradés par type de route. Une recherche bibliographique pour définir les pathologies des ouvrages, est jugée nécessaire pour mieux comprendre les phénomènes et les symptômes des maladies affectant les ouvrages d'art.

Le deuxième chapitre; traite les méthodes d'entretien et réparation des ouvrages d'art; tout en donnant un cas réel d'une étude d'expertise élaborée par le bureau d'études Delta Consult avec la collaboration d'un bureau d'études étranger Portugais BETAR CONSULTORS pour diagnostics, c'est le cas du pont d'Oumache sur la RN3 sud, avec les illustrations graphiques avant et après les réparations.

Le troisième chapitre est le sujet de notre thème ; étude d'expertise du pont à poutres isostatiques en béton armé enjambant oued Djeddi, RN 46 A Ouled Djellal. Pour mieux enrichir les connaissances, on a préféré d'analyser toutes les expertises réalisées- en 2006 par BET BECO ainsi que l'expertise du BET Delta consul en 2014 et en comparant l'évolution des différentes dégradations au cours des années jusqu'aux relevés de l'année 2020 que nous avons pris tout en utilisant les nouvelles méthodes de normalisation telles que EN 206, EN1504 ainsi que les normes algériennes NA234 et NA442.

**1 CHAPITRE I : SECTEUR
DES TRAVAUX
PUBLICS ;
PATHOLOGIES DES
OUVRAGES D'ART**

1.1 SECTEUR DES TRAVAUX PUBLICS- BISKRA

Le réseau routier de la Wilaya de Biskra s'étend sur un linéaire global de 2 928km ce qui constitue 2.18% du réseau routier national- qui est de 133 741 km- se répartissant comme suit :

1.1.1 CONSISTANCE DES INVESTISSEMENTS

-RN : 603 kms. (09 axes) dont 23% Dédoublés (140 km)

-CW : 684 kms. (19 axes)

-CC : 1641 kms dont 1043 km sont non revêtus.

-PISTES : 158 km

-Ouvrages d'arts : 295 répartis comme suit :

* 141 OA sur RN

* 88 OA sur CW

* 66 OA sur CC

-Aérodrome : 01.

Intitulé	Unité	Linéaire total	W. Ouled Djellal	W.BISKRA
Linéaire total du réseau routier	KM	2928	1130	1798
Autoroutes	KM	/	/	/
Routes nationales	KM	603	83	520
Dédouplements	KM	140	7	133
Voies express	KM	/	/	/
Chemins de wilaya CW	KM	684	297	387
CW revêtus	KM	660	297	361
Chemins communaux CC	KM	1641	753	891
CC revêtus	KM	598	248	345
CC non revêtus	KM	1043	505	546
Les pistes	KM	158	770.8	/
Densité (KM/KM²)	KM/KM²	0.14	0.1	0.2

1.1.2 ROUTES NATIONALES (RN) BISKRA

Une nouvelle route est ajoutée au patrimoine routier de la wilaya, c'est la RN 121.

RN	PK Origine	PK Fin	Longueur (KM)	Origine	Fin
RN 03	255+700	384+000	128,300	Batna	El Oued
RN 46	194+000	279+000	85	M'Sila	Ville Biskra
RN 46A	56+200	114+700	58,500	El Oued	Bir Naam / intersection RN46 PK 218+650
RN 46B	0+000	72+700	72,700	loutayaRN03 PK294+000	RN03 PK342+500
RN 78	133+000	142+000	9	Batna	Carrefour RN03/RN78
RN 87	117+500	154+500	37	Batna	RN03 PK 310+750
RN 31	100+100	153+700	53,600	Batna	Ville Biskra
RN 83	221+600	328+600	107	Khenchela	Ville Biskra
RN 121	100+750	152+750	52	El Oued	RN83 PK247+300
Total			603,100		

1.1.3 ETAT DU RESEAU ROUTIER (RN, CW, ET CC)

Désignation	Linéaire (KM)	Etat du réseau		
		Bon(%)	Moyen(%)	Mauvais(%)
RN	603	68 (408.4 km)	26 (155.15km)	7 (39.45)
CW	684	69 (475.05km)	5 (32.15 km)	26 (176.8 km)
CC	1641 revêtus dont 1043KM non revêtus	22 (370 km)	8 (125 km)	70 (1146 km)
TOTAL	2 928			
Nombre OA(U)	295	82 (240 OA)	9 (28OA)	9 (27OA)

1.1.4 REALISATIONS ET PERSPECTIVES DU SECTEUR

1.1.4.1 REALISATION DU PROGRAMME QUINQUENNAL 1999/2004

Le secteur a bénéficié de **32** opérations :

- Renforcement et modernisation des RN : **132 kms**
- Renforcement et modernisation des CW : **40 kms**
- Dédoublage des RN : **10 kms**
- Ouverture des liaisons nouvelles (désenclavement) : **100 kms**
- Entretien des routes (revêtement RN, CW et CC) : **276 kms**
- Réalisation des ouvrages d'art : **12OA**
- Entretien des ouvrages d'art : **04OA**
- Suppression des points noirs : **08 points**

1.1.4.2 REALISATION PROGRAMME QUINQUENNAL 2005/2009

La direction des travaux publics a bénéficié de 72 opérations pour une autorisation de programme globale de **14.284.625.000,00 DA**, dont : **51** opérations **déconcentrées** pour AP : **12.452.080.000,00 DA** et **21** opérations **centralisées** pour AP: **1.832.545.000,00, DA** soit 12,83 % de l'AP globale (PSD+PSC). Cela a permis la concrétisation des actions suivantes :

- Renforcement et modernisation des (RN : **65.2 kms** ; CW : **82.5 kms**).
- Dédoublage des RN : **27 kms**.
- Réalisation des ouvrages d'art : **05 U** ; Entretien des OA : **05 U**
- Désenclavement : **198 kms**.
- Entretien des RN et CW : **310 kms**
- Suppression des points noirs : **13 points**.
- Renforcement de l'aérodrome et ses annexes.
- Réalisation siège DTP et 09 maisons cantonnières.

1.1.4.3 REALISATION PROGRAMME QUINQUENNAL 2010/2014

On a bénéficié de **46 opérations** pour une autorisation de programme (AP) de **14.126.772.000,00 DA (PSD)** et **15.429.585.694,00 DA(PSC)** qui représente 52% de l'AP global. Cela a permis la concrétisation des actions suivantes :

- Dédoublent: **58 kms.**
- Modernisation des (RN : **20kms** ; CW : **17 kms**).
- Désenclavement : **72 kms.**
- Entretien et réhabilitation des (CW : **205.7kms**; RN:**88.13kms.**)
- Entretien des CC : **110.8 kms.**
- Réalisation OA : **20 O.A** ; Entretien et protection des OA : **12 O.A.**
- Suppression des points noirs : **08 points**

1.1.4.4 REALISATION PROGRAMME QUINQUENNAL 2015/2019

On a bénéficié uniquement de 13 opérations centralisées soit 100% du programme :

- Entretien de RN : **43.6 kms.**
- Entretien et protection des ouvrages d'art : **07 unités** ; Réalisation OA : 01 U.
- Désenclavement : **05 kms.**

En matière de la gestion d'entretien, le tableau ci-dessous indique par année, l'autorisation de programme pour tout type de programme confondu, (PSD, PSC, FSDRS).

ANNEE 2010	ANNEE 2011	ANNEE 2012	ANNEE 2013	ANNEE 2014
4.733.120.000,00	3.966.398.000,00	1.045.713.000,00	1.238.700.000 ,00	4.445.653.400,00
ANNEE 2015	ANNEE 2016	ANNEE 2017	ANNEE 2018	ANNEE 2019
880.968.400,00	2.187.262.120,00	1.652.883.400 ,00	2.388.569.700,00	662.094.000,00

Programme 2019 : un montant de 80.000 .000 ,00DA a été réservé pour l'entretien des ouvrages d'art (Ouvrage Oumache RN03/ Oued Djeddi 2ème tranche : superstructure).

1.1.4.5 PERSPECTIVES ET PLAN DIRECTEUR DU SECTEUR

Notre secteur se propose de poursuivre la stratégie de développement de ses infrastructures de base à travers :

- La préservation et la sauvegarde du patrimoine existant (routes et ouvrages d'art).
- La modernisation et la mise en cohérence du réseau par la continuation d'extension de capacité en dédoublant les itinéraires à fort trafic.
- L'ouverture et continuation des liaisons de désenclavement en direction des wilayas limitrophes dans la vision régionale et nationale de l'aménagement du territoire.

1.1.4.6 CONTRAINTES RENCONTREES DANS L'EXECUTION DES PROGRAMMES

- Expropriation au niveau de projets de dédoublement.
- Déplacements des réseaux tous-terrains (Assainissement, AEP, Fibre optique et GAZ).
- Déplacement des lignes électriques (MT, BT).
- Protection des Oléoducs et Gazoducs.

1.1.4.7 PERSPECTIVES DU SECTEUR A MOYEN ET A LONG TERME

➤ DEDOUBLEMENTS

- Achèvement du dédoublement de la RN 03 sud sur 48 km
- Dédoublement de la RN 46 entre Tolga et Chaiba (limite avec la wilaya de M'sila) sur 51 km.
- Dédoublement de la RN 83 entre Sidi Okba et Zeribet El Oued sur 84 km.
- Dédoublement de la RN 78 sur 09 km.
- Dédoublement de la RN 46 A entre Bir Naam et Ouled Djellal sur 58 km
- Dédoublement de la RN 46 B sur 73 km
- Dédoublement de la RN 31 sur 44 km
- Dédoublement de la RN 87 sur 38 km
- Dédoublement du CW 60 sur 13 km entre Ouled Djellal et Sidi Khaled.

➤ OUVRAGES D'ART

- Réalisation d'un tunnel (El-Kantara) de 700 ml.
- Réalisation d'une trémie double au niveau de la RN 83 l'entrée de l'université.
- Réalisation d'une trémie double au niveau du carrefour boulevard front d'oued pont centrale RN31-Biskra.
- Etude et Réalisation d'un ouvrage d'art sur RN 46 A-Doucen.
- Etude et Réalisation d'un ouvrage d'art sur CC24-Guerta-Sidi Okba.
- Etude et Réalisation d'un échangeur sur RN 03 au PK 315+000 Biskra.
- Etude et Réalisation d'un ouvrage d'art sur OUED DJEDDI - CW60 –RAS EL MIAD.

➤ MODERNISATION

- Modernisation du CW 61 sur 53 kms entre Tolga –Lioua-Ouled Djellal.
- Modernisation du CW 60 sur 32 kms entre Ouled Djellal et Sidi Khaled.
- Modernisation du CW 36 sur 55 kms entre El Haouch-Ain Naga.
- Modernisation du CW 36 A sur 34 kms entre El Haouch-Sidi Okba-Chetma.
- Modernisation du CW 05 sur 42 kms entre Leghrous et Doucen.

➤ **LIASONS ET DESENCLAVEMENTS**

- Evitement EST de la ville de BISKRA sur 30 km
- Evitement de la ville d OULED DJELLAL sur 24 Km.
- Evitement de la ville de Chaiba sur 06 km.
- Evitement de la ville de Djemourah sur 15 km.
- Achèvement de la liaison Besbes-Hassi Berkhem vers D'zioua sur 58 km.
- Réalisation de liaison de la RN46B avec l'axe Bir Naam/M'Doukel sur 35 km (Mazouchia).
- Liaison de l'axe El Haouch-El Feidh sur 38 km- CW 36 (Sidi M'Hammed Ben Moussa) et la RN 121 sur 40 km (ELOualladja).
- Liaison M'Ziraa /El Mansaf – Guerta sur 19 km.
- Liaison Lioua – Oumache sur 35 km.
- Liaison Ain Naga- El Haouch sur 18 km.
- Achèvement de la liaison M'chounech Hammam Ouled Z'Rara vers Ain El Beida sur 42 km.
- Liaison Ras El Miad –Al Gaaou sur 50 km.
- Liaison Lemhaissar-RN46 /Chaiba sur 40 km.

1.1.4.8 OBJECTIFS ATTEINTS

Les investissements consentis à travers les différents programmes de développement des infrastructures de base à travers la wilaya de Biskra ont induit, à juste titre, des effets économiques et sociaux indéniables à différents niveaux :

- Effets micro-économiques sur les usagers : gains de temps, amélioration des coûts directs de déplacement, gains de sécurité et de confort à travers un niveau de service rendu en amélioration constante ;
- Effets macro-économiques sur le secteur des Travaux Publics mais aussi sur l'emploi ainsi que la maîtrise des coûts de transport ;
- Effets sur l'économie locale des zones desservies ou traversées par les infrastructures routières, localisation des activités, développement de certaines d'entre elles, réorganisation et aménagement de l'espace aux niveaux régional et national.

Néanmoins, un effort soutenu doit être consenti au vu des faiblesses persistantes que connaît encore notre réseau à travers un niveau de maillage satisfaisant. De ce fait, s'exerce plus que jamais une puissante demande en faveur de la poursuite du développement des

infrastructures de base surtout dans les volets liés au désenclavement surtout dans les zones agricoles et les zones à promouvoir des régions sud de la wilaya, expression des collectivités locales, la sauvegarde du patrimoine existant et l'augmentation de capacités des itinéraires à fort trafic.

Consistance du réseau	Unité	Avant 1999	Fin 2019
Routes nationales	km	509	603
Dédouplements	km	45	140
Chemins de Wilaya	km	523	684
Chemins communaux	km	529	1641
Chemins communaux revêtus	km	181	598
Ouvrages d'art	U	210	295
Désenclavement	km	/	432.5

1.2 PARC DES OUVRAGES D'ARTS EN ALGERIE DE 1962 A 2020

La plupart des ouvrages d'art (OA) construits étaient liés aux programmes de constructions routières. De 2005 à 2014, plus de 1 384 ouvrages ont été construits. Au programme quinquennal 2015-2019, il a été prévu la construction neuve de 500 ouvrages d'art routiers, une mise à niveau des équipements de sécurité des tunnels et l'expertise et l'entretien de 1500 OA. Le parc ouvrages d'art en Algérie comptait, jusqu'à 1992, 2 800 OA et 7 km de tunnels, en 2014, il est passé à 10 000 OA et 25 km de tunnels.

On distingue trois périodes :

1962-1970 : durant cette période, la construction d'ouvrages d'art n'a pas connu une activité importante. La plupart des ouvrages réalisés ont été en général confiés à des entreprises françaises. Ce sont des ouvrages classiques en béton armé (ponts à poutres, ponts dalles).

1970-1980 : cette période a vu l'émergence et la création d'un nombre limité d'entreprises nationales (Sonatiba, Sonatro, Sapt, Sera). Durant cette période, c'est la continuité. Les ouvrages réalisés sont de conception classique.

1980-1984 : d'autres entreprises nationales spécialisées comme SEROA, SNOA, ENGOA, SEROR, SERO-EST ont été créées et ont acquis des équipements de base pour la réalisation d'ouvrages d'art. Plusieurs ouvrages ont été réalisés avec le recours à des moyens extérieurs, notamment dans la région Centre.

L'activité de construction des ouvrages avec la même conception s'est poursuivie durant les années **1984 à 2000**. On a vu la construction durant cette période du Viaduc à haubans, le pont de Fergoug, l'échangeur du Caroubier et le Tunnel de Oued Ouchaïah. Ce n'est que depuis **2001** à ce jour que l'activité de construction des ouvrages d'art s'est intensifiée et maîtrisée.

1.3 CONSISTANCE GENERALE DE L'AUTOROUTE EST-OUEST

La chaussée : • Linéaire global de l'infrastructure : 1.720 Km (en comptant les routes annexes et les bretelles). • Linéaire de l'axe principal : 1.216 Km

Les ouvrages d'art : • 3.000 unités dont 123 grands viaducs

Les tunnels : • 14 tubes (07 unités en bitubes) • Linéaires total : 16.947 m

1.4 LES PONTS DE LA WILAYA DE BISKRA

Le nombre des ouvrages d'art sur le territoire de la wilaya de Biskra est de 295 ouvrages, y compris les dalots et les ouvrages busés dont la longueur est supérieure à 4m. Parmi ces ouvrages on distingue 64 ponts repartis à travers le réseau routier de la wilaya (RN ; CW ; CC) sans compter les ponts qui sont récemment achevés et ceux qui sont en cours de construction. Les ponts qui sont récemment ou en phase d'achèvement sont :

1. Pont (viaduc) au niveau des gorges d'el KANTARA ; SAPTA
2. 4eme pont dédoublé sur oued Sidi Zarzour/ ville de BISKRA ; SAPTA
3. Pont passage supérieur RNO3 ; SERO-EST
4. Pont M'chounech ; SERO-EST

Note : Ici le mot **pont** désigne tout ouvrage d'art dont la longueur de la travée est supérieure ou égale à huit (8) mètres. Parmi ces ponts, cinq (05) ponts à poutres, isostatiques se trouvent dans territoire de la Wilaya déléguée Ouled Djellal et qui sont :

TYPE DE PONT	ENTREPRISE	ANNEE	OBSTACLE FRANCHI	LIEU	PK	ROUTE
POUTRE B.A	Boussiron	1961	Oued Sadouri	Chaiba	197+700	RN46
POUTRE B.A	SERO-EST	1989	Oued Djeddi	O-Djellal	76+400	RN46A
POUTRE B.P	SAPTA	1996	Oued khafoura	Doucen	103+950	RN46A
POUTRE B.P	SAPTA	2009	Oued Djeddi	S-Khaled	0+546	CW4
POUTRE MIXTE	SAPTA	1998	Oued Lassel	O-Djellal	01+840	CW60

Le nombre des ponts dégradés selon le rapport des visites d'inspections détaillées faites par CTTP en 1993 était 22 ponts. Les études d'expertises faites depuis 2013 à ce jour :

- 25 études d'expertises achevés au niveau des RN et 03 en phase d'étude.
- 06 études d'expertise sur CW.
- 06 études d'expertise pour l'année 2019

La dégradation plus grave surtout pour ceux qui présentaient des fissures légères et qui n'ont pas été réparés.

1.5 LES OA DEGRADEES SUR LE RESEAU ROUTIER/BISKRA

Le nombre total des ouvrages dégradés est de **55 ouvrages** (27OA en mauvais état et 28OA en moyen état) et sont répartis comme suit :

1.5.1 LISTE DES OA DEGRADEES SUR RN

Le nombre des OA dégradés est de 39 ouvrages dont 21 OA sont en mauvais état.

N°	Route	PK	Localisation	Obstacle franchi	Année de const.	Entreprise	Type OA	Etat
01	RN3	320+600	Biskra	Oued Zmor	1991	chenraf	Dalot 03 ouvertures	Mauvais
02	RN3	308+600	Branis Djamourah	Oued LEMKIMNET	/	/	Maçonnerie	Mauvais
03	RN31	137+700	Chetma	Oued D'roh	1989	MAZOUZI KHELIFA	Dalot	Moyen
04	RN46	271+250	AIN BEN NAOUI	Oued/AIN BEN NAOUI	2004	ENGOA	PONT	Moyen
05	RN46	219+400		Oued Naam	/	/	Dalot	Moyen
06	RN3	290+250	LAAMARA EL-OUTAYA	Oued FELLAG	1970	SATON	PONT POUTRE	Mauvais
07	RN78	136+100	Extramuros EL-KANTARA	Oued ELMALLAH	1992	SERO-EST (BATNA)	Pont Isostatique à 2 travées en B, A	Mauvais
08	RN3	343+900	OUMEICHE	O. Djeddi	1982	SAPTA	P.MIX	Mauvais
09	RN87	121+650	BENI SOUIK/ DJAMOURAH	oued	/	/	Dalot	Mauvais
10	RN3	308+960	Branis Djamourah	passage inf.	/	/	Pont Cadre	Moyen
11	RN3	310+500	Branis Djamourah	RN 87	/	/	Pont Poutre	Mauvais
12	RN46	259+800	AIN EL KARMA	Oued Hassi Zerrari	/	/	O/BUSE 3Ø1000	Moyen
13	RN46	261+700	Bordj Nos	Oued Hassi Zerrari	/	/	Dalot+O/B 4Ø600	Moyen
14	RN46	262+350	Bordj Nos	Oued Hassi Zerrari	/	/	dalot+O/B 3Ø600	Moyen
15	RN46	275+400	BISKRA	Oued Zmor	/	/	O/BUSE 12Ø1000	Moyen
16	RN46	275+700	BISKRA	Oued Zmor	/	/	O/BUSE 12Ø1000	Moyen
17	RN46A	78+000	O-Djellal	Oued	1980	EPTP	Dalot	Mauvais
18	RN83	248+100	Z -El Oued	Oued EL ARAB	1990	SERO/EST	PONT POUTRE/ PRECONTRAIN T	Moyen
19	RN3	322+100	DAIRA BISKRA	RN 46 PK 275	1993	SAPTA ALGER	ECHANGEUR PONT POUTRE	Moyen
20	RN3	311+400	Col de SFA	oued	/	/	Dalot cadre 01 ouverture	Moyen
21	RN3	324+500	BISKRA	EX RN03	2002	SAPTA ALGER	PONT POUTRE	Moyen
22	RN3	324+501	BISKRA	CHEMIN DE FER	2002	SAPTA ALGER	PONT POUTRE	Moyen

23	RN3	324+502	BISKRA	CHEMIN DE FER	2002	SAPTA ALGER	PONT POUTRE	Moyen
24	RN3	336+100	Ain Dabba	Zone inondable	/	/	O.B	Mauvais
25	RN3	336+300	Ain Dabba	Zone inondable	/	/	O.B	Mauvais
26	RN3	336+500	Ain Dabba	Zone inondable	/	/	DALOT	Mauvais
27	RN3	336+550	Ain Dabba	Zone inondable	/	/	DALOT	Mauvais
28	RN3	336+600	Ain Dabba	Zone inondable	/	/	DALOT	Mauvais
29	RN3	336+900	Ain Dabba	Zone inondable	/	/	O.B	Mauvais
30	RN3	339+400	Ain Dabba	Zone inondable	/	/	O.B	Mauvais
31	RN46	262+600	Bordj Nos	/	/	/	O Busé 3Ø1000	Moyen
32	RN87	120+400	BENI SOUIK/DJAMOURA H	Oued Zmala	/	/	Dalot	Moyen
33	RN87	120+900	BENI SOUIK/DJAMOURA H	OUED ABDI	/	/	Pont dalle	Mauvais
34	RN87	135+000	Branis Djamourah	Oued	/	/	Dalot	Mauvais
35	RN87	135+400	Branis Djamourah	Oued	/	/	Dalot	Mauvais
36	RN87	153+450	COMMUNE BRANIS	OUED M'LAGA	/	/	Pont dalle	Mauvais
37	RN3	299+350	EL-OUTAYA	OUED	/	/	DALOT	Mauvais
38	RN46A	80+050	O-Djellal	Oued Diffel	1980	EPTP	Dalot	Mauvais
39	RN46A	76+400	O-Djellal	Oued Djeddi	1989	SERO-EST	PONT POUTRE	Moyen

1.5.2 LISTE DES OA DEGRADEES SUR CW

Le nombre des OA dégradés est de 09 ouvrages dont 04 OA sont en mauvais état.

N°	Route	PK	Localisation	Obstacle franchi	Année de const.	Entreprise	Type OA	Etat
01	CW6	22+200	Sidi MASMOUDI	Oued	2010	KHOBZI	Dalot + Buses	Mauvais
02	CW36	08+300	SAADA	O.SAADA	/	/	Dalot	Mauvais
03	CW36A	3+550	SAADA	O.SAADA	1986	BEN AKSA	Dalot	Moyen
04	CW2	01+350	F/HARZLI	Oued	1989	MAZOUZI	Dalot	Moyen
05	CW2	14+600	OUALAJA	Oued	1990	MANSORI	Dalot	Moyen
06	CW2	17+500	Z/HAMED	Oued	1989	SELLAOUI	Dalot	Moyen
07	CW2	27+800	SAGUIA	SEGUIA	1989	/	Dalot	Moyen
08	CW4A	41+700	Ras elMiad	Ras el-Miad	1988	ETP SAHRAOUI	Dalot	Mauvais
09	CW4A	43+900	Ras elMiad	Ras el-Miad	1988	ETP SAHRAOUI	Dalot	Mauvais

1.5.3 LISTE DES OA DEGRADEES SUR CC

Le nombre des OA dégradés est de 07 ouvrages dont 02 OA sont en mauvais état.

N°	Route	PK	Localisation	Obstacle franchi	Année de const.	Entreprise	Type OA	Etat
01	CC21	0+050	BRANIS	O. Abdi	/	/	Pont poutre	Moyen
02	CC	/	Ex RN3	O. Zmor	1963	/	Pont poutre	Mauvais
03	CC	/	Ville Biskra	O. Sidi Zarzour	1983	/	Buses métal.	Mauvais
04	CC	/	Ville Biskra	O. Sidi Zarzour	1985	/	Buses métal.	Moyen
05	CC	/	Ville Biskra	C. Fer	/	/	Pont poutre	Moyen
06	CC38	0+700	Lioua	O.DJEDDI	1998	SAPTA	Pont mixte	Moyen
07	CC113	7+750	Z. El Oued	Oued	/	/	Dalot	Moyen

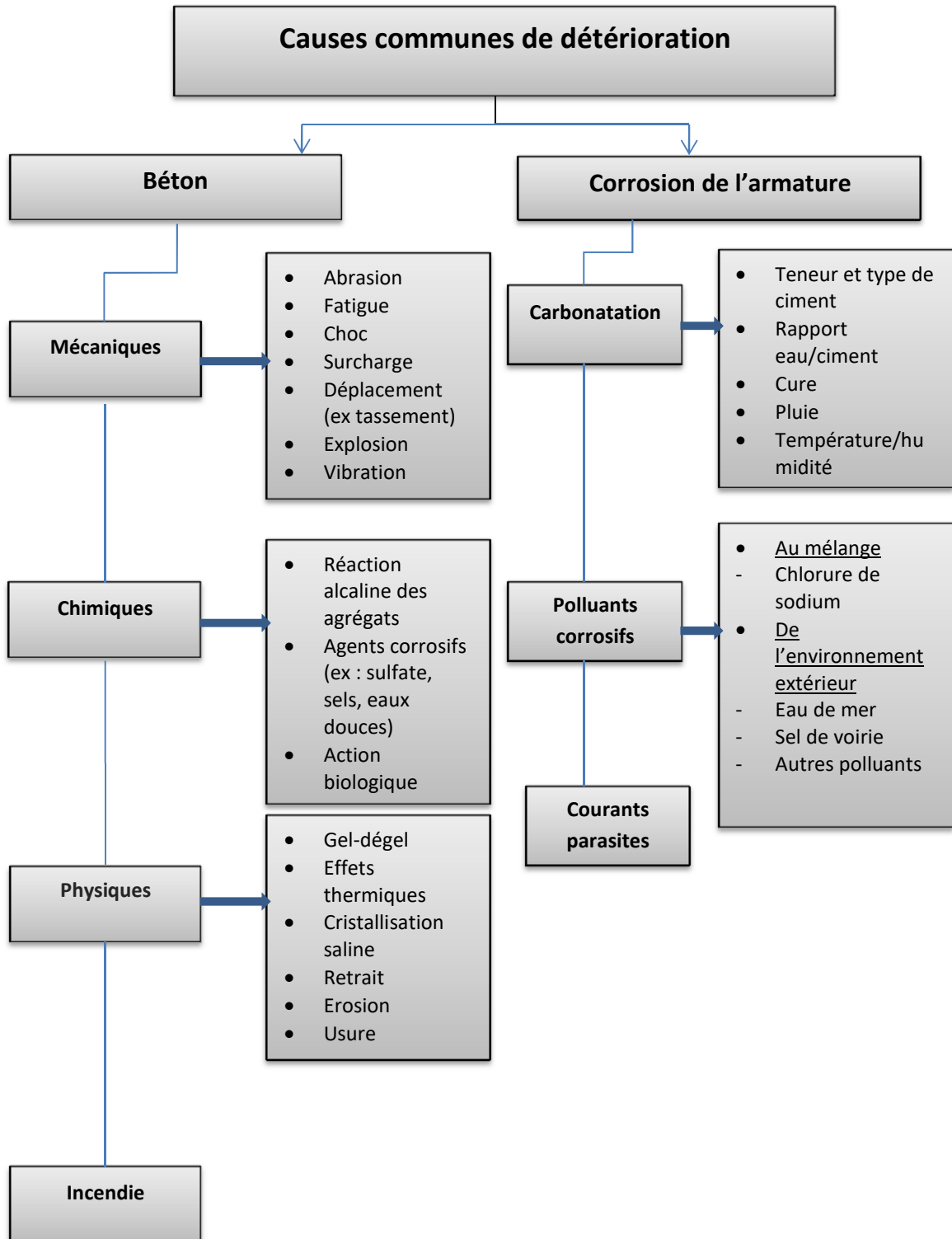
1.6 BANQUE DE DONNEES DES OA SUR OUED DJEDDI / BISKRA

ROUTE	PK	Localisation	Année de const.	Entreprise	Type	Long.	Larg.	Etat
RN03	343+900	OUMACHE	1982	SAPTA	P.MIX	341,00	10,00	Mauvais
RN46A	76+400	O-Djellal	1989	SERO-EST	P.B.A	167.5	10,00	Moyen
CW04	0+546	Sidi Khaled	2009	SAPTA	P.B.P	271,00	11,50	Bon
CC38	00+700	LIOUA	1998	SAPTA	P.MIX	135,00	9,10	Bon

NOTE : Parmi ces quatre (04) ouvrages, deux seulement qui représentent des dégradations :

- Le pont d'Oumache RN03 qui a subi déjà les travaux de réhabilitation de l'infrastructure et reste les travaux de réhabilitation de la superstructure.
- Le pont D'Ouled Djellal qui est en moyen état et qui est l'objet de notre thème.

1.7 PRINCIPALES CAUSES DE DEGRADATIONS DES BETONS



Causes communes des défauts (Norme NF EN 1504)

1.8 ACTIONS ET PATHOLOGIES AGISSANTS SUR LES PONTS

1.8.1 ACTION DES EAUX (1)

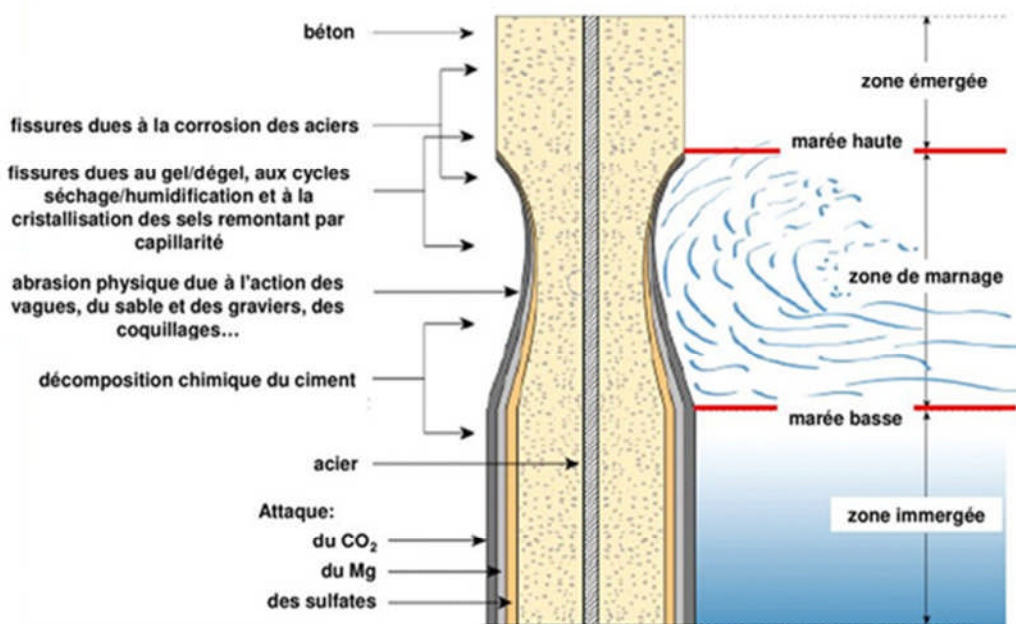
L'eau est réputée pour sa capacité à dissoudre plus de substances que tout autre liquide. Cette propriété représente la présence de nombreux ions et gaz (gaz carbonique en forme de H_2CO_3), ce qui favorise la décomposition chimique des matériaux solides.

La congélation de l'eau en glace (voire gel dégel), la formation d'une structure ordonnée de l'eau dans les pores fins, le développement de la pression osmotique due à des différences de concentration ionique, et l'accumulation de pression hydrostatique par des pressions de vapeur différentielle peut conduire à de fortes contraintes internes.

1.8.1.1 Action de l'eau de mer

Les eaux de mer présentent d'environ 3,5 % des sels solubles en masse. Les concentrations ioniques de Na^+ et Cl^- sont de 11 000 et 20 000 mg / l, respectivement. Pour l'agressivité sur les produits d'hydratation de ciment, des quantités de Mg_2 et SO_4^{2-} sont présents, généralement 1400 et 2700 mg/ L respectivement.

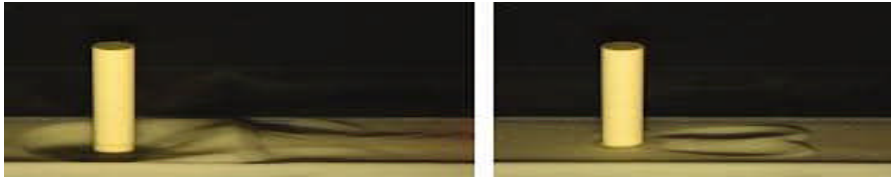
Le béton exposé à l'environnement marin peut se détériorer en raison des effets combinés ; de l'action chimique de granulats d'expansion, de la pression de cristallisation des sels dans le béton, si une face de la structure est soumise à de mouillage et d'autres à des conditions de séchage, action du gel/dégel dans les climats froids, la corrosion de l'acier, et l'érosion physique due à l'action des vagues et des objets flottants.



Représentation schématique d'un cylindre en béton armé exposés à l'eau de mer

1.8.1.2 Action Mécanique De L'eau

Les Affouillements : L'action mécanique de l'eau se manifeste par affouillement et abrasion.



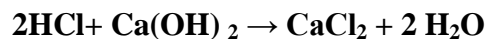
Photographie des deux motifs d'érosion au voisinage du cylindre, pour un écoulement venant de la gauche:

(a) fosse creusée par le tourbillon en fer à cheval, (b) fosses en oreilles de lapin. (2)

Érosion autour et en aval d'un cylindre : La présence d'une structure perturbe l'écoulement et crée plusieurs tourbillons : un tourbillon en « fer à cheval » au pied de l'obstacle et des tourbillons de sillage en aval « oreilles de lapin » avec des vitesses plus faibles que celles induites par les tourbillons en fer à cheval ; ce qui provoque, l'érosion de la structure. (2).

1.8.2 ACTION DES ACIDES

- L'acide chlorhydrique conduit à la formation de chlorure de calcium, qui est très soluble;



- L'acide sulfurique donne du sulfate de calcium, qui précipite sous forme de gypse ;

- L'acide nitrique donne nitrate de calcium, qui est très soluble.

Avec des acides organiques, le résultat est le même. (1)

- L'action de l'acide lactique conduit à des lactates de calcium, et l'acide acétique donne l'acétate de calcium, et ainsi de suite. $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CaOH}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Acide acétique Hydroxyde de calcium Acétate de calcium. Le taux de réaction des différents acides avec du béton est déterminée par la solubilité du sel de calcium qui en résulte.

1.8.3 LES REACTIONS DE GONFLEMENT INTERNE

Les réactions de gonflement interne (**RGI**) comprennent essentiellement l'alcali-réaction (**AR**) et la réaction sulfatique interne (**RSI**). Cette dernière se distingue de la réaction sulfatique externe qui est provoquée par des apports extérieurs de sulfates.

Action des ions sulfates et sulfures : Les ions sulfates, présents dans les eaux séléniteuses (eaux souterraines sulfatées), l'eau de mer, certains remblais (schistes houillers) et certaines pluies acides, déplacent le calcium de son hydroxyde pour former de l'anhydrite, sulfate de calcium anhydre CaSO_4 , produit relativement soluble qui peut soit conduire à un lessivage, soit s'hydrater, avec un léger gonflement, en gypse moins soluble. L'action la plus nocive se produit lorsque ce gypse secondaire réagit à son tour avec les aluminates de calcium, formant de l'**ettringite** (sulfate hydraté de calcium et d'aluminium) dont la cristallisation, sous forme d'aiguilles, développe des pressions considérables pouvant conduire à la ruine du béton.

L'origine des Sulfates

a) Origines Intérieures :

- Le régulateur de prise ajouté au ciment (gypse, héli-hydrate, anhydrite).
- Les sulfates dans le clinker : sulfate alcalins et solution solides dans les silicates de calcium.
- Des granulats ou de l'eau de gâchage pollués par des sulfates naturels ou artificiels.

b) Les origines extérieures :

- Action des eaux souterraines sulfatées ;
- Action de l'eau de mer (contenant 2,2 g/l de $MgSO_4$);
- Action de remblais ou de sol contenant des sulfates ;
- Action des pluies acides emmenant avec elles le dioxyde de soufre de l'atmosphère.
- Dans les environnements industriels l'air peut contenir d'anhydride sulfureux SO_2 provenant des gaz de combustion. L'oxydation de ces gaz donne de l'acide sulfurique très agressif.

Les Produits Résultants de l'attaque : L'ettringite, le gypse et la thaumasite.

Conséquences des réactions Sulfatiques : Modifications chimiques et physiques du béton.

a) Les modifications chimiques :

- 1- Une élimination de Ca^{2+} de certains produits d'hydratation ;
- 2- Changements inhabituels dans la composition de la solution interstitielle;
- 3- Formation de silice hydratée (gel de silice);
- 4- Décomposition des minéraux du clinker non hydraté encore;
- 5- Dissolution des produits d'hydratation préalablement formé;
- 6- Formation d'ettringite, le gypse et traumatise ;
- 7- Formation de magnésium contenant brucite $Mg(OH)_2$ et d'hydrate de silicate de magnésium;
- 8- Recristallisation répétée de l'anhydrite sulfate de sodium (thénardite- Na_2SO_4) à la forme sulfate de sodium déca-hydraté (mirabilite $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$)
- 9- Pénétration dans le béton des espèces ioniques et formation de cristallisation des sels.

b) Les modifications physiques :

- 1- Une restructuration complète de la structure par augmentation de sa porosité ;
- 2- Une expansion volumétrique et une génération des microfissurations;
- 3- Formation de circonférence des jantes ou des lacunes autour des particules d'agrégats;
- 4- Surface de l'écaillage, délamination, l'effritement et l'efflorescence ;
- 5- Une diminution de la dureté qui est le résultat de la dulcification de la pâte;
- 6- Dépôts de sels sur les surfaces et les fissures d'exfoliation;
- 7- Une perte de résistance mécanique ce qui implique la diminution de module d'élasticité.

1.8.3.1 L'alcali-Réaction

Les mécanismes des alcali-réactions résultent, d'une réaction entre la phase liquide interstitielle, contenant des alcalins en quantité importante, et les particules réactives contenues dans les granulats ; la chaux et l'humidité créent un environnement propice.

La fissuration en réseau est le désordre le plus rencontré : faïençage à mailles de petite dimension (20 à 50 mm) et une profondeur de fissure faible (quelques centimètres), ou réseau de fissures de dimension plus grande (30 à 40 cm) et de profondeur plus importante.

Les différents types de réactions

a) Réaction Alcali-silice (ASR) (la plus fréquente) : Le mécanisme de la réaction alcali-silice passe par une dissolution de la silice sous l'action de la solution interstitielle, suivie de la précipitation d'un gel expansif de silico-calco-alcalin. Les caractéristiques de l'ASR dans les sections de béton infecté sont :

- 1- Des produits blanchâtres et la réaction des jantes autour des particules agrégées,
- 2- Fissures à travers agrégats, parfois remplis de gel, la matrice des fissures souvent contiguës aux fissures globales, et les vides remplis de produits de réaction.
- 3- Une perte d'adhérence peut également se produire entre les granulats et la matrice cimentaire.
- 4- Fissures dans les agrégats qui montrent une évidence de l'ASR sont souvent microfissures naissantes ou préexistantes qui sont des plans de faiblesse dans lequel une solution interstitielle alcaline pénètre et réagit.

b) Réaction alcali-silicate : La différence essentielle avec la réaction alcali-silice réside dans le fait que les granulats réactifs ne sont pas formés de silice libre mais sont des silicates variés (phyllo-silicates, tectosilicates, sains ou altérés). Les produits de la réaction, sont voisins de ceux apparus dans la réaction alcali-silice.

c) Réaction alcali-carbonate : La réaction se manifeste comme suit:



Lorsque dédolomitisation conduisant à la formation des Brucite $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$, il y a une régénération de l'alcali sous la réaction suivante : $\text{NaCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{CaCO}_3$

Ce qui conduit à l'autoalimentation de la 1^{ère} réaction.

1.8.4 ATTAQUE DES CHLORURES

Les deux principales sources de chlorures susceptibles de contaminer le béton sont les sels anti verglas et l'eau de mer. Les ions chlorures pénètrent dans le béton par diffusion et réagissent avec les aluminates de calcium pour former le chloro-aluminate, produit stable et qui se forme sans expansion susceptible de provoquer la dégradation du matériau.

Les chlorures sont aussi de sources internes existent en raison des éléments suivants:

- En utilisant l'eau de mer dans le béton ;
- En utilisant du chlorure de calcium dans les additifs pour accélérer le temps de prise ;
- En utilisant des agrégats qui contiennent des chlorures ;
- En utilisant des additifs qui ont une teneur plus élevée en chlorure de celle définie.
- Cas où l'eau de gâchage contient un nombre plus élevé d'ions chlorure à celle autorisée.

1.8.4.1 *Seuil d'amorçage de la Corrosion due par les Chlorures*

A la différence de la carbonatation, la corrosion ne démarre pas instantanément lorsque les ions atteignent les aciers : il faut atteindre une concentration critique. Le rapport $[CL^-]$ libre / $[OH^-]$ compris entre 0.6 et 1 conduit généralement à une concentration critique en ions de chlorures, plus ce rapport est élevé, plus la vitesse de corrosion est grande.

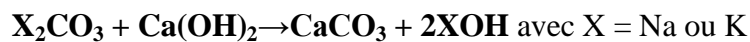
1.8.5 CARBONATATION

Le béton, est toujours soumis à l'action du dioxyde de carbone. Ce dernier se dissout aisément dans l'eau pour donner un acide faible de formule H_2CO_3 ; ($CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$).

Il réagit avec les hydrates du ciment et cette réaction porte le nom de **carbonatation**. La profondeur de la carbonatation est de l'ordre de 2 mm au bout d'un an, 8 mm au bout de 10 ans et 20 à 25 mm au bout de 50 ans. (1) L'acide carbonique n'attaque pas la pâte de ciment, mais plutôt neutralise les alcalis dans l'eau interstitielle et principalement le carbonate de calcium sous l'équation : $H_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + 2H_2O$

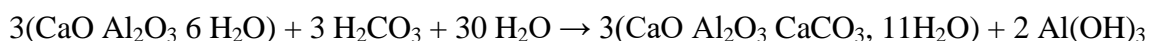
1.8.5.1 *Les Mécanismes de carbonatation*

En présence de bases alcalines, tel que NaOH ou KOH, la solubilité de la chaux est relativement faible et la réaction peut se ralentir, cependant ces bases alcalines se carbonatent aussi : $CO_2 + 2XOH \rightarrow X_2CO_3 + H_2O$ avec X= Na ou K. La carbonatation des bases alcalines augmente la solubilité de la chaux qui peut alors se carbonater en plus grande quantité :

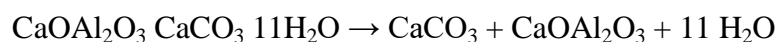


· Le silicate de calcium C-S-H: $3CaO \cdot 2SiO_2 \cdot 3H_2O + 3H_2CO_3 \rightarrow 3CaCO_3 + 2SiO_2 + 6H_2O$

· Les aluminates:



· Puis la carboaluminate se décompose en alumine et carbonate:



· L'ettringite peut également se carbonater:



1.8.5.2 Les facteurs influents sur la carbonatation (1)

La vitesse de carbonatation atteint son maximum pour une humidité comprise entre 40% et 80%, 60% étant considéré comme la valeur la plus critique. De fortes teneurs, dans un béton, en cendres volantes (>30%) et en laitiers (>50%) accélèrent sa vitesse de carbonatation.

1.8.6 LA CORROSION

Plus de 80% des dégradations du béton armé sont provoquées par la corrosion des armatures. Sous l'action d'agents atmosphériques ou de réactifs chimiques, l'acier se corrode, se transforme en oxydes, sulfures, carbonates, etc.

1.8.6.1 Influence des fissures mécaniques sur le processus de corrosion

Les fissures mécaniques facilitent l'amorçage de la corrosion en fond de fissures et le long de l'interface acier/béton sur la zone endommagée par la création de la fissure.

1.8.6.2 Corrosion atmosphérique

La corrosion ne devient sensible qu'au-delà d'un taux d'humidité relative, de l'ordre de 50 à 70 %. Les agents agressifs les plus courants sont l'anhydride sulfureux et les chlorures hygroscopiques tels les chlorures de lithium, de calcium et de magnésium. La température joue également un rôle déterminant dans l'accélération du processus chimique d'oxydation.

1.8.6.3 Autres formes de corrosion

- La corrosion par influence de courants vagabonds sur des pièces métalliques situées à proximité de tramways ou de chemins de fer alimentés en courant continu ;
- La dégradation microbienne, due à des bactéries produisant de l'acide sulfurique (thiobacilles) ou du sulfure d'hydrogène (bactéries sulfato-réductrices) se combinant avec les ions Fe^{2+} pour former des sulfures insolubles.

1.8.6.4 Le mécanisme de Corrosion

Deux types de réactions couplées corrosion/oxydation, ont lieu :

— **Une réaction anodique** : Dans laquelle l'oxydation du métal correspondant, à la formation à partir de l'état métallique, d'ions passant en solution : Anode: $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

— **Une réaction cathodique** :

En l'absence d'oxygène : $2H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^- + H_2$; $2H_3O^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O + H_2$

En présence de l'oxygène : $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$; OU $O_2 + 4H_3O^+ + 4e^- \rightarrow 6H_2O$

Ces réactions d'oxydoréduction sont suivies des réactions secondaires de formation de corrosion à la surface du métal : $Fe^{2+} + nOH^- \rightarrow Fe(OH)_n$; $2Fe(OH)_n \leftrightarrow Fe_xO_y + H_2O$

1.8.6.5 Les phases de dégradation

On distingue successivement deux phases dans le développement de la corrosion :

* **Une période d'amorçage** : dite aussi période dormant, d'incubation ou d'initiation, durant laquelle la stabilité du système constitué par l'armature métallique noyée dans la matrice cimentaire du béton décroît progressivement et durant laquelle se créent les conditions favorables au développement de la corrosion. L'amorçage de la corrosion peut être provoqué soit par la carbonatation du béton d'enrobage, soit par la pénétration d'ions chlorure.

* **Une période de propagation** : on observe, en premier lieu, la formulation de produits issus de la corrosion de l'armature. Les phénomènes électrochimiques de corrosion, conduisent à la formation d'oxydes et d'hydroxydes de volumes supérieurs à celui de l'acier sain.

1.8.7 LE CHOC (ACTIONS ACCIDENTELLES) (3)

1.8.7.1 Chocs de navires et de bateaux

Il s'agit des chocs de navires (en site maritime) ou de bateaux (sur les voies navigables) contre des piles de ponts.

1.8.7.2 Chocs de véhicules routiers et ferroviaires

Il s'agit d'une attaque mécanique concrétisée par des chocs de véhicules sur les piles de ponts ou même sur les tabliers, à cause de la surcharge des poids lourds hors gabarit.

1.8.8 ACTION SISMIQUE

Les conséquences d'un séisme sont dramatiques dès que l'accélération au sol dépasse **0,3 g**. Vis à vis au séisme, on a remarqué le bon comportement des ponts-dalles en béton armé ou précontraint pré ou post-tension à plusieurs travées lorsqu'ils n'étaient pas trop biais, contreventés et reposaient sur des appuis en néoprène. Par contre, les effondrements les plus spectaculaires ont été observés dans le cas de structures hyperstatiques comportant des éléments de ductilité insuffisante, liée le plus souvent à une insuffisance d'armatures transversales et/ou à un excès d'armatures longitudinales mal maintenues dans les zones sollicitées au-delà du domaine élastique. La mise en vigueur de 1^{er} règlement parasismique des ouvrages d'art élaboré en 2006 ; suite au séisme de Boumerdès en mois de mai 2003, de magnitude MW de 6,8.

Les ponts sont classés selon leur importance en :

Groupe 1 : Ponts stratégiques qui doivent rester circulables après le séisme.

Groupe 2 : Ponts importants qui portent, franchissent ou longent des autoroutes, des voies expressives et à grande circulation – itinéraires de desserte d'installations de grande importance.

Groupe 3 : Ponts d'importance moyenne non classés en groupe 1 ou 2.

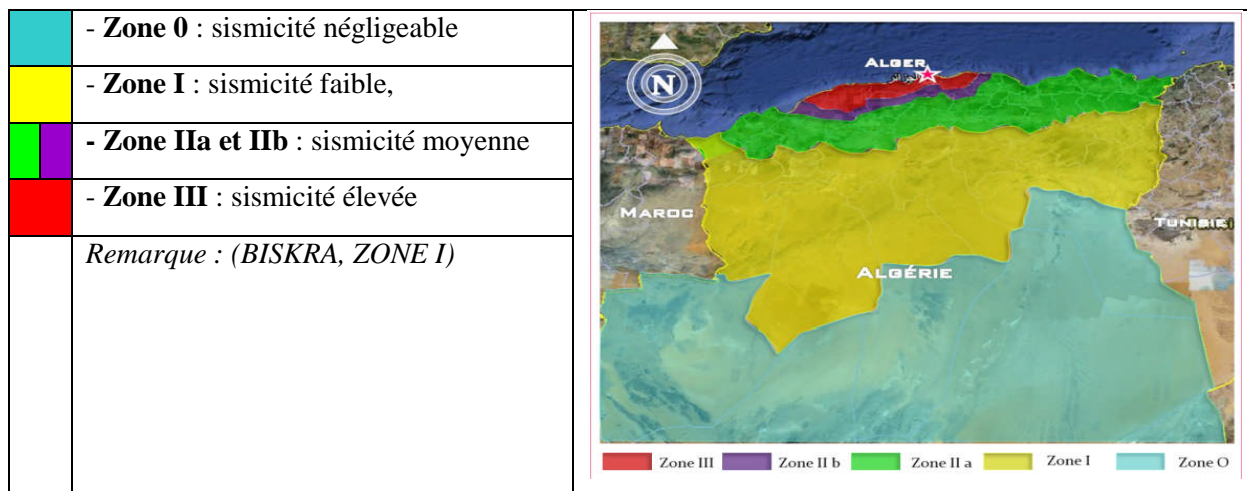
1.8.8.1 Les Dommages Induits Par Le Séisme Directement

- Affaissements des chaussées par rapport à l'entrée ou à la sortie du pont
- Ouvertures des joints de chaussées
- Endommagement des bloqueurs de déplacements latéraux
- Déplacements et translations des poutres de tabliers,
- Endommagement des appareils d'appuis

1.8.8.2 Les Effets Indirects

- La liquéfaction des sables : provoquant le basculement et l'enfoncement des constructions ;
- Le glissement de terrain : entraînant la perte totale des ouvrages concernés ;
- Les éboulements rocheux : les constructions peuvent être totalement détruites.

1.8.8.3 Zones sismiques en Algérie



1.8.9 LA FATIGUE (ACTIONS DUES AU TRAFIC)

Les trafics routiers et ferroviaires engendrent des variations de contraintes cycliques d'intensité et des fréquences élevées. L'amplification de ses effets statiques, au voisinage des discontinuités, comme les joints de dilatation, où l'on observe souvent une fissuration des dalles. Quant aux ponts ferroviaires, les principales actions liées au trafic ferroviaire sont :

- chocs lors du passage des trains engendrant une déconsolidation des assemblages rivés.
- interaction complexe (LRS : longs rails soudés), tablier, due aux variations de température.
- apparition de phénomènes de résonance lorsque la vitesse des trains dépasse 200 km/h.
- existence d'efforts de lacet, susceptibles d'ébranler les assemblages.
- forces de freinage et d'accélération importantes, nécessitant des points d'ancrage extrêmement résistants (généralement sur culées).
- effets de souffle provoqués par les TGV sur les équipements placés en bordure de voie ;
- situations accidentelles de déraillement. (1)

1.8.10 INCENDIES

Les chocs de véhicules lourds sur les piles ou les tabliers engendrent parfois des incendies qui endommagent le béton dès que sa température atteint 200° C ; les armatures de précontrainte sont sensibles dès 175 °C et les armatures HA résistent jusqu'à 350 – 450 °C.

1.8.11 LE RETRAIT DU BETON (3)

Le retrait, phénomène d'origine physico-chimique, provoque souvent une fissuration du béton, orientée ou multidirectionnelle. Certaines fissures peuvent apparaître une ou deux heures après le bétonnage, d'autres peuvent apparaître plusieurs jours ou plusieurs mois après le décoffrage. Ces fissures sont créées par le retrait de dessiccation, encore appelé retrait à long terme, dû au départ de l'eau en excès dans le béton.

1.8.11.1 Les Causes Du Retrait

- Les quantités d'eau et de ciment ;
- La présence d'ajouts minéraux, qui produisent un réseau poreux plus fin ;
- Le volume de la pâte, le module élastique des granulats et la nature et la finesse du ciment ;
- La quantité d'armature dans le béton, pour 5% d'armature, le retrait tombe à 1/5 de sa valeur.
- Les conditions de la cure telle que l'humidité et la température ;
- La consistance du béton ; granulométrie et forme des agrégats, la méthode de mise en œuvre.

1.8.11.2 Les Conséquences du Retrait

Des fissurations pouvant diminuer la durabilité des OA et limiter la capacité portante.

1.8.12 EFFET DE GEL DEGEL (ACTIONS CLIMATIQUES) (3)

La détérioration par le gel se manifeste dans les structures construites dans les régions froides ou d'altitude. La forte augmentation de la vitesse d'hydratation du ciment crée des écarts de température entre le cœur des pièces coulées et leur surface, et accroît le risque de fissuration lors du refroidissement. Les dégradations dues aux cycles de gel-dégel affectent les parties non protégées par un revêtement étanche et sont amplifiées par l'utilisation de sels anti-verglas. Les symptômes les plus courants sont :

- L'écaillage de surface
- Le gonflement de la structure accompagné le plus souvent d'une fissuration en réseau.

1.8.13 DEFAUTS D'EXECUTION

Les principaux défauts d'exécution rencontrés sur chantiers des travaux publics et les types des dégradations qui en résultent :

- **Mauvaise formulation du béton** : engendre une porosité trop élevée ; c'est le cas d'un surdosage en eau ou d'un sous dosage en ciment. Elle facilite en effet la circulation des eaux et des solutions agressives au sein du matériau, et favorise la corrosion des armatures.
- **Mauvaise exécution des coffrages** : outre les défauts de parement engendrés par des coffrages de piètre qualité ; l'absence d'écarteurs de coffrage peut entraîner une insuffisance d'enrobages et la création de nids de cailloux ou de défaut de bétonnage par « effet de bouchon » des gros granulats coincés entre les armatures et le coffrage , des nids de cailloux peuvent aussi être provoqués par des fuites de laitance aux joints entre coffrages.
- **Mauvaise disposition des armatures** : le manque de recouvrement des armatures est le défaut le plus courant, et l'insuffisance d'enrobage mène tout droit vers la corrosion des aciers qui crée ensuite des fissures parallèles aux armatures, des épaufrures et des éclats.
- **Mauvaises conditions de transport du béton frais** : les mauvaises conditions de transport peuvent remettre en cause la qualité obtenue à la fabrication en favorisant la ségrégation du béton, ou en provoquant un raidissement du béton par un départ d'eau résultant d'un délai de livraison trop long ou d'une température extérieure trop élevée.
- **Mauvaise mise en œuvre du béton** : une vibration trop brève ou pas assez puissante peut provoquer des défauts d'homogénéité, une ségrégation qui peut nuire à la résistance du matériau, et même des défauts de bétonnage. Ces vibrations peuvent aussi être dues à la circulation des véhicules, au battage de pieux, à des tirs de mines.
- **Mauvaise manutention d'éléments lourds en béton** : peut provoquer des épaufrures et même des cassures de parties appartenant à l'élément (comme les clés d'assemblage).
- **Mauvaise étanchéité** : Elle facilite l'apparition d'efflorescences et de stalactites consécutives à une dissolution de la chaux, ainsi que la pénétration d'agents agressifs et son corollaire : la corrosion des aciers.
- **Les vibrations importuns** : peuvent être dues à la circulation des véhicules, au battage de pieux, à des tirs de mines, à un compactage par vibration, ou à une vibration accidentelle causée par les heurts de l'outillage, ou par choc , cette vibration peut engendrer des fissures pendant la prise du béton.

1.8.14 ERREURS DE CONCEPTION PONTS EN BETON ARME OU PRECONTRAINTE (3)

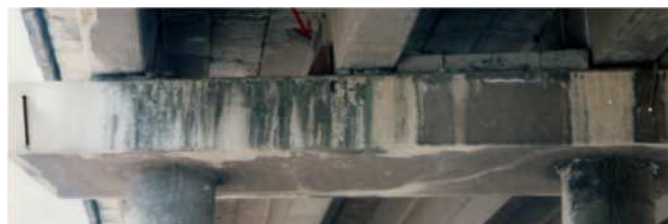
1.8.14.1 Défauts de résistance vis-à-vis de la flexion et de l'effort tranchant

- L'oubli des actions thermiques ;
- La méconnaissance des effets des déformations différées gênées dans les ouvrages construits par phases (redistributions d'efforts par fluage) ;
- Les effets de dénivellations d'appuis.
- Les erreurs d'étude : mauvaise évaluation de l'effort de précontrainte, choix de faibles coefficients de frottement des câbles ou sous-estimation des pertes par relaxation.
- Insuffisances de résistance vis-à-vis de la flexion dues à des tracés de câbles maladroits ;
- Des défauts de résistance vis-à-vis de l'effort tranchant ;
- Les erreurs de conception du ferrailage : armatures en feuillettes sans liaison transversale (pouvant conduire à un éclatement du béton), ancrages et/ou recouvrements trop courts, absence ou insuffisance d'armatures de peau ou de répartition, poussées au vide, des barres tendues ou comprimées, enrobages insuffisants conduisant à la corrosion totale des armatures.
- Appareils d'appui placés trop près du bord de certaines pièces,

1.8.15 AUTRES DESORDRES

1.8.15.1 Efflorescence

L'efflorescence est le résultat de l'hydrolyse des composants de la pâte de ciment dans le béton. Elle est indiquée par la présence des dépôts blancs sur le béton, souvent sur le dessous des ponts et indique que l'eau utilisée dans le processus de mélange de béton a été contaminée.



Efflorescence au niveau de cheville (1)

1.8.15.2 Les épaufrures

C'est un éclatement du béton avec chute de fragments, laissant souvent les armatures apparentes, suite logique d'un écaillage ou elles sont provoquées par des ondes de choc.



Epaufrure causée par le choc

1.8.15.3 L'écaillage

L'écaillage est un phénomène de désagrégation des surfaces de béton provoqué par leur exposition au gel/dégel en présence d'humidité ou de sels déglacant. Un écaillage léger : les gros granulats restent enrobés dans la pâte. Un écaillage modéré : la perte d'épaisseur du mortier de surface est de 10 à 15 mm et engendre la dénudation des granulats. Un écaillage important : la surface est détruite sur une grande épaisseur, elle est caractérisée par une dénudation et un arrachement des granulats.



1.8.15.4 Délamination

L'action conjuguée des sollicitations climatiques, des sels anti-verglas et du trafic, provoque des « Délaminations » du béton. C'est la chute de plaques de béton et à la création de trous dans les tabliers. Le délaminage est la séparation des couches de béton à proximité de la couche extérieure des armatures. Il est causé par l'expansion de la corrosion.



1.8.15.5 Eclatement localisé

C'est le résultat de réactions alcali-silice qui se déroulent dans le béton comme des fragments coniques apparaissant à la surface du béton en laissant de petits trous, des pertes des particules seront généralement trouvés au fond du trou.



1.8.15.6 La ségrégation

Variation dans la répartition des éléments du béton, se traduisant par des concentrations différentes des composants du béton. Une ségrégation dans l'ouvrage conduit à un affaiblissement de sa résistance et une diminution de son étanchéité.



1.8.15.7 La désintégration

Désorganisation de la peau du béton pouvant se poursuivre par une destruction avancée du béton d'un élément.



1.8.15.8 Abrasion

Usure accompagnée d'une perte de matière consécutive au frottement d'un élément par un abrasif ou par le passage répétitif des piétons, véhicules et charriots industriels, etc.



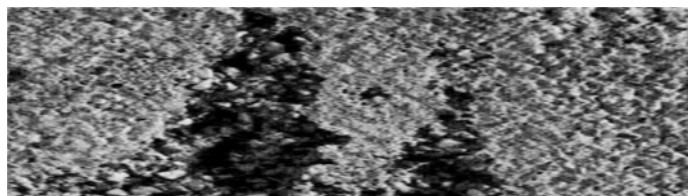
1.8.15.9 Erosion

Les ouvrages sujets à l'érosion se situent en milieu fluvial et maritime. Ils sont soumis au charriage d'éléments solides induits par les courants, à l'action des vagues à chaque marée.



1.8.15.10 Cavitation de surface du béton

Usure d'une structure hydraulique caractérisée par une perte de masse en présence de bulbes de vapeur qui se forment lors d'un changement de direction brusque d'un écoulement rapide de l'eau.



1.8.16 CAS PARTICULIER DES EQUIPEMENTS

Les équipements d'un ouvrage vieillissent, s'usent ou se détériorent, et il faut les restaurer ou les remplacer périodiquement. Une attention doit être portée aux désordres des appareils d'appui et joints de dilatation pouvant induire des dysfonctionnements structuraux.

1.9 ETAPES DE REPARATION DES OUVRAGES EN BETON (4)

1	Auscultation et diagnostic précis de l'état de l'ouvrage ■ Analyse de documents ■ Observations visuelles
2	Mise en sécurité de l'ouvrage (si nécessaire)
3	Détection, identification et constat des dégradations et de leurs causes ■ Sondages tests ■ Analyses en laboratoire ■ Analyses en situation ■ Inspections visuelles
4	Estimation et pronostic de l'évolution des dégradations ■ Observations ■ Modèles prédictifs
5	Détermination des objectifs de la réparation ou du renforcement
6	Sélection des méthodes et techniques les mieux adaptées
7	Mise au point du cahier des charges du projet de réparation ou de renforcement
8	Réalisation des travaux
9	Contrôle et réception des travaux
10	Suivi de l'efficacité de la réparation ou du renforcement, gestion, surveillance et maintenance de l'ouvrage

1.10 DIFFERENTES SOLUTIONS TECHNIQUES DE REPARATION ET DE RENFORCEMENT DES OUVRAGES EN BETON (4)

	Esthétique	Non Structurel	Structurel
Réparation de désordres superficiels	X	X	
Traitement des fissures		X	X
Réparation et renforcement des structures par des armatures passives additionnelles		X	X
Renforcement des structures par précontrainte additionnelle			X
Réparation des ouvrages en béton armé dégradés par corrosion des armatures		X	X
Protection des bétons par application de produits à la surface du parement	X	X	
Béton projeté		X	
Réparation et renforcement des structures en béton au moyen de matériaux composites		X	X

1.11 TYPES D'INVESTIGATIONS

Deux catégories d'investigations : les méthodes non destructives et les méthodes destructives.

1.11.1 INVESTIGATIONS NON-DESTRUCTIVES

Ces méthodes analysent les structures telles que les monuments ou bâtiments historiques. L'échantillonnage de la structure pourrait l'affaiblir davantage.

1.11.1.1 Relevé visuel

Toute enquête approfondie commence par un examen visuel des conditions :

- Fissuration et craquelures.
- Détresse de surface : Effritement, désagrégation, surface alvéolaire, écaillage
- Fuite d'eau : Humidité de la surface, infiltration à travers les joints et les fissures.
- Mouvements : Déflexion, soulèvement, affaissement.
- Corrosion de l'acier : Taches de rouille, câbles de post-tension et aciers exposés.
- Autres indices: Cloquage des membranes et revêtements, accumulation d'eau.

Ce relevé permettra de :

- Qualifier les désordres, chaque type a une origine et des conséquences particulières.
- Déterminer les pathologies et savoir les traitements nécessaires.
- Quantifier les désordres, des méthodes de réparation seront à envisager.
- Localiser les désordres pour déterminer son origine et agir à la source du problème.

Quelques outils à utiliser pour une enquête visuelle :

- Appareil photo ; •Mètre ; •Distancemètre ; •Pied à coulisse ; •Fissuromètre

1.11.1.2 Sondage par marteau

Marteler le béton pour identifier les zones de délamination. En frappant des zones de béton délaminé. Les limites des délaminations peuvent alors être facilement déterminées.

1.11.1.3 Méthode échos-chocs

La technique impact-écho est basée sur l'utilisation des ondes de compression générées par choc qui se déplacent à travers la structure et sont réfléchies par les défauts internes et les limites externes vers un récepteur (transducteur). Les signaux reçus sont convertis en un spectre de fréquence et sont affichés sur un écran d'ordinateur.



Test Choc-Echo avec appareil Olson's NDE 360 (5)

1.11.1.4 Méthode de l'auscultation sonore

L'auscultation sonore consiste à mesurer le temps de diffusion d'une impulsion ultrasonore entre un émetteur et un récepteur. Connaissant la distance entre l'émetteur et le récepteur, la vitesse de l'impulsion peut être déterminée. En général, plus le béton est dense et fort, plus la vitesse de l'impulsion est importante. Ce procédé permet de vérifier l'homogénéité du béton, de détecter les fissures et les vides dans le béton, de contrôler la qualité du béton en comparant les résultats à un béton similaire, de détecter l'état de détérioration du béton, de détecter la profondeur d'une fissure de surface, et de déterminer la résistance à la compression du béton.

Vitesse de propagation du son	Qualité estimée du béton
$V > 4000$ m/s	le béton est de bonne qualité et homogène
$3500 < V < 4000$ m/s	le béton est de qualité moyenne
$3000 < V < 3500$ m/s	le béton est de qualité médiocre
$V < 3000$ m/s	le béton est de mauvaise qualité

Résultats d'essais d'auscultation sonore des bétons

Un autre usage important de cette technique est l'évaluation non destructive des fissures qui ont été remplis avec de l'époxy. Les lectures prises le long de la fissure réparée sont comparées à celles de la section non fissurée. Une fissure bien réparée affiche une vitesse de transit égal à celui de la section non fissuré.

1.11.1.5 Le scléromètre

L'essai sclérométrique se base sur la proportionnalité entre la dureté et la contrainte de compression du béton. Pour mesurer la dureté du béton, un piston à ressort frappe la surface de la structure, provoquant un rebond du mécanisme, et entraînant un index glissant sur une règle. Plus le rebond est important, plus le matériau est dur. L'indice sclérométrique I_s de l'élément testé est la moyenne des 10 mesures effectuées, par report sur un abaque. (5)

1.11.1.6 Le relevé du ferrailage

Le relevé du ferrailage peut se faire à l'aide d'un pachomètre. Il permet de déterminer le position exact des barres d'armatures, de mesurer l'enrobage et de donner une indication du diamètre de l'armature. Le diamètre des armatures est déterminé par : plus le diamètre d'une armature augmente, plus le signal reçu par l'appareil, sera important. Alors que, plus l'épaisseur d'enrobage sera importante, plus le signal s'affaiblit. La profondeur de mesure du pachomètre est limitée (de 10 à 15 cm selon le type de bétons et le type d'armatures).

1.11.2 INVESTIGATIONS DESTRUCTIVES

C'est connaître les caractéristiques géométriques, mécaniques et chimiques du prélèvement.

1.11.2.1 Le Potentiel de corrosion

Lorsque l'acier se corrode dans le béton, il existe une différence de potentiel entre la zone de demi-pile anode et la zone de demi-pile cathode dans acier. Cette différence peut être détectée en plaçant la demi-pile de sulfate de cuivre et de cuivre sur la surface du béton et mesurer les différences de potentiel entre l'acier d'armature et une éponge mouillée sur la surface du béton. La cellule de référence relie la surface du béton à un voltmètre à haute impédance, qui est également connecté électriquement à la nappe de renforcement en acier. En utilisant une électrode Cu/CuSO₄ on a :

- Si $E > -200$ mV (probabilité de corrosion inférieure à 10%)
- Si $-350 < E < -200$ mV (corrosion possible environ 50%)
- Si $E < -350$ mV (corrosion très probable, supérieur à 50% peut atteindre 90%)

Cependant, différents paramètres peuvent affectent les résultats obtenus :

- L'hygrométrie de surface, peut diminuer la mesure de 100 mV.
- Les milieux agressifs (chlorures), augmente la conductivité : des potentiels plus négatifs.
- La carbonatation mesure des potentiels plus positifs

1.11.2.2 Test au contenu de chlorure

L'évaluation de la teneur en ions chlorure est effectué en prélevant un échantillon de béton de la structure, soit par tirage au béton pulvérisé à l'aide d'un marteau rotatif à percussion, ou en prenant des carottes et en pulvérisant ensuite le béton dans le laboratoire. La séparation des chlorures, existant dès la coulée, des chlorures qui ont pénétré dans la structure, peut être faite en comparant la teneur en chlorure à différents niveaux dans le membre suspect. Les chlorures existants dès la coulée auront généralement des teneurs en chlorures similaires à travers le membre, mais les chlorures qui sont entrés dans le béton après la coulée auront des concentrations plus élevées à la surface et plus faibles à l'intérieur de l'élément.

1.11.2.3 Test à la carbonatation

La phénolphtaléine $C_{20}H_{14}O_4$ est un composé organique, indicateur de pH coloré. Elle permet de différencier la zone carbonatée (pH < 9) qui reste incolore, de la zone non carbonatée (pH > 9 et allant jusqu'à 13) colorée en violet. On compare les mesures de profondeur de carbonatation avec l'enrobage donné par un pachomètre.

**2 CHAPITRE II :
METHODES
D'ENTRETIEN ET
REPARATION DES
OUVRAGES D'ART**

EXEMPLE REEL :

Expertise d'un OA sur oued Djeddi

RN 3 SUD-Oumache

Bureaux D'études

BECO-2006/BISKRA,

DELTA-CONSULT-2013/ALGER (Diagnostic : BETAR CONSULTORS/Portugal)

2.1 LA DUREE DE VIE DES OUVRAGES

La durée de vie des ouvrages existants s'étale entre 35 ans et 100 ans suivant les techniques utilisées et les époques de constructions.

Famille d'ouvrages	Age moyen	Durée de vie recalée
Béton armé	30 ans	80 ans
Buses métalliques	30 ans	35/45 ans
Béton précontraint	30 ans	70 ans
Maçonneries	145 ans	150/250 ans
Métal seul	40 ans	70 ans
Métal mixte	25 ans	100 ans
Autres	35 ans	

2.2 L'ENTRETIEN DES OUVRAGES (6)

On distingue l'entretien préventif et les réparations. Les opérations d'entretien préventives consistent à intervenir, soit systématiquement, soit sur la base d'une dégradation prévisible ou amorcée, sur tout ou partie d'un ouvrage avant que celui-ci ne soit altéré.

2.2.1 L'ENTRETIEN COURANT

Ce sont des tâches courantes qui ne nécessitent pas de techniques spéciales ou des interventions structurales (exemple nettoyage, curage..). Il s'agit des travaux en régie réalisés par le maître d'ouvrage.

2.2.2 L'ENTRETIEN SPECIALISE

L'ouvrage subit, avec le temps, des dégradations sous l'action de son environnement et de son exploitation ; ces travaux d'entretien spécialisé sont toujours décidés et définis après réalisation de constats (contrôles périodiques, inspections détaillées, études d'expertises ...).

2.2.3 LES REPARATIONS

Les opérations sont réalisées par des entreprises spécialisées en réparation des ouvrages d'art. Une réparation doit être précédée :

- d'investigations ;
- d'un diagnostic afin de statuer sur la cause des désordres et le potentiel d'évolution ;
- d'une réflexion sur le choix du type de réparation et de son urgence ;
- d'une étude détaillée des différentes phases, tenant compte des conditions d'exploitation.

2.3 TRAITEMENT DES OUVRAGES ATTEINTS PAR RGI

Il n'existe pas actuellement de méthodologie de traitement suffisamment efficace pour réparer les ouvrages atteints de réaction de gonflement interne (RGI) du béton.

2.3.1 INJECTION DES FISSURES

Les premières tentatives de traitement des structures affectées par l'alcali-réaction ont consisté à injecter les fissures, généralement à l'aide de résines époxydes. La résine empêche l'entrée d'eau dans les fissures. L'injection des fissures n'apportent pas d'amélioration sensible de la résistance du béton au développement de la fissuration.

2.3.2 APPLICATION D'UNE PEINTURE

Malgré sa faible efficacité, l'application de la peinture sur les ouvrages en béton constitue le moyen le plus simple de mettre en œuvre des revêtements. L'efficacité pour lutter contre les effets de l'alcali-réaction est quasiment nulle dans la mesure où le système est perméable à la vapeur d'eau et relativement perméable à l'eau.

2.3.3 LIBÉRATION DES CONTRAINTES

Ce traitement actif consiste à libérer les contraintes en sciant toute ou partie de la structure en béton armé.

Sur la base des connaissances acquises sur l'alcali-réaction, il semble que la méthode de traitement la plus appropriée dans la majorité des cas :

- * 1^{er} lieu, de rétablir les systèmes d'évacuation des eaux pluviales si ceux-ci sont défectueux ;
- * 2nd lieu, de mettre en œuvre un revêtement d'étanchéité.

Ce type de traitement, présente l'inconvénient de masquer la fissuration, et donc de gêner la surveillance des structures atteintes par une réaction de gonflement interne du béton.

2.4 REPARATION DES OUVRAGES EN BETON ARME

Réparer c'est :

- Comprendre et identifier la cause du problème
- Eliminer la cause ou s'en préserver
- Réparer les conséquences
- Rétablir les caractéristiques mécaniques des différents éléments concernés.

Le projet de réparation c'est une combinaison de plusieurs techniques :

- ❖ les traitements de surface : ragréages et injection des fissures ;
- ❖ la protection du béton et des armatures ;
- ❖ la régénération des matériaux ;
- ❖ l'ajout de forces (ou de déformations) ;
- ❖ l'ajout de matière ;
- ❖ la démolition-reconstruction.

2.4.1.3 Le béton projeté

Lorsque les surfaces à réparer sont importantes, le béton projeté est souvent utilisée.

1 Technique de projection : Projeté avec une force importante, le béton se place et se compacte au même instant. Ce procédé permet de produire un béton plus dense, homogène et imperméable, ayant une surépaisseur moins poreuse, plus durable et peu sensible aux attaques chimiques. La résistance en compression du béton projeté est de 40 Mpa au minimum.

2 Mode opératoire et matériaux utilisés : La mise en œuvre se fait à l'aide d'une machine à projeter. L'air expulsé et le béton compacté, par la puissance de projection, permettent au matériau de se supporter sans affaissement, même sur une surface en surplomb.

2.4.1.4 Tissus de fibres de carbone

Ce sont des matériaux composites constitués de fibres dans une résine polymère, également connu sous le nom de polymères renforcés de fibres (PRF).

1 Matériaux : Les PRF-carbones peuvent être appliqués sur béton armé, bois, structures métalliques. Ils sont légers, non corrosif et présentent une résistance élevée à la traction. L'intérêt de leur utilisation se trouve dans :

- Leur faible densité.
- Leurs propriétés mécaniques longitudinales.
- L'absence de corrosion.
- Leur bonne tenue à la fatigue.
- Leur facilité de manipulation, ces matériaux sont disponibles sous plusieurs formes.

Les principaux inconvénients des PRF sont les suivants :

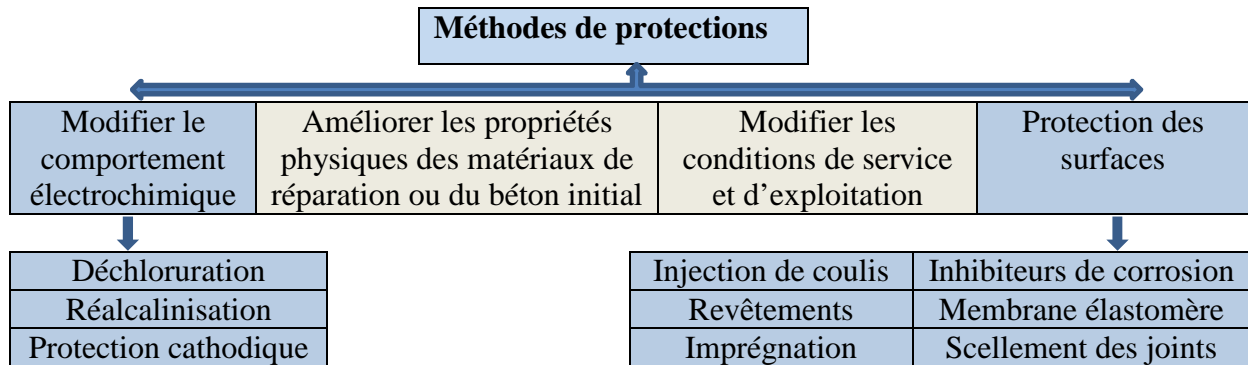
- Une anisotropie marquée.
- Un comportement fragile à la rupture.
- Un prix élevé comparé à l'acier

2 Mode opératoire : Technique utilisée dans le cas de perte de section d'acier importante. Elle consiste à coller des bandes de toile de fibres de carbone aux surfaces déficientes :

1. Une préparation de la surface par jet de sable ou de l'eau.
2. Effectuer des tests d'arrachements.
3. Mesurer la régularité ou la planéité de la surface préparée.
4. Le côté rendu rugueux du stratifié est essuyé avec de l'acétone ou un autre solvant.
5. Un adhésif structural est appliqué à la fois au carbone et à la surface du béton.
6. Le tissu est soigneusement positionné et pressé en place.
7. Des plaques de test adjacentes à la zone en cours de renforcement doivent être préparées.

2.4.2 PROTECTION DES OUVRAGES EN BETON ARME

Une fois diagnostiqué puis réparé, il est utile de prévoir une protection de l'ouvrage.



Ces méthodes permettent soit de ramener au béton ces caractéristiques mécaniques et chimiques initiales, soit de le protéger contre les attaques structure.

2.4.2.1 Protection des surfaces

1 Imprégnation : Il y a trois types de base: hydrophobe, de remplissage partiel et de remplissage complet. Selon la norme 1504 : les méthodes de protection de surface traitées sont les suivantes :

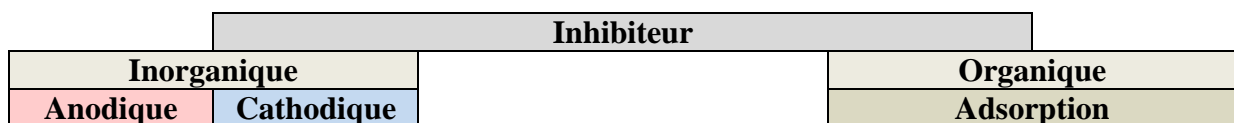
- a) **Imprégnation hydrophobe** : produire une surface hydrofuge. Les pores ne sont pas remplis.
- b) **Imprégnation** : réduire la porosité de surface, les pores sont partiellement remplis.
- c) **Revêtement** : produire une couche protectrice continue d'épaisseur entre 0,1 mm et 5,0 mm

Les avantages offerts par ces enduits protecteurs:

- Résistance au gel-dégel augmenté.
- Réduction de l'infiltration de l'eau et des produits chimiques agressifs : les chlorures.

2 Inhibiteurs de corrosion : Les inhibiteurs de corrosion sont des produits chimiques permettant de réduire le processus de corrosion. Les différents mécanismes de l'inhibiteur:

- l'inhibiteur est chimiquement adsorbé sur la surface du métal et formes un film mince de protection à effet inhibiteur ou par combinaison entre les ions d'inhibiteur et de la surface métallique.
- l'inhibiteur entraîne une formation d'un film de protection d'oxyde de métal.
- l'inhibiteur réagit avec un composant corrosif potentiel présent dans les milieux aqueux et le produit est un complexe.



Catégories des inhibiteurs de corrosion (1)

Les inhibiteurs anodiques réagissent avec les cations métalliques produits sur l'anode, formant, des hydroxydes insolubles qui se déposent sur la surface métallique en tant que film insoluble et imperméable à l'ion métallique.

Les inhibiteurs cathodiques agissent soit en ralentissant la réaction cathodique elle-même ou en formant une barrière de précipités insolubles sur le métal. Ainsi, limitent le contact métallique avec l'environnement, ce qui empêche l'apparition de la réaction de corrosion. L'inhibiteur cathodique est indépendant de la concentration, par conséquent, ils sont beaucoup plus sûrs que l'inhibiteur anodique.

Les composés organiques utilisés comme inhibiteurs, agissent comme cathodiques, anodiques ou comme inhibiteurs cathodiques et anodiques en même temps. Ils agissent par l'intermédiaire d'un processus d'adsorption de surface, désignée comme une filmogène.

3 Membrane élastomères : Ce sont des liquides thermodurcissables, liquides de polymère durci ou de matériaux effectués. Les membranes élastomères diffèrent des revêtements par leur capacité à se déplacer et de fléchir sans rupture.

Les produits en feuilles : comprennent: l'asphalte caoutchouté lié à du polyéthylène, PVC, néoprène, Hypalon, et butyle.

Les membranes liquides : appliquées in situ consistent à introduire des matières qui sont soit thermodurcissables, soit durcissables par humidité ou par réaction chimique.

2.4.3 REGENERATION DES MATERIAUX ET REPARATION DES DESORDRES SUPERFICIELS (4)

Si les désordres de la partie d'ouvrage en béton sont superficiels et si les armatures ne sont pas corrodées, l'opération de réparation comprend:

- une préparation de surface avec élimination du béton dégradé et de toute trace de pollution
- le traitement éventuel des armatures contre les risques de corrosion ;
- la reconstitution de l'enrobage des armatures et de la géométrie de la pièce par un ragréage manuel ou mécanisé avec du béton ou un mortier ou par projection de béton;
- la mise en œuvre d'un revêtement de protection ou esthétique sur les surfaces traitées.

Les produits utilisés pour la réparation des bétons dégradés sont classés en 3 catégories :

- produits et systèmes à base de liants hydrauliques par ajout de polymères;
- produits et systèmes à base de résines synthétiques;
- produits et systèmes mixtes dont le liant actif est constitué à la fois de liant hydraulique et de résines synthétiques. Ils doivent être compatibles avec le béton de la structure et adaptés aux conditions d'environnement.

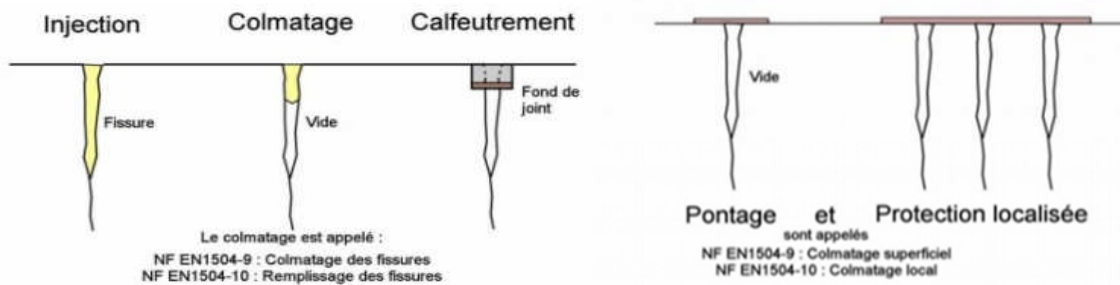
2.4.3.1 Régénération des matériaux

1 Réinjection des câbles de précontrainte : On peut, grâce à un endoscope à fibre optique, faire une évaluation de l'état des armatures tendues (degré de corrosion) ; et connaître avec précision le type de conduit de précontrainte utilisé et son diamètre. Il reste à évaluer le volume du vide à injecter. La méthode la plus courante est la méthode par mise sous pression, mais la mise en pression peut être remplacée par une mise en dépression : c'est le principe de la méthode d'injection par le vide. On introduit le coulis par une extrémité et on le fait progresser vers l'autre extrémité.

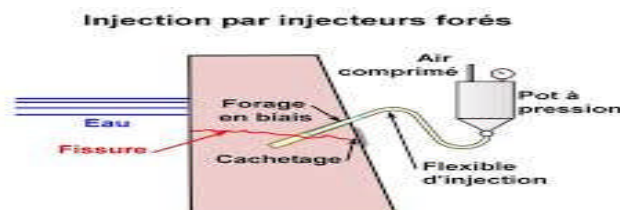
2.4.3.2 Traitement des fissures (7)

Il existe 5 principales techniques de traitement des fissures. Le traitement de fissures comporte une étape primordiale qui est la préparation et le nettoyage du support.

1 Injection : Elle s'applique à des fissures dont l'ouverture est entre 0.1 et 0.2 mm. L'injection par un produit souple permet son adaptation aux mouvements générés par les variations thermiques et hygrothermiques. L'injection par un produit rigide permet d'assurer la continuité de la matière.



2 Cachetage : Il a pour but d'obturer provisoirement une fissure pendant l'injection afin de contenir le liquide injecté dans la fissure jusqu'à sa prise.



3 Calfeutrement : Il a pour objectif de colmater définitivement et en profondeur une fissure au moyen d'un produit souple afin de rétablir une étanchéité à l'air ou à l'eau ou d'empêcher la pénétration de matières solides, mais sans bloquer les mouvements de la fissure.

4 Pontage : Il est destiné à recouvrir une fissure au moyen d'un produit souple adhérent à la surface du support (revêtement, feuille préfabriquée...) afin de rétablir une étanchéité à l'air ou à l'eau ou empêcher la pénétration de matières solides en laissant libres les mouvements de la fissure.

5 Protection généralisée : Ce traitement consiste à mettre en œuvre sur la surface de la structure fissurée un revêtement qui ferme les fissures. Les produits sont à base de liants hydrauliques avec ajouts ou modifiés par des polymères organiques :

- Mastics à base de liants de synthèse: silicone, polyuréthane...
- Coulis à base de silicate, de polyuréthane...
- Feuilles autoadhésives ou collées.
- Résines époxydes, résines polyuréthanes...
- Gels de silice, gels en solution aqueuse...
- Joints préformés...

2.4.3.3 *Réparation et renforcement des structures par des armatures passives additionnelles*

Les techniques de réparation et de renforcement concernent la mise en œuvre :

- d'armatures de béton armé (treillis ou cages d'armatures en acier au carbone ou en inox) ou en matériaux composites au sein de l'ouvrage après enlèvement local du béton par réalisation d'une saignée qui est ensuite rebouchée;
- d'armatures de béton armé en métal ou en matériaux composites en surface du béton autour de la partie d'ouvrage existante et liées à celle-ci puis enrobées par un ajout de béton.
- de plaques (bandes, lamelles) ou de tissus en matériaux composites collés à la surface du béton;
- de tôles et plats collés de faibles épaisseurs (3 à 5 mm) découpées en bande de faible largeur (300 à 500 mm) et collées sur le béton par une résine époxydique.

2.4.4 AJOUT DES FORCES : RENFORCEMENT DES STRUCTURES PAR PRECONTRAINTE ADDITIONNELLE (7)

Les méthodes de renforcement sont basées sur l'adjonction de forces, pouvant être obtenue par :

- précontrainte additionnelle ;
- remplacement de la précontrainte ;
- dénivellations d'appuis (vérinage).

2.4.4.1 *Précontrainte additionnelle*

La précontrainte additionnelle est, en général, extérieure. La précontrainte intérieure est prévue dès le projet dans des réservations spécifiques à l'intérieur du béton. Cette technique permet :

- soit d'améliorer la pérennité des ouvrages ;
- soit de renforcer des ouvrages en béton précontraint dont les câbles présentent des problèmes de corrosion ou de ruptures de torons ou d'ancrages.
- Soit d'augmenter la capacité structurale des ouvrages.

2.4.4.2 Remplacement de la précontrainte

Dans certains cas, la précontrainte existante (longitudinale ou transversale) peut être remplacée :

- dans les ponts anciens, il suffit de dégager les armatures, par exemple par hydrodémolition, pour pouvoir les couper et les remplacer ;
- dans les hourdis, lorsque la précontrainte existante intérieure au béton est mal injectée et est fortement corrodée ; il est possible de la supprimer en détruisant les ancrages pour la remplacer par une précontrainte extérieure symétrique.

2.4.4.3 Dénivellations d'appuis (vérinage)

Le vérinage d'une structure dans le but de :

- Créer une dénivellation des appuis permettant d'introduire dans la structure des sollicitations favorables à la résistance de celle-ci.
- Rattraper le profil en long d'un ouvrage présentant d'importantes déformations.
- Changer ou régler des appareils d'appui et la pesée des réactions d'appui.
- Augmenter une hauteur libre devenue insuffisante sous un tablier.

2.4.5 AJOUT DE MATIERE

2.4.5.1 Béton projeté

Il existe deux techniques de projection du béton, par voie sèche et par voie mouillée.

1 La Projection par voie sèche (avec ou sans prémouillage) : Le mélange des constituants (à l'exception de l'eau) est introduit dans la machine à projeter, puis propulsé dans une canalisation par un flux d'air comprimé. Dans la projection sans prémouillage, l'eau est introduite au droit de la lance de projection, tandis qu'avec prémouillage l'eau est ajoutée dans la conduite deux à trois mètres avant la lance, pour diminuer l'émission de poussières.

2 La Projection par voie mouillée : Le mélange de tous les constituants du béton, y compris l'eau, est introduit dans la machine à projeter. Le transport est effectué dans une canalisation, soit par un flux d'air comprimé pour la voie mouillée à flux dilué, soit par pompage pour la voie mouillée à flux dense.

2.4.5.2 Coulage ou injection de béton ou de mortier

Lorsque le volume de béton à reconstituer est assez important (au moins 5 à 10 cm), les techniques de ragréage et de béton projeté peuvent être inadaptées pour des raisons techniques ou économiques. Une technique alternative permet alors de reconstituer une partie de structure en béton dégradé : le coulage ou l'injection de béton, de mortier ou de coulis.

2.4.5.3 Ajout d'armatures

Cette technique consiste, à disposer des aciers passifs et à les solidariser à la structure par du béton projeté ou du béton coulé en place. Il est possible de souder les nouvelles armatures sur les aciers existants. Si les aciers ne sont pas soudables, on peut utiliser des coupleurs mécaniques. Le scellement des connecteurs est assuré par une résine époxydique.

2.4.5.4 Renforcement des structures à l'aide de plats métalliques collés (7)

Elle est applicable aux structures en béton armé. Diverses conditions doivent être réunies :

La surface du béton doit subir, une préparation soignée et être plane.

Le mortier de ragréage pour reprofiler la surface, en limitant la surface à ragréer à 20 % de la surface de collage et en s'assurant qu'il n'y a aucune zone ragréée en extrémité de tôles.

L'acier de renfort : tôles en acier E24-2 ou parfois E 24-3 avec une épaisseur de 3 à 5 mm.

La protection des aciers contre la corrosion sur leur face visible doit être assurée.

Le primaire d'accrochage est destiné à assurer une bonne adhérence entre colle et béton.

La colle est une résine époxydique et qui a une épaisseur minimale de l'ordre du millimètre.

Le dispositif de serrage peut être constitué de serre-joints, de barres filetées traversant l'élément ou scellées, d'étais ou de coins.

2.4.5.5 Renforcement par collage de tissus composites

Propriétés des fibres de carbone :

- grande résistance et haut module d'élasticité en traction ;
- grande résistance à la fatigue et à la déformation ;
- légèreté ;
- grande résistance à l'usure ;
- absorption des vibrations ;
- grande stabilité dimensionnelle ;
- grande stabilité thermique (le carbone est pratiquement incombustible) ;
- grande résistance à la corrosion ;
- bonnes conductivités thermique et électrique ;
- transparence aux rayons X.

Le renfort à base de TFC a plusieurs avantages déterminants en service :

- insensibilité à la corrosion ;
- bonne tenue aux chocs ;
- excellente résistance à la fatigue et aux sollicitations dynamiques.

2.4.6 TRAITEMENTS ELECTROCHIMIQUES

2.4.6.1 PROTECTION CATHODIQUE

La protection cathodique à courant imposé consiste à diminuer à l'aide d'un courant électrique (2 à 20 mA/m²) le potentiel électrique de corrosion de l'armature jusqu'à une valeur seuil (potentiel de protection) pour laquelle la vitesse de corrosion de l'acier est négligeable. Cette technique permet de restaurer la passivité des armatures.

2.4.6.2 PROTECTION GALVANIQUE

Une anode active dite sacrificielle est placée sur le parement de la surface à traiter (film de zinc...) ou dans l'enrobage (pastille de zinc). Elle est connectée aux armatures. Il se crée ainsi un courant galvanique sans alimentation électrique. L'électrolyte assure la bonne conductivité électrique entre l'anode et la cathode.

2.4.6.3 RÉALCALINISATION

Ce traitement électrochimique du béton consiste à introduire sous l'effet d'un courant électrique des alcalins (Na⁺ ou K⁺) dans la zone d'enrobage des armatures. Il va permettre de redonner une alcalinité élevée au béton carbonaté et donc stopper la corrosion des armatures.

2.4.6.4 DÉCHLORURATION

Traitement électrochimique qui consiste à extraire les chlorures et produire des ions hydroxydes (OH⁻) situés dans la zone d'enrobage qui protège les armatures, afin de freiner la propagation de la corrosion. La totalité des chlorures ne peut pas être extraite, il convient de s'assurer que la teneur résiduelle en chlorure au droit des armatures est inférieure aux valeurs limites admissibles (0,4% du poids du ciment). Ces traitements peuvent être réalisés :

- À l'aide d'un générateur électrique qui impose un courant continu (tension 40 V) circulant de l'anode vers l'armature. Si nécessaire la déchloruration et la réalcalinisation sont effectuées l'une après l'autre ou simultanément ;
- À l'aide d'une anode active directement reliée à l'armature. Il y a création d'un courant galvanique. Dans ce cas la réalcalinisation et la déchloruration peuvent être effectués en même temps. Ces traitements sont temporaires, leur durée d'application est de quelques semaines. Il faut assurer une continuité électrique entre les armatures.

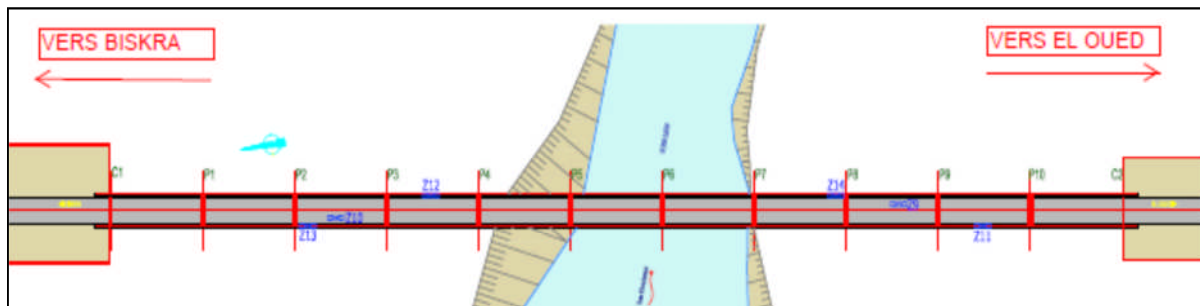
2.4.6.5 INHIBITEURS DE CORROSION

Les inhibiteurs de corrosion sont appliqués à la surface des bétons à traiter. Ils vont migrer dans la zone d'enrobage vers les armatures assurant ainsi leur protection en abaissant la vitesse de corrosion de l'acier.

2.5 EXPERTISES DU PONT -OUMECHE RN03 PK 343 +900 (BECO-2006+DELTA CONSULT-2013) (8) (9)

2.5.1 DESCRIPTION

Ce pont droit, de structure mixte et de longueur 330m, est composé de 11 travées identiques de 30 m reposant sur 10 piles et 02 culées de 4m d'hauteur moyenne en béton armé fondées sur des pieux ,est construit en 1984 par l'entreprise SAPTA. Les batardeaux utilisés en phase de construction des fondations profondes sont gardés en phase d'exploitation dans l'idée de protéger les piles contre les chocs et l'érosion. Malheureusement, ces batardeaux jouent le rôle d'un bassin permettant la stagnation de plusieurs jours des eaux de crue et des venues d'eau à travers les joints de chaussée et trottoirs. Cette situation rend la base des piles exposée à l'agression des ions de chlorures qui corrode les armatures.



VUE EN PLAN (9)

2.5.2 EXPERTISES ANTERIEURES

En 1993, il a été procédé à une inspection par CTTTP mettant en évidence des traces d'infiltration sur les chevêtres venant des joints de chaussée et trottoirs ainsi que la corrosion des poutres métalliques au niveau des joints. Cette expertise a bien signalé l'absence et la nécessité des joints de chaussée avec dispositif d'étanchéité.

En 2000, une autre expertise a mis en évidence une dégradation générale de l'ouvrage particulièrement un état alarmant des chevêtres et des bases des colonnes de piles.

- Traces de venue des eaux sur les chevêtres.
- Stagnation de plusieurs jours de l'eau provenant de l'écoulement dans l'oued et les venues des eaux à travers les joints de chaussée à la base des piles dans les réservoirs formés par des batardeaux en palplanches métalliques .
- Fissuration des piles à leurs bases au niveau de stagnation des eaux.
- Corrosion avancée des armatures de chevêtres.
- Eclatement et gonflement du béton des parements de chevêtres.

Des travaux de réfection ont été réalisés en 2000 et 2001 par l'entreprise SAPTA pour assainir le pont avec un devis proposé d'environ 19.000.000,00 DA.

2.5.3 DIAGNOSTIC APPROFONDI DE L'OUVRAGE

Les inspections faites en avril 2006, puis en septembre 2007 par BECO montrent que travaux de réfection réalisés en 2000 et 2001, n'ont pas éliminé la source de dégradation des chevêtres : infiltration à travers les joints de trottoirs. Le dysfonctionnement du dispositif d'évacuation des eaux de ruissèlement sur le pont est la source principale de la dégradation de cet ouvrage. Il s'agit d'un défaut de construction. Les inspections faites en avril 2006, et en août 2007, montrent l'obstruction des gargouilles, une altération dangereuse des culées, des chevêtres, des dèss d'appui et des dalles de trottoirs, des infiltrations des eaux marquées par :

- Gonflement et éclatement du béton d'enrobage
- Fissures parallèles aux armatures
- Corrosion fortement avancée des armatures
- Refoulement du béton d'enrobage
- Refoulement des barres d'encrage
- Manque des ligatures pour la fixation des armatures d'ancrage du ferrailage des chevêtres
- Détérioration des bancs d'appuis
- Insuffisance d'enrobage
- Corrosion des poutres métalliques particulièrement au niveau des appuis

Les dommages importants sont localisés aux chevêtres des piles 1, 2,3 4, 7, 8,9 et 10.

2.5.4 SOLUTIONS PROPOSEES PAR BECO

Vu le manque des entreprises qualifiées dans la réfection des ouvrages, BECO a proposé de :

- programmer en urgence la construction d'un nouveau pont ;
- ralentir la dégradation du pont, en stoppant les venus d'eau sur les chevêtres :
 - ✓ En débouchant les gargouilles et éventuellement en créant d'autres gargouilles.
 - ✓ En installant les joints de trottoirs,
 - ✓ En vérifiant l'efficacité de l'étanchéité des joints de chaussée.
- Réaliser une dalle inclinée en béton armé solidarissant les têtes de palplanche.
- Inspecter l'ouvrage chaque six mois et après chaque crue importante.

Après mise en circulation du nouveau pont, il sera possible d'effectuer les travaux de réparation et de confortement sans circulation sur l'ouvrage.

2.5.5 QUELQUES ILLUSTRATIONS GRAPHIQUES (BECO EN 2007) (8)

			
Dégradation béton et corrosion des armatures		Dégradation des d'appuis et corrosion PRS	
Culée côté Biskra			
			
Dégradation de béton et corrosion des armatures		Fissures	
Culée côté Touggourt			
			
Dégradation de béton et corrosion des armatures		Chevêtre fissuré	
Pile 1			
			
Coffrage perdu dalle corrodé		Pile fissurée	
Pile 4		Pile 5	
			
Joint trottoir absent et chevêtre fissuré		Chevêtre fissuré	
Pile 8		Pile 9	

2.5.6 CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES D'OUED DJEDDI (9)

2.5.6.1 Pluviométrie

La zone du projet connaît une pluviométrie relativement faible de 150 à 200 mm. La pluviométrie de la partie supérieure du bassin de l'Atlas Saharien, est de l'ordre de 250 mm.

2.5.6.2 Hydrologie

Le bassin versant d'oued Djeddi s'étend sur une superficie de 25 000 km². Le talweg principal est de 500 km. Le bassin peut être subdivisé en deux parties du point de vue climatologique, topographique et géologique. La partie supérieure du bassin, faisant partie de l'Atlas Saharien est caractérisé par une pluviométrie moyenne annuelle de 250 mm, un relief accidenté favorisant le ruissellement des eaux. La partie inférieure présente un relief très peu accidenté, favorisant l'infiltration et une pluviométrie ne dépassant pas 200 mm. L'importance des infiltrations dans la deuxième partie du bassin et la faiblesse de pente font que l'oued a les caractéristiques des oueds sahariens et ne coule qu'avec des crues violentes.

Analyse des crues observées : Nous disposons d'observations hydrométriques depuis 1973 à 1998, station de Mlili (061403) sur l'Oued Djeddi. Cette période correspond à un cycle de sécheresse. Prendre précaution dans l'estimation des débits max, périodes de retour choisies.

Ajustement des Débits max à une loi de Gumbel - station : MLILI (061403)

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
220,0	49,4	1	0,021	-1,354	49,40	-104,1	-226,8	-24,3
86,4	50,5	2	0,063	-1,020	50,45	-34,6	-136,6	35,7
214,5	77,7	3	0,104	-0,816	77,72	7,8	-82,8	73,7
77,7	86,4	4	0,146	-0,655	86,40	41,4	-41,2	104,6
184,7	105,2	5	0,188	-0,515	105,18	70,5	-5,9	132,3
50,5	122,2	6	0,229	-0,388	122,22	97,1	25,6	158,3
122,2	171,7	7	0,271	-0,267	171,66	122,1	54,4	183,7
171,7	174,0	8	0,313	-0,151	174,00	146,3	81,4	208,9
180,1	174,0	9	0,354	-0,037	174,00	170,0	107,1	234,5
1074,0	180,1	10	0,396	0,076	180,08	193,6	132,0	260,7
105,2	184,7	11	0,438	0,190	184,69	217,4	156,3	287,8
416,4	214,5	12	0,479	0,307	214,47	241,6	180,3	316,3
416,4	216,4	13	0,521	0,427	216,40	266,7	204,4	346,3
236,9	220,0	14	0,563	0,553	220,00	292,8	228,9	378,4
225,2	225,2	15	0,604	0,685	225,20	320,4	254,2	412,8
790,0	229,6	16	0,646	0,827	229,60	350,0	280,6	450,3
229,6	236,9	17	0,688	0,982	236,88	382,1	308,8	491,7
174,0	281,4	18	0,729	1,152	281,40	417,7	339,4	538,0
216,4	416,4	19	0,771	1,346	416,40	457,9	373,5	591,0
281,4	416,4	20	0,813	1,572	416,40	505,0	412,7	653,5
790,0	662,0	21	0,854	1,848	662,00	562,4	460,0	730,3
174,0	790,0	22	0,896	2,207	790,00	637,3	521,0	831,3
662,0	790,0	23	0,938	2,740	790,00	748,3	610,5	982,0
49,4	1074,0	24	0,979	3,861	1074,00	981,5	796,5	1300,4

La distribution statistique à une loi de Gumbel des débits max enregistrés à la station hydrométrique de Mlili donne les résultats suivants :

Surface à la station en km ²		24200
Fréquence	U.Gumbel	Mlili
0,9	2,250	646,2
0,95	2,970	796,1
0,98	3,902	990,1
0,99	4,600	1135,4

Distribution statistique à une loi de Gumbel des débits max

Cet ajustement est fait à partir d'une série de 24 observations, la valeur la plus élevée de débit max estimée est de 1135.4 m³/s. Le débit max enregistré doit être pris avec précaution d'autant plus que plusieurs observations ont été faites après la crue, d'autant plus qu'au cours de l'année **1969**, on a enregistré une hauteur d'eau exceptionnelle de 10 m au niveau de la station de M'lili. C'était l'année où le débordement de l'oued aurait inondé la ville d'Ourlal. Cette hauteur d'eau de 10 m, correspondrait à un débit max de **3000 m³/s**.

Etudes antérieures : Une étude hydrologique de l'Oued Djeddi qui a été menée pour les besoins du dimensionnement de l'ouvrage au début des années 1980, différentes méthodes ont été utilisées. Il a été utilisé la méthode de fréquence tronquée. Il a été déterminé la hauteur d'eau maximum de probabilité 50%, comprise entre 350 et 400 cm. Les débits correspondants ont été calculés avec la formule de Chézy à 300 – 400 m³/s.

Le débit maximum de la crue centennale a été calculé en admettant la loi de Gumbel, dont les deux paramètres sont le coefficient de variation climatique $C_v=1.9$ à la base des résultats des études précédentes et le débit max de 50%. **Q max = 4000 m³/s**.

Par ailleurs, il a été utilisé l'abaque de Chaumont qui a donné un débit de crue centennale de : **Q max = 4900 m³/s**. Aussi, il a été calculé le débit centennal à travers une comparaison avec d'autres bassins non cités par la source, où il a été affecté au coefficient A une valeur de 25, donnant ainsi un débit de crue centennale maximal : **Q max = 4030 m³/s**.

Formules empiriques

Formule de Mallet Gautier : $Q_{max}=2K \text{Log}(1+Ap)*S/(L^{0.5})*((1+4\text{Log}t-\text{Log}S)^{0.5})$

Q_{max} : débit de crue de période de retour voulue (en m³/s) ; p : pluie moyenne annuelle (en mm)

S : superficie du BV en Km² ; t : période de retour t (année)

L : longueur du talweg principal (km) ; A : coefficient égal à 20 pour l'Algérie

K : coefficient variant avec la pente du bassin de 0.5 à 5

K	A	S (km ²)	L (km)	P(mm)	T (année)
1	20	25000	470	2	100

Q max = 3550 m³/s.

Formule de Turazza

$$Q_{\max} \% = (p_{tc} \% * S * C) / 3,6 * t_c$$

$Q_{\max} \%$: débit de crue de période de retour voulue (en m³/s) ; t_c : temps de concentration du bassin
 $p_{tc} \%$: pluie de durée t_c et de période de retour voulue ; C : coefficient de ruissellement du bassin.

$$P_{tc} / P_{j\max} = 0.12 * t_c^{0.32}$$

Tc (h)	Ptc-100 ans (mm)	S (km ²)	C
1	20	25000	0.2

$$Q_{\max} = 3500 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Formule de Franco et Rodier

La formule de Franco et Rodier est définie sous la forme suivante :

$$Q_{\max} / 10^6 = (A / 10^8)^{1-0,1K}$$

Q_{\max} : Débit de crue de période de retour voulue (en m³/s)

A : Superficie du BV en Km²

K : Index de sévérité des crues compris entre 0 et 6, fonction de facteurs climatiques et géographiques

S (km ²)	K
25000	3.5

$$Q_{\max} = 4600 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Récapitulatif sur les apports d'oued Djeddi : Dans le tableau suivant nous récapitulons les résultats des différentes méthodes utilisées pour l'estimation du débit de la crue centennale.

Méthodes		Oued DJEDDI
		Bv : 25 000 km ²
1	Analyse des crues observées.	3000 (Ourlal)
2	Etudes antérieures	4000/4900 (Oumache)
3	Formule de Mallet-Gautier	3550
4	Formule de Turazza.	3500
5	Formule de Franco et Rodier.	4600

Commentaires et conclusion : Les résultats obtenus par les différentes méthodes montrent une certaine dispersion. L'abaque de CHAUMONT donne les valeurs les plus élevées, vu qu'il fournit l'enveloppe supérieure.

Selon notre estimation les résultats de l'application des formules Mallet-Gautier et de Turazza ont un caractère sous estimatif pour le bassin à très grande étendue étudié,

comparativement à la formule de Franco et Rodier dont les résultats sont plus fiables pour les grands bassins.

Etant donné que les périodes d'observations sont actuellement trop courtes pour estimer avec sécurité les débits de pointe, nous avons considéré que les résultats de la méthode synthétique et la comparaison avec les bassins voisins sont les plus fiables. Dans le cas de l'oued Djeddi, considérant sa superficie de grande étendue et ses conditions hydro climatologiques, les résultats des différentes méthodes ne peuvent donner qu'une estimation de l'ordre de grandeur des crues. Nous retenons comme résultats les débits calculés par la formule de Franco et Rodier et ceux déterminés dans le cadre d'études antérieures. Le débit de la crue centennale pour la zone de l'étude est de 4000 à 4500 m³/s.

2.5.6.3 VERIFICATION HYDRAULIQUE DE L'OUVRAGE

Le débit de saturation ou le débit capable est calculé par le biais de la formule de Manning Strickler sur un écoulement en régime uniforme.

$$Q_s = K \cdot S \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad ; \quad \text{Avec:}$$

K : Coefficient de Manning Strickler.

I : Pente de pose de l'ouvrage.

S : Section mouillée (m²).

Rh : Rayon hydraulique moyen (m).

Coefficient de MANNING-STRICKLER : K = 30 pour le terrain naturel.

La surface mouillée et le périmètre mouillé sont déterminés graphiquement sur le profil du terrain naturel sous l'ouvrage moyennant le logiciel Autocad. Le débit admissible ou de saturation est donné en fonction du niveau des hautes eaux, dans le tableau suivant:

Niveau des hautes eaux	8.00	8.50
Surface mouillée sm (m ²)	1065,00	1229,00
Périmètre mouillé (m)	331,00	332,00
Rayon hydraulique (m)	3,22	3,70
K (coefficient de Manning Strickler)	30,00	30,00
Pente (mpm)	0,0050	0,0050
Débit admissible (m ³ /s)	4923,84	6238,79

A partir d'un niveau des hautes eaux (NHE) de 8.00 m, le débit de saturation est supérieur au débit d'apport considéré entre 4000 et 4500 m³/s. A un NHE de 8.50 m correspondra à un débit admissible très sécurisant, de plus de 6230 m³/s prenant en charge toute perturbation du régime de l'oued, notamment le remous occasionné par la présence des piles. Avec un NHE de 8.50m, le tirant d'air est de 2.00m.

L'ouvrage est largement suffisant pour une crue centennale et il offre une réserve importante (tirant d'air de 2.00m) pour faire passer éventuellement une crue exceptionnelle.

2.5.7 METHODE D'INVESTIGATION

1-Carottages, de profondeur variable (de 30cm à 60cm), effectués dans les zones dégradées, et dans des zones saines pour permettre une comparaison. -Déterminer les caractéristiques chimiques et mécaniques d'un élément en béton et aussi des analyses chimiques et microscopiques.

2-Echantillonnage réalisé dans trois sections de chaque élément expertisé (culée, pile, cheville, tablier, encorbellement, semelle), représentant une zone saine ou caractéristique de l'ensemble de l'ouvrage et une zone endommagée. -Caractérisation mécanique du béton, notamment la résistance à la compression et le module d'élasticité.

3-Les essais de résistance à la compression et de détermination du module d'élasticité pour voir l'altération de ces paramètres vis à vis d'une réaction expansive, due à la formation d'ettringite.

4-La mesure de l'enrobage des armatures a pour objectif de vérifier l'état des armatures vis-à-vis la corrosion et si l'enrobage des armatures est suffisante. -L'analyse du ferrailage d'éléments en béton armé doit être effectuée à l'aide d'un pachomètre. Cet outil permet d'estimer l'enrobage des armatures ainsi que leur diamètre.

5-La détermination de la profondeur de carbonatation et de la teneur en chlorures pour connaître si ces agents sont présents dans le béton, en raison de l'environnement extérieur de l'ouvrage. La valeur initiale du pH du béton de jeune âge est aux environs de 13 à 13,5. Après la carbonatation il est autour de 9.

Principe du test à la phénolphthaléine : Elle sera rose pour un pH compris entre 8,2 et 12 et incolore au-delà et au-deçà de cette zone de virage. (Norme X P18-458 : Mesure de l'épaisseur de béton carbonaté ; Norme NF EN 14630 : Mesurage de la profondeur de carbonatation d'un béton armé à l'aide de la méthode à la phénolphthaléine).

Teneur en chlorures : C'est la recueille de poudre de béton par perforation avec une vrille jointe aux armatures, à différentes profondeurs, devant être immédiatement protégés par des sachets en plastique identifiés. La mesure de la teneur en chlorures pourra être faite in-situ ou en laboratoire. (Norme NF EN 13396 : Mesurage de la pénétration d'ions chlorure ; Norme NF EN 14629 : Mesurage du taux de chlorures d'un béton durci).

6-L'analyse de la teneur en sulfates, à différentes profondeurs, pour déterminer si la source en sulfates est d'origine interne ou externe, ainsi que son niveau de concentration. Le béton devra être analysé sous le pont de vue de concentration de sulfates.

7-L'analyse chimique de l'eau d'Oued Djeddi pour déterminer l'agressivité des eaux.

2.5.8 CAROTTAGE D'ELEMENT EN BETON ARME (LABORATOIRE LMTPB)

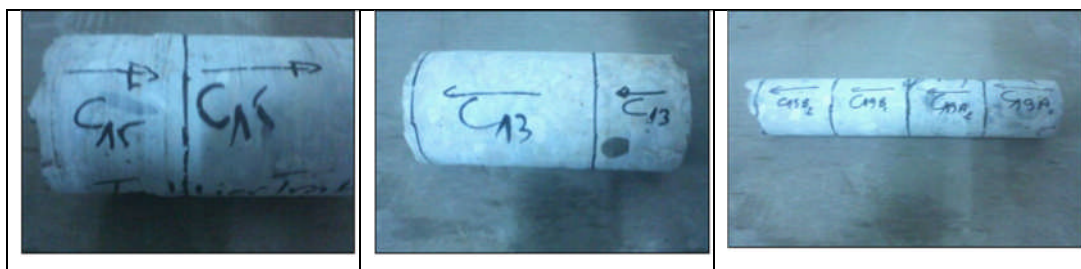
Des prélèvements sont effectués par carottage, à l'aide d'une carotteuse sur colonne sous eau, NF EN 12504-01 : carottes-prélèvements, examens des essais en compression.



Un exemple de prélèvement effectué au site de l'ouvrage étudié :

Carotte N°	Élément d'ouvrage	Carotte		Armatures		Photo
		Diamètre dm (mm)	Longueur min/max (mm)	Diamètre (mm)	Position	
01	Culée 1	100	70x100	16x14	Vertical enrobage 3,5cm	
<i>Remarque :</i> Le béton montre un manque en vibration au niveau des armatures, texture grenu et d'un serrage acceptable						

Carottage d'élément en béton armé : Les extrémités des carottes sont préparées par sciage et surfacage au ciment à haute teneur en alumine, selon la norme: NF EN 12504-1.



Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Carotte N°	Elément de l'ouvrage	Emplacement	Masse (grs)	Diamètre (cm)	H (cm)	Section (cm ²)	Charge (KN)	Rc (MPa)	Elongement H/d	Rc corrigée (MPa)
C02	Culée1	zone 2	3535	10,4	18	84,9	260,6	30,7	1,73	29,5
C04	Pile1	fût droite	625	6,4	8,8	32,2	58,9	18,3	1,38	16,4
C07	Pile 4	fût centre	927	6,4	12,4	32,2	68,3	21,2	1,94	21,1
C09	Pile 5	chevêtre9	860	6,4	11,1	32,2	96,4	30,0	1,73	28,9
C10	Pile 8	chevêtre 8	925	6,4	12,2	32,2	84,4	26,2	1,91	25,9
C11	Pile 10	chevêtre 10	630	6,4	8,5	32,2	77,7	24,2	1,33	21,4
C12	Culée2	zone1	4035	10,3	20,8	83,3	240,6	28,9	2,02	28,9
C13	Tablier	bande gauche	2745	10,3	13,6	83,3	324,7	39,0	1,32	34,5
C14	Trottoir	travée 3 trottoir gauche	540	6,4	7,5	32,2	107,9	33,5	1,17	28,5
C15	Tablier	travée 3 bande gauche	1960	10,2	10	81,7	340,4	41,7	0,98	33,1
C16	Pile 10	fût centre	785	6,4	11,6	32,2	21,6	6,7	1,81	6,5
C17	Trottoir	travée 2 trottoir gauche	710	6,4	9,3	32,2	117,3	36,5	1,45	33,3
C18	Pile 7	fût centre	770	6,4	10,8	32,2	49,8	15,5	1,69	14,8
C19a2	pile 9	béton chemisé	425	6,4	5,9	32,2	75,4	23,4	0,92	18,1
C19b2	fût droite	béton intérieur	500	6,4	6,7	32,2	74,5	23,2	1,05	18,9

Interprétation : Les résultats des essais mécaniques à la compression simple de béton des éléments de l'ouvrage ont une faible résistance néanmoins pour les fûts et les chevêtres.

Mesure du front de carbonatation, teneur en chlorure et teneur en sulfate :

Carotte N°	Emplacement	Profondeur de carbonatation en cm
C2	Culé 1	3.5
C4	Pile 1 fût droite	3.5
C7	Pile 4 fût centre	2.5
C10	Pile 8 chevêtre 8	4
C11	Pile 10 chevêtre 10	2.8
C12	Culé 2	5
C13	Tablier travée 4 gauche	1.8
C15	Trottoir gauche travée 3	2.4
C16	Pile 10 fût centre	3.5
C17	Trottoir gauche travée 2	1.3
C18	Pile 7 fût centre	4
C19 _{B1}	Pile 9 fût droite	2
C19 _{A1}		3

Interprétation : La profondeur de carbonatation est au moins égale à l'épaisseur de l'enrobage des aciers, et les armatures métalliques ne sont plus protégées par la basicité du béton, ce qui engendre la corrosion de ces derniers.

Mesure du taux de chlorures de béton durci : Les essais sont effectués conformément à la norme : NF EN 14629, mesurage du taux de chlorures d'un béton durci.

NB : les extractions des chlorures sont faites dans la partie carbonaté et non carbonaté.

Carotte N°	Emplacement	%Cl- carbonaté	%Cl- non carbonaté
C2	Culé 1	0,0979	0,0387
C4	Pile 1 fût droite	0,1404	0,03546
C7	Pile 4 fût central	0,1277	0,0323
C10	Pile 8 chevêtre 8	0,7243	0,0893
C11	Pile 10 chevêtre 10	0,2488	0,03588
C12	Culé 2	0,0850	0,0367
C13	Tablier travée 4 gauche	0,0991	0,0366
C15	Trottoir gauche travée 3	0,1389	0,0341
C16	Pile 10 fût central	0,0706	0,0377
C17	Trottoir gauche travée 2	0,1389	0,0546
C18	Pile 7 fût central	0,1119	0,0383
C19 _{B1}	Pile 9 fût droite	0,1405	0,0340
C19 _{A1}		0,0994	0,0395

Interprétation : Les chlorures sont calculés par rapport au poids du béton. Source de Cl⁻ :

- Constituant du béton à savoir sable, gravillons, adjuvant et eau
- Milieu extérieure (eau, sol,...)

Lorsque ces chlorures atteignent en quantité suffisante (seuil limite en chlorures totaux: 0,65% du poids de ciment selon la norme P18-011), ils conduisent à la dépassement des armatures. Dans le cas où le béton est déjà carbonaté et que la corrosion est amorcée, On définit un seuil critique [Cl⁻ libres critique 0,04 à 0,1% par rapport à la masse du béton.

Mesure du taux de sulfates de béton durci

Carotte N°	Emplacement	%SO3 carbonaté	%SO3 non carbonaté
C2	Culé 1	1,7775	1,1942
C4	Pile 1 fût droite	2,2655	2,1389
C7	Pile 4 fût centre	2,1634	2,1400
C10	Pile 8 chevêtre 8	3,5444	1,3177
C11	Pile 10 chevêtre 10	2,1149	1,2084
C12	Culé 2	1,5994	1,3144
C13	Tablier travée 4 gauche	2,2263	1,8015
C15	Trottoir gauche travée 3	3,1731	1,9221
C16	Pile 10 fût centre	5,3826	1,7394
C17	Trottoir gauche travée 2	1,6865	1,5581
C18	Pile 7 fût centre	1,5696	1,5573
C19 _{B1}	Pile 9 fût droite	1,0071	0,8334
C19 _{A1}		1,6605	1,0901

Interprétation : Il y a lieu de signaler que la teneur de sulfate dans les éléments de béton représente celle de leurs constituants, ces bétons sont au contact d'un milieu naturel : atmosphère, eaux ou sols. Ces milieux sont agressifs vis-à-vis du béton ou des armatures.

Analyse chimique d'eau Oued Djeddi : Le béton des fondations est exposé à des actions agressives, dû à la pénétration de l'eau d'oued qui véhicule les agents aggressive à l'intérieur du béton. L'eau analysée est de couleur jaune pâle, contient une matière huileuse et une forte odeur d'hydrocarbure.



Vue d'oued Djeddi sous l'ouvrage existant

Tous les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Paramètres	01	Spécification	Classe D'agressivité	Niveau De protection
M. suspension g/l	0,0523	Sédiment maximum de 4ml (80ml d'eau)	-	-
Sel dissous g/l	6,178	≤ 15 g/l pour béton de type A et B et ≤ 30 g/l pour béton de type C	-	-
Sulfates mg/l	3 344,2553	600 à 3000 mg/l	XA2 Environnement d'agressivité chimique modérée	Ciments conformes à la norme NA 5033 (PM) ou NA 443 (ES)
Cl- mg/l	1331,25	> 350mg/l	Forte Salinité	-
PH		5.5 à 6,5	A1 Faiblement agressif	pas de mesure particulière

- NA 5033 (Liants hydrauliques - Ciments pour travaux dans les milieux moyennement agressifs)
- Et NA 443 ((Liants hydrauliques - Ciments pour travaux dans les milieux fortement agressifs)

Interprétation : L'analyse chimique effectuée, montre que l'eau d'oued Djeddi présente une agressivité au béton de fondation soit des **classes XA2**, agressivité chimique modérée, provoque les dégradations de béton, il y a lieu de prévoir une protection externe, ainsi une forte agressivité au chlorure présente une forte salinité.

ANALYSE SOMMAIRE

L'inspection visuelle de la totalité de la structure a mis en évidence:



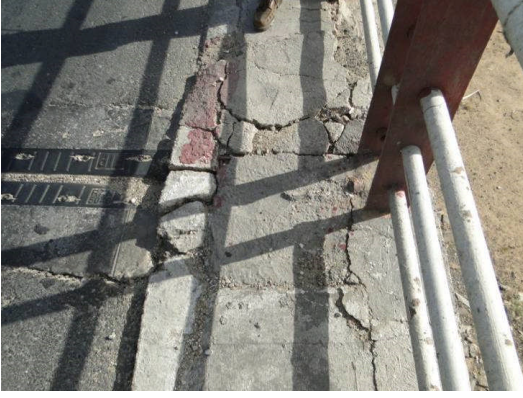



- la présence d'anciens revêtements, chemisage en béton à texture fin des chevêtres et les piles ;
- l'apparence de la surface du béton, stalactites, efflorescences, traces de rouille,
- la présence de fissures au niveau de béton des chevêtres et les culées ainsi parfois sur les fûts des piles, (fissures superficielles minces à moyennes),
- la détérioration de la peau du béton,


La corrosion des armatures a souvent pour conséquences des symptômes visibles sur le parement, tels que des éclats, épaufrures, taches de rouille. Dans certaines circonstances, toutefois, une délamination dans le lit des armatures, sans signes apparents de corrosion, ce qui est localisé sur vue de dessous des trottoirs. La forme, l'étendue des désordres, leur intensité dépendent à la fois de la position des armatures (enrobage, et espacement non normalisé, d'enrobage moyenne de 3cm), de la qualité du béton d'enrobage (compacité et homogénéité), la résistance mécanique moyenne à la compression des bétons soit de l'ordre de 24Mpa, et de l'environnement (nature de l'agent agressif : sulfates).







Suivant l'importance et les causes des désordres ou des insuffisances affectant l'ouvrage prévu, le projet de réparation et/ou de renforcement repose, en général, sur la mise en œuvre d'une combinaison de plusieurs techniques que l'on peut ranger dans l'une des cinq catégories suivantes (auxquelles s'ajoute, dans les cas extrêmes, la solution de la démolition-reconstruction) :







- les traitements de surface : ragréages et injection des fissures ;
- la protection du béton et des armatures ;
- la régénération des matériaux ;
- l'ajout de forces (ou de déformations) ;
- l'ajout de matière.

Lorsque les travaux de renforcement général conduisent à démolir certaines parties de la structure et à transformer son schéma statique, le recalcul de l'ouvrage doit tenir compte de toutes les phases de démolition et de renforcement.

	
<p>Joint de chaussée – Culée E2 – Sud. Le joint du côté Ouest est du type Alga et le joint du côté Est du type FIP. Un élément au milieu du joint a été remplacé par de l'enrobé. Le premier élément du joint à partir d'Ouest est libre.</p>	<p>Joint de chaussée - Pile P9 – Côté Est. Détail du décalage relatif en élévation entre les éléments constitutifs du joint. Ça doit être provoqué par une ouverture excessive entre les lèvres du tablier qui ont été réparés d'une façon déficiente.</p>
	
<p>Trottoir Est - Pile P8. Dégradation des dallettes au droit du joint du tablier. Les armatures du trottoir sont continués, ce qui a causé les désordres sur celui-ci, suite aux mouvements du tablier.</p>	<p>Garde-corps Est, entre P8 e P9. Le support du garde-corps est déformé suite au choc d'un véhicule sur celui-ci.</p>
	
<p>Pile P7 – Garde-corps Est. Décalage (désaxement) horizontal des mains courantes et des sous courantes du garde-corps qui, avec les mouvements du tablier, peuvent endommager celui-ci</p>	<p>Travée 10 – Face inférieure du tablier – Côté Ouest. Corrosion de la face inférieure du coffrage perdu. Cette situation indique qu'il peut y avoir infiltration d'eau par le tablier.</p>

	
<p>La culée présente des zones qui sonnent le creux et plusieurs fissures dans le mur de front et sur les côtés. Ces zones coïncident avec les zones de ruissellement d'eau s'infiltrant à travers les joints de chaussée.</p>	<p>Détail d'éclatement localisé de béton entre le mur de front et le sommier.</p>
	
<p>La culée présente aussi accumulation de débris résultant des travaux de la mise en place et/ou de remplacement des joints de chaussée. Les débris peuvent gêner les mouvements des poutres et appareils d'appui, et favorisent l'accumulation d'humidité sur le béton qui peut développer des désordres sur celui-ci.</p>	<p>Détail de l'accumulation de débris sur le sommier de la Culée, au droit des poutres et des appareils d'appui. Les débris peuvent gêner les mouvements des poutres et appareils d'appui, notamment ceux des culées, et favorisent l'accumulation d'humidité sur le béton qui peut développer des désordres sur celui-ci.</p>
<p>Culée côté Biskra</p>	
	
<p>La Culée E2 présente accumulation de débris sur le sommier. Ils contribuent pour l'accumulation d'humidité sur le béton et peuvent promouvoir le développement de désordres sur celui-ci.</p>	<p>Détail de l'accumulation de débris sur la Culée E2, au droit des poutres et sur les dés d'appui..</p>
<p>Culée côté Touggourt (Culée E2 - Sud.)</p>	

	
<p>Chevêtre. Fissuration en maille des parements du chevêtre. Ces désordres doivent avoir pour origine une réaction de gonflement qui est déchaînée par l'écoulement d'eau sur le béton, provenant du joint de chaussée.</p>	<p>Éclatements localisés du béton de la pile jusqu'à 0,6m d hauteur à partir de sa base. Ceux-ci doivent avoir pour origine une réaction de gonflement interne.</p>
	
<p>Chevêtre. Fissuration en maille des parements du chevêtre. Zones sonnant le creux. Ces désordres doivent avoir pour origine une réaction de gonflement qui est déchaînée par l'écoulement d'eau sur le béton, provenant du joint de chaussée.</p>	<p>Pile Est. Fissuration en maille de la pile, avec fissures d'ouverture jusqu'à 1,5mm.</p>
<p>Pile 1</p>	
	
<p>Fût Est. Fissuration en maille de la pile2.</p>	<p>Encorbellement Est. Éclatement de béton avec mise à nu d'armatures.</p>

	
<p>Accumulation de débris sur la semelle.</p>	<p>Fissuration en maille des parements du chevron.</p>
<p>Pile 2</p>	
	
<p>Fût Central. Fissuration en maille de la base de la pile.</p>	<p>Vue du chevron. Fissuration en maille des parements du chevron</p>
<p>Pile 3</p>	
	
<p>Fissuration en maille de la zone qui a été réparée par un mortier de ciment.</p>	<p>Pile Ouest. Fissuration en maille de la zone supérieure de la pile. Celles-ci doivent avoir pour origine une réaction de gonflement interne.</p>



**Fissuration en maille des parements du chevêtre.
Zones sonnant le creux.**
Ces désordres doivent avoir pour origine une réaction de gonflement qui est déchaînée par l'écoulement d'eau sur le béton, provenant du joint de chaussée

Pile 4

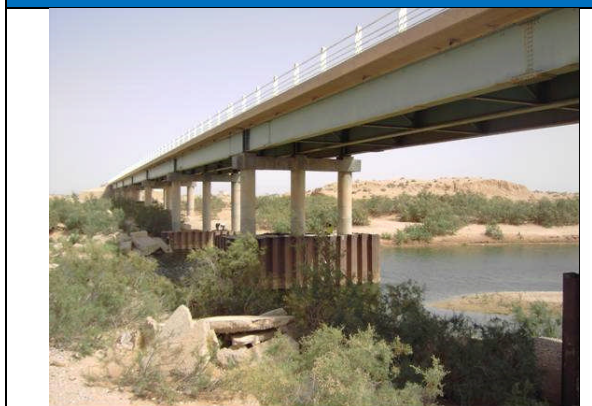


**Semelle.
Accumulation de débris sur la semelle.**



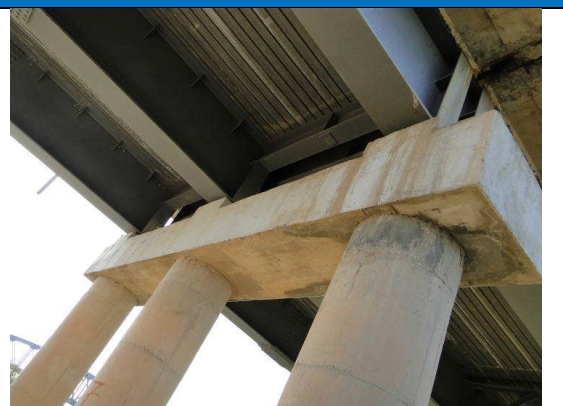
Fissuration en maille de la zone qui a été réparée par un mortier de ciment.

Pile 5








**Vue du chevêtre.
Fissuration en maille des parements du chevêtre**

Pile 6



**Vue du chevêtre.
Fissuration en maille des parements du chevêtre**

Pile 7

	
<p>Fissurations en maille de la pile qui doivent avoir pour origine une réaction de gonflement interne. L'enrobage des armatures est de 2,0cm.</p> <p>Pile 8</p>	
	
<p>Fissuration en maille de la pile qui a été réparée par chemisage du béton. Celles-ci doivent avoir pour origine une réaction de gonflement interne</p>	<p>Fissuration en maille des parements du chevêtre. Ces désordres doivent avoir pour origine une réaction de gonflement qui est déchaînée par l'écoulement d'eau sur le béton, provenant du joint de chaussée.</p>
<p>Pile 9</p>	
	
<p>Fût Central. Fissures verticales avec 25cm d'écartement et environ 2,0mm d'ouverture Celles-ci doivent avoir pour origine une réaction de gonflement interne.</p>	<p>Vue du chevêtre. Fissuration en maille des parements du chevêtre</p>
<p>Pile P10</p>	

2.5.9 SYNTHÈSE DES RELEVÉS

Le tablier ne présente aucun signe de dégradation nuisible qui met en cause sa stabilité. Néanmoins, la détérioration d'une partie de ses équipements (trottoirs, les encorbellements, système d'assainissement...etc) peut, à terme, porter préjudice au tablier. Par contre, les dégradations au niveau d'infrastructure sont alarmantes, particulièrement les piles : Réaction expansive du béton : Il s'agit des attaques de sulfates, d'origine externe et interne au béton, qui provoquent le gonflement du matériau de l'intérieur vers l'extérieur et engendrent la fissuration du béton. En effet la campagne d'auscultation confirme les deux origines :

- 1) Origine internes : La présence des sulfates dans les constituants de béton.
- 2) Origine externe : l'eau de l'oued chargée d'agents Sulfatiques.

Corrosion des armatures : Le processus de corrosion débute par une phase d'incubation, c'est le temps nécessaire à la pénétration des chlorures et la carbonatation de béton, suivie par une phase de propagation, qui se manifeste par :

- 1) Corrosion des armatures
- 2) Réduction de section
- 3) Réduction de l'adhérence acier/ béton
- 4) Fissuration de la zone d'enrobage
- 5) Apparition des traces de rouille
- 6) Eclatement local du béton

Faiblesse de la résistance à la compression simple de béton : Le béton peut être d'une qualité médiocre pour de multiples raisons, à savoir :

1. Irrégularité de fabrication sur chantier,
2. Délais de transport aléatoires depuis une centrale de béton prêt à l'emploi,
3. Reprises de bétonnage mal exécutées,
4. Mise en œuvre dans des coffrages mal nettoyés,
5. Traitements thermiques (montée et/ou descente en température) trop brutaux, ...etc.

Par ailleurs, l'attention est attirée sur les constituants de béton, en effet, le béton est un matériau hétérogène, ces constituants : les liants hydrauliques, les granulats, les adjuvants et l'eau de gâchage, peuvent être à l'origine de sa faible résistance mécanique, et également des désordres qui affectent l'ouvrage. En effet, lors des visites d'inspection on a observé des faciès des ruptures dans le béton qui cisailent des granulats d'apparence calcaire et friable.

2.5.10 LA REHABILITATION ET LA REPARATION DE L'OUVRAGE

2.5.10.1 Variantes de confortement

Hormis les dégradations de béton en sous face de l'encorbellement, La majorité des détériorations de tablier sont observées au niveau des équipements (trottoirs, joint de chaussée, système d'assainissement...etc.), sans aucun préjudice au tablier. Donc on prévoit une réhabilitation et réparation des dégradations au niveau du tablier, qui consiste à lui restituer un niveau de service perdu. Par contre, pour les piles de l'ouvrage on prévoit, trois variantes de solutions envisageables de réhabilitation et renforcement, présentées ci-après :

Variante 1 : Renforcement de la pile par chemisage en acier : Cette technique Consiste à pallier les insuffisances locales ou globales des structures en béton par des tôles d'aciers collées en surfaces du béton. Il s'agit d'enfermer les fûts des piles dans des tubes métalliques.

Les chemises prennent la forme de deux demi-couches légèrement surdimensionnées pour faciliter leur installation, soudées sur place aux jointures verticales. Afin d'empêcher la chemise de s'appuyer sur la semelle lors de la compression, un espace vertical d'environ 25 mm est généralement prévu entre la gaine et la semelle.

Avantages et inconvénients

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Courte durée de réalisation par rapport au chemisage en béton. -Bonne performances des éléments renforcés (bonne ductilité). - Faible augmentation des sections. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coûts relativement élevé. -Nécessité de soudure donc une main-d'œuvre qualifiée. -Problème de corrosion ce qui nécessite un entretien régulier et une protection, -Poids des chemises et difficulté de découpage. - Nécessité d'une préparation spécifique de la surface à traiter (la raideur des tôles nécessite une surface parfaitement plane pour assurer l'uniformité de l'épaisseur de l'adhésif), - Augmentation de la rigidité en flexion ce qui n'est pas souhaité dans le cadre du renforcement parasismique (augmentation de l'énergie restituée élastiquement).

Variante 2 : Renforcement de la pile par des fibres de carbone : Le procédé de renforcement des piles est un chemisage des fûts par des coques préfabriquées en fibre de carbone, collé à l'aide d'une résine époxydique synthétique à deux composants. Ce procédé est destiné à augmenter la capacité portante des piles, par fonctionnement mécanique conjoint, grâce à l'adhérence conférée par la résine après son durcissement, entre les deux matériaux.

Le chemisage en fibre de carbone développe une résistance aux déformations dues aux charges axiales, qui résulte d'un confinement des contraintes développées dans le béton, ce qui améliora à la fois l'effort et la contrainte de compression ultime du béton.

Avantages et inconvénients

Avantages	Inconvénients
- Courte durée de réalisation,	- Nécessité d'une préparation spécifique de la surface à traiter (la réparation de béton dégradé)
- Bonne performances des éléments renforcés (bonne ductilité),	- Fragilité à des chocs directs
- Faible augmentation des sections,	- Faibles résistances à l'abrasion
- Grande résistance à la fatigue et la déformation,	
- Légèreté,	
- Grande stabilité thermique (le carbone est pratiquement incombustible),	
- Grande résistance à la corrosion,	
- Transparence aux rayons X,	

Variante 3 : Renforcement de la pile par chemisage en béton armé : Le chemisage en béton armé consiste en une augmentation maîtrisée des sections des piles, par la mise en œuvre d'un ferrailage additionnel à l'ancien élément et d'un nouveau béton d'enrobage pour favoriser l'accrochage, ce dernier sera mis en œuvre après la confection du coffrage. Le ferrailage est confectionné sur place, les diamètres et la quantité des aciers sont choisis suivant la résistance et rigidité recherchées.

Avantages et inconvénients

Avantages	Inconvénients
-Technique peu coûteuse du fait des matériaux utilisés.	- Augmentation des sections donc du poids de la structure.
- Main d'œuvre peu qualifiée.	- Transport des matériaux.
	- Nécessité de coffrages.
	- Mise en œuvre souvent difficile.

2.5.10.2 Analyse multicritères

La 1^{er}e solution : Renforcement de la pile par chemisage en acier, présente un inconvénient majeur, en effet, les piles de l'ouvrage sont situent dans l'oued, l'acier est un matériau corrosif, et même avec une protection, l'action mécanique de l'eau recouvre le phénomène d'abrasion combiné à des cycles humidification-séchage, et les agents agressifs de l'eau paraissent accélérer la cinétique de la corrosion. Donc cette solution n'est pas adaptée à l'environnement de l'ouvrage et devra de fait être écartée.

La 2^{ème} solution : Renforcement de la pile par des fibres de carbone, présente beaucoup d'avantage, par rapport aux autres solutions, par contre, ces inconvénients sont préjudiciables, en effet, les coques en carbone sont fragiles à des chocs directs et la résine à une faible résistance à l'abrasion. Or, les piles sont sujettes à l'action abrasive de l'eau, et pendant les crues, l'oued Djeddi, considéré comme l'un des oueds les plus importants du pays avec oued **Guir** au Sud-Ouest, charrie d'importants apports solides de toutes natures et de toutes tailles (des agrégats, des blocs, des troncs, ...) peuvent casser les coques, et par effet abrasif les décoller. Donc cette solution n'est non plus adaptée à l'environnement de l'ouvrage et devra de fait être écartée.

La 3^{ème} solution : Renforcement de la pile par chemisage en béton armé, présente un compromis entre ces avantages et ces inconvénients, en effet, le chemisage en béton armée est à la fois un renforcement de la structure et une protection contre l'effet abrasif de l'oued.

2.5.11 DESCRIPTION DE LA SOLUTION DE REHABILITATION ET RENFORCEMENT DE L'OUVRAGE

2.5.11.1 Superstructure

- Dépose des dalles du trottoir.
- Nettoyage du parement, éliminer souillures, dépôts et préparation de la superstructure.
- Fourniture et mise en œuvre des gaines à l'intérieur du trottoir.
- Béton du remplissage pour trottoir.
- Remplacement et/ ou réparation des barrières de sécurité, y/c reconstruction des corniches.
- Dispositif de sécurité des piétons sous forme de grillage accroché aux barrières de sécurité.
- Elimination et reconstitution du béton dégradé y/c compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées (brossage, grenailage...)
- Protection de sous surface de la dalle par hydrofuges de surface destinée à rendre la surface du béton imperméable à l'eau.
- Réalisation du caniveau / fil d'eau en asphalte gravillonné.
- Fourniture et mise en œuvre des avaloirs en aciers 0,30 x 0,30 m avec grille et étanchéité.
- Dépose et Reconstruction des joints de chaussée existants.
- Fourniture et mise en œuvre des joints de chaussée et trottoir neufs, au niveau des culées et les piles P5 et P8, équipés d'étanchéité en sous face, avec reprofilage du parement de la dalle et protection des armatures.
- Stopper le processus de corrosion par des inhibiteurs de corrosion.

2.5.11.2 Infrastructure

Culée

- Nettoyage du parement destiné à éliminer les souillures et dépôts superficiels.
- Colmatage des fissures par injection et/ou calfeutrement avec blocage mécanique.
- Elimination du béton dégradé et reconstitution de béton y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées (brossage, grenailage...).
- Réhabilitation des dèd d'appuis (Elimination du béton dégradé et reconstitution de béton), et projection des plots parasismiques.
- Nettoyage et remplacement des appareils d'appuis, y compris l'oxydation des platines et application de revêtement de protection.
- Extraction électrochimique des chlorures.
- Stopper le processus de corrosion par des inhibiteurs de corrosion.
- Protection de béton par un revêtement d'imprégnation.

Piles

- Elimination de la couche d'enrobage y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées (brossage, grenailage...).
- Renforcement des piles par un chemisage creux en béton armé d'épaisseur 40 cm. L'espace existant entre les futs sera maintenu vide grâce à un coffrage perdu. Par ailleurs, ce chemisage sera désolidarisé des futs et calculé de façon à reprendre à lui seul les efforts provenant du chevet au vu de l'état de dégradation du béton et de la corrosion des aciers des futs.
- Protection de béton par un revêtement d'imprégnation.
- Nettoyage du parement supérieur des semelles, destiné à éliminer les souillures et dépôts superficiels de natures diverses, et réalisations d'une chape de protection en béton.
- Réhabilitation des dèd d'appuis et projection des plots parasismiques.
- Nettoyage des appareils d'appuis, y/c l'oxydation des platines et application de revêtement de protection.
- Enrochement des piles.

Aménagement des abords

- Réalisation des descentes d'eau aux extrémités de l'ouvrage.
- Gabionnage de lit mineur de l'oued.

2.5.12 ESTIMATION DES TRAVAUX

Les travaux de réhabilitation sont estimés à : **74 334 600,00** DA HT soit **88 458 174,00** DA en TTC pour un TVA de 19% (quatre-vingt-huit millions quatre cent cinquante-huit mille cent soixante-quatorze dinars algériens) [voir annexe] sachant que le montant actualisé pour réaliser un nouveau ouvrage à poutres métalliques sur peiux est de l'ordre de 700 000 000.00 DA (Sept cent millions de dinars algériens).

2.5.13 L'OUVRAGE APRES LES REPARATIONS DE L'INFRASTRUCTURE

Entreprise de réalisation : SERO-EST /BATNA. Année de réparation : 2018

PILES COLONNES TRANSFORMEES EN VOILES



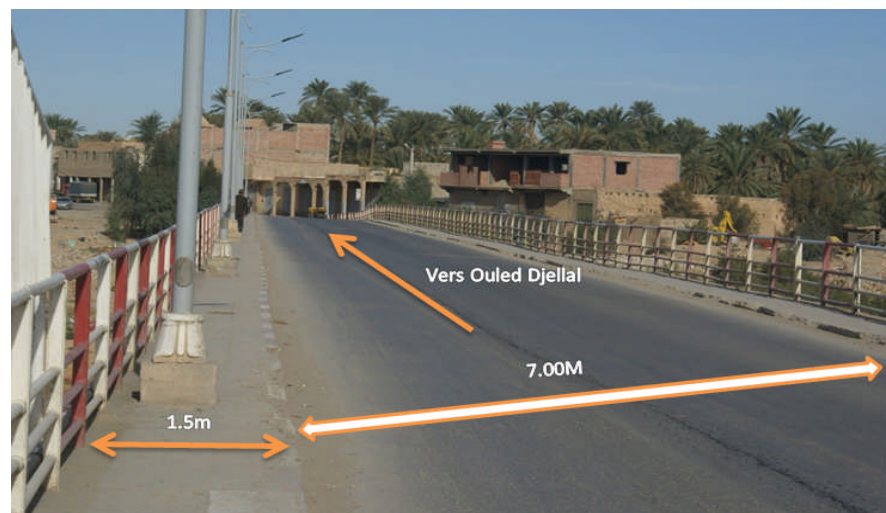
Remarque : Les travaux de réhabilitation de la superstructure ont été déjà lancés.

**3 CHAPITRE III :
ENTRETIEN D'UN
OUVRAGE D'ART SUR
OUED DJEDDI RN 46 A-
PK 76+400 OULED
DJELLAL**

3.1 PRESENTATION DE L'OUVRAGE RN46A -OULED DJELLAL

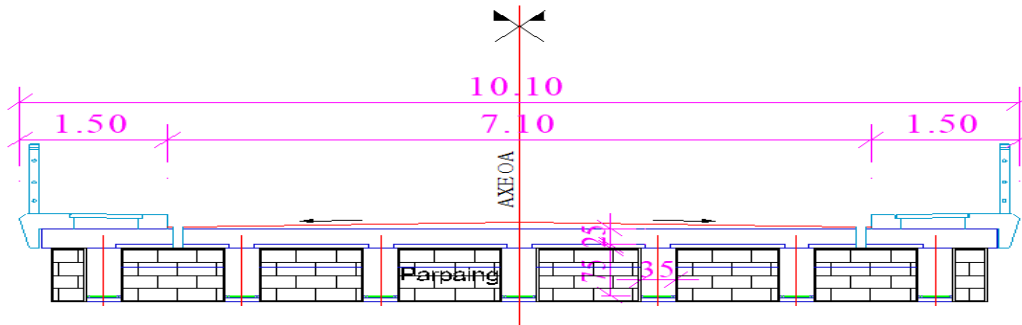
3.1.1 DESCRIPTOIN DE L'OUVRAGE

L'ouvrage d'art objet de notre thème est un pont à poutres isostatiques en béton armé type PSI-BA selon SETRA, développant une longueur de 167.5 mètres et de largeur de 10 mètres, se situant dans un milieu urbain (ville d'Ouled Djellal) sur RN 46A- PK 76+400 franchissant oued Djeddi.



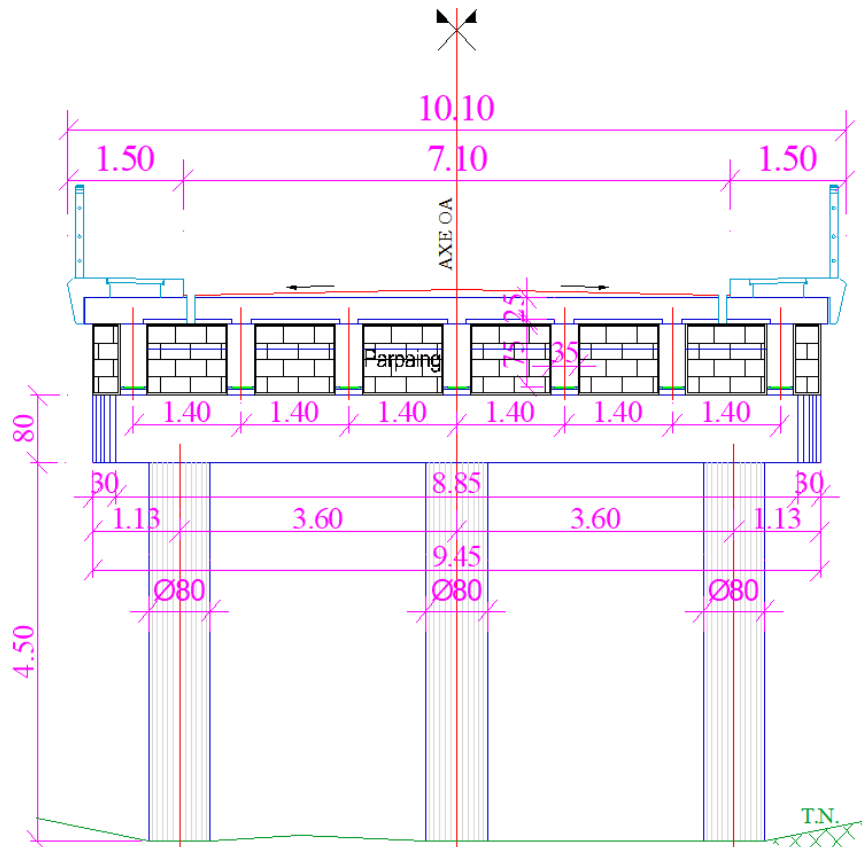
L'ouvrage est constitué de 11 travées dont la portée de chacune est de 15 mètres .Le tablier est constitué de sept (07) poutres en béton armé à âmes pleines ; il est surmonté d'une dalle en béton armé d'épaisseur de 25 cm. La largeur de la chaussée est de 7 m bordée par deux trottoirs de 1.5 mètre de large chacun ; chaque poutre présente une section rectangulaire de 75 cm de hauteur et 35 cm de largeur. L'infrastructure de l'ouvrage est formée par :

- Deux appuis d'extrémités : deux culées de type soutènement de hauteur de 8 Mètres.
- Dix appuis intermédiaires- type piles colonnes- constitués de trois fûts portant un chevêtre sur lequel repose les points d'appuis du tablier.



Coupe transversale du tablier

Le diamètre de chaque fût est de 80 cm. La hauteur des piles étant de 7.8 mètres avec fondations superficielles ; le tirant d'air est de 4.5 mètres. La pente longitudinale du pont est de 4.3‰ c'est à dire (4.3/1000) ; la chaussée est de type souple. Les appareils d'appui sont de type fixe en Néoprène (Elastomère fretté) : 154 appareils.



Vue en élévation transversale de la pile

- Garde-corps de 187.5 ml*2 et de hauteur de 1.10 mètres.
- La charge limite est le convoi D240.
- Vitesse limite 60 km /h.
- Bases de calcul de l'ouvrage : Le fascicule 61 titre II.
- Entreprise de réalisation : SERO-EST /BATNA (Marché N°88/94/EP/06 DEC 1988).
- Montant du marché en TTC (en 1989) : 17.000.000 ,00 DA (Dix-sept millions de Dinars).
- Le montant actualisé de l'ouvrage : 200 000 000,00 DA en TTC (Deux Cent Millions DA).

— Date début des travaux(ODS): 11/12/1988. Fin des travaux : 31/12/1991.

— Année de mise en service : 1992.

Les remblais d'accès ont été réalisés par une entreprise étatique locale E.I.R.T.B. Ouled-Djellal (entreprise intercommunale de réalisation des travaux de bâtiments). La longueur du remblai d'accès rive côté ville est de 122m et 66m pour l'autre côté.

3.1.1.1 Le tablier

Le tablier est constitué par sept (07) poutres en béton armé, de forme rectangulaire, de dimension 75 cm x 35cm et une dalle en béton armé d'épaisseur 30cm (y compris prés-dalle de coffrage de 5 cm). La largeur chargeable du tablier (chaussée) est de 7.10m, deux trottoirs de largeurs 1.50m (y compris les corniches) avec présence des barrières de sécurité.

3.1.1.2 Les appuis

1- Culées : Culées remblayées en béton armé, avec un mur garde-grève, un mur de front.

2- Pile : Dix (10) piles de type : pile colonne, constitué par trois fûts cylindriques de 80 cm de diamètre surmonté d'un chevêtre préfabriqué de 110cm de larguer, et de 80 cm d'hauteur.

3.1.1.3 Equipements

1- Barrière de sécurité : Les gardes de corps sont de type métallique à main courante et sous courantes de type tubulaire, et montant en profilé métallique.

2- Autres équipement : Appareils d'appui en Caoutchouc fretté. Pas de joints de chaussée.

3.1.1.4 Corps de chaussée

Il est composé d'une couche de roulement en béton bitumineux.

3.1.1.5 Réseaux

Aucun réseau n'a été observé.

3.1.1.6 Système d'assainissement et de drainage

De côté Touggourt, les terres sont soutenus par des murs de soutènement en ailes ; en aval de l'oued, la berge et le mur de soutènement sont protégés par des gabions. De côté ville, les remblais sont soutenus par des murs de soutènement de 60 m de longueur.

Les eaux de pluies sont évacuées par un ensemble de dispositif qui comprend :

- 1) Une collecte transversale assurée par un dévers en toit de la couche de roulement.
- 2) Une collecte longitudinale assurée par deux fils l'eau, en pied des bordures des trottoirs.
- 3) Des réservations pour gargouilles situés sur le fil d'eau, pour évacuation des eaux en chute libre sur les poutres, ce qui engendre des infiltrations et attaque des éléments de l'ouvrage.

3.1.1.7 Fiche d'identification de l'ouvrage

FICHE D'IDENTIFICATION DES OUVRAGES D'ART

WILAYA	:	BISKRA	VOIE	:	RN 46A
SUBDIVISION	:	OULED DJELLAL	FRANCHISSEMENT	:	OUED DJEDDI
COMMUNE	:	OULED DJELLAL	POINT KILOMETRIQUE	:	PK 76+400

Désignation	Observation
Type de L'Ouvrage	Pont à poutres en BA
Longueur totale (ml)	167,5
Largueur totale (ml)	10
Site (Urbain; Rase Campagne...)	Urbain
Gabarit (ml)	4.5
Nombre D'Appuis en site Aquatique	/
Profondeur des eaux (ml)	/
Type de L'Ouvrage Tablier	B A
Nombre des travées	11
Portée Maximale des travées (ml)	15
Largueur de la chaussée (ml)	07
Type de Piles	Pile colonne
Nature de Piles	B A
Hauteur de Piles (ml)	7.8
Type de Fondations	Superficielle
Nature de Fondations	B A
Affouillement (signaler les Indices de Gravite)	NON
Nature de protection des appuis Immergés	NEANT
Type de Chaussée	SOUPLE
Largueur de la chaussée (ml)	7
Nombre de Voies de Circulation	2
Trottoir (Droit /Gauche) (ml)	1.5*2
Nombre et Type de Joints de Chaussée	/ Pas de joints
Type de Garde-corps + Hauteur (ml)	METALIQUE 1.10 m
Glissière de sécurité	OUI
Nombre et Type D'Appareils D'appui	154 APPARIELS
Système D'évacuation des eaux	OUI
Charge Limite (t)	CONVOI D240
Vitesse Limite (km/h)	60
TJMA	1611 Veh / j (ANNEE 2017)
Itinéraire de déviation (km)	NEANT
ODS de travail	1989
Année de mise en service	1992
Bureau d'Etude	SERO-EST
Entreprise de Réalisation	SERO-EST
Dossier de L'Ouvrage	DISPONIBLE
Etudes Géotechniques	DISPONIBLE
Date de la dernière visite	Janvier 2013
Date de la dernière Inspection détaillée	Janvier 2013
Travaux D'entretien et de réparation (depuis la dernière action de surveillance)	NEANT
Investigations ou surveillances spécifiques mise en œuvre	NEANT
Observations (état de L'ouvrage risque de la sécurité vis-à-vis des usagers à prendre)	Moyen état

3.2 ETUDE GEOTECHNIQUE DE L'OUVRAGE

L'étude géotechnique de l'ouvrage a été faite par LTP EST Constantine. On a réalisé six sondages carottés de 20 mètres de profondeurs espacés de 40 m l'un de l'autre.

Selon les essais, il a fallu concevoir des fondations sur pieux forés ancrés dans la marne argileuse tout en utilisant le ciment RS, avec protection par batardeau en palplanches battus pour les semelles.

Vu les capacités modestes du SERO-EST, à l'époque, le maître d'ouvrage a été obligé de réaliser des fouilles pour des semelles superficielles sur une profondeur moyenne de quatre (4) mètres, tout en utilisant des motopompes pour l'évacuation des eaux de la nappe souterraine sans avoir recours à l'utilisation des palplanches.

3.3 SITUATION DE L'OUVRAGE

L'ouvrage se situe au sud-est de la ville d'Ouled Djellal, RN46A PK 76+400.



Plan synoptique ; Latitude : 34°25'N ; Longitude : 5° 4'E

3.4 RELEVÉ DES DÉGRADATIONS (ANNEE 2020)

Les photos ont été prises à l'aide d'un appareil photo numérique Sony alpha100 (α 100) 10,2 Mpx ,capteur CCD 10 Mpx, 23.6 x 15.8 mm, objectif 3 x 18 - 70 mm, F3.5 - F5.6.



Absence des joints de chaussées ou joints de dilatations



Ordures (déchets ménagers) et eaux usées : Attaques chimiques



Détérioration généralisée des corniches



Dégradation des corniches et du garde-corps



Murettes en parpaings surmontant les chevêtres et culées gênant les déplacements verticaux des travées

Ségrégation de béton au niveau de la partie inférieure des poutres





Dégradations à cause du feu



Chevêtre : Phénomènes d'efflorescence et Alkali-réaction



Efflorescence /
Alkali-réaction

- Fissuration de la partie inférieure de la poutre de rive,
- Infiltration des eaux en dessous de la dalle en encorbellement et au-dessus du chevêtre
- Phénomène d'efflorescence du chevêtre
- Altération des corniches avec infiltration des eaux
- Dégradation du mur en parpaing



Accumulation des eaux au niveau du chevêtre, efflorescence



Accumulation des eaux au niveau du chevêtre, efflorescence et dégradation des poutres



Détérioration du mur en parpaing surmontant les chevêtres et accumulation des eaux pluviales



Des poutres mal coffrées ; efflorescence et infiltration des eaux



Infiltration des eaux au niveau des joints de chaussées et trottoir, efflorescence observée au niveau du chevêtre et de la partie supérieure de la pile



Dégradation et fissuration du béton des piles, eaux usées (attaque chimique)



Piles colonnes mal entretenues (chemisage par treillis à souder), dégradation généralisée des corniches et infiltration des eaux au niveau des poutres de rive



Piles colonnes mal entretenues



Les eaux usées :milieu agressif



Dégradation des parties inférieures des fûts en contact avec les eaux usées



Dégradation et fissuration des fûts



Dégradation et fissuration des fûts(Agrandissement)



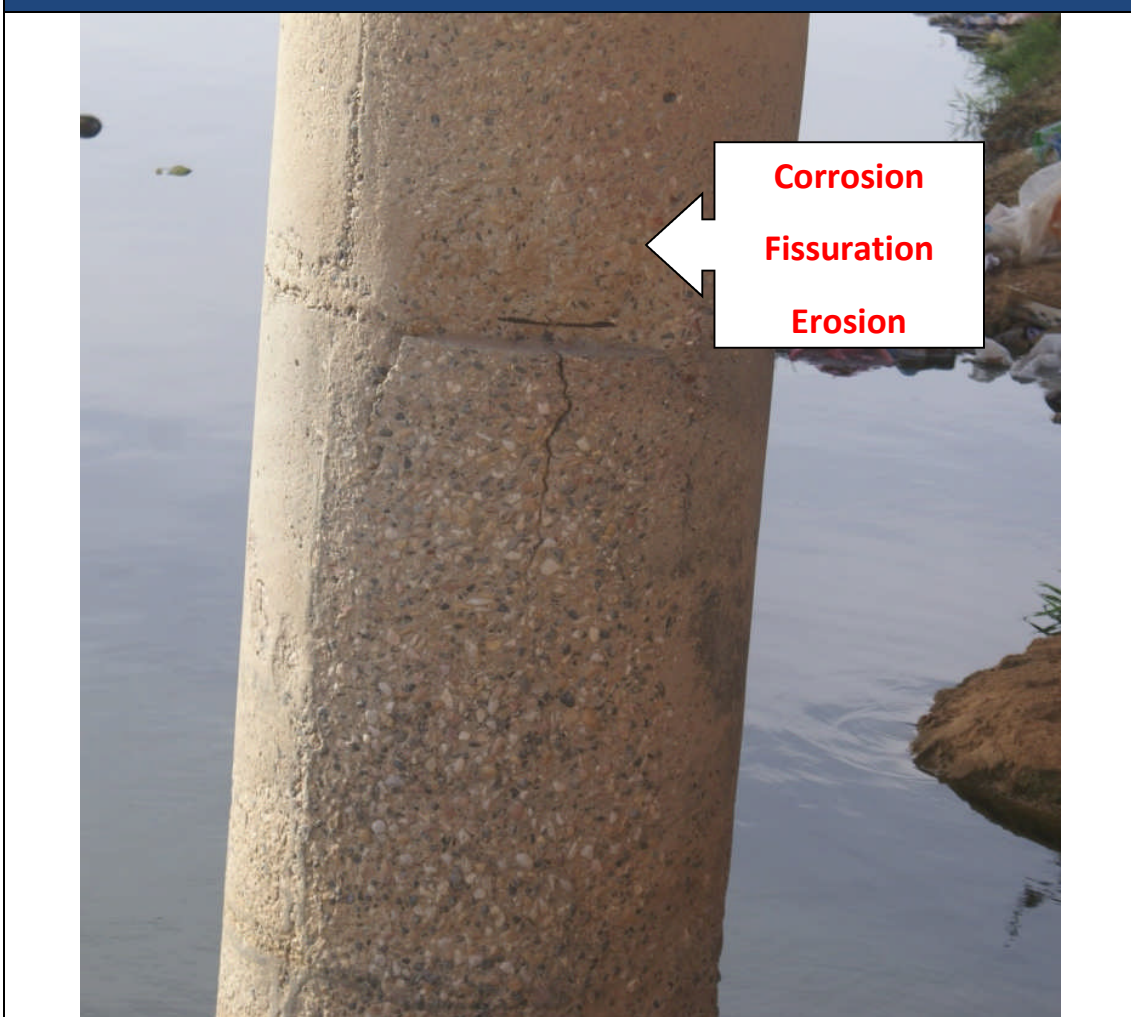
Dégradation des parties inférieures des fûts en contact avec les eaux usées



Affouillements autour des piles mal entretenues



Corrosion des armatures et dégradation de béton



Corrosion des armatures transversales (cerces) et dégradation de béton(Erosion)



Réhabilitation mal conçue techniquement et esthétiquement



Milieu agressif et apparition des armatures transversales (cerces des piles)



Dégradation des dalles de trottoir



Dégradation des dalles de trottoir et manque de joint de chaussée



Dégradation des dalles de trottoir



Dégradation au niveau des poutres



Apparition de quelques fissures au niveau du chevêtre



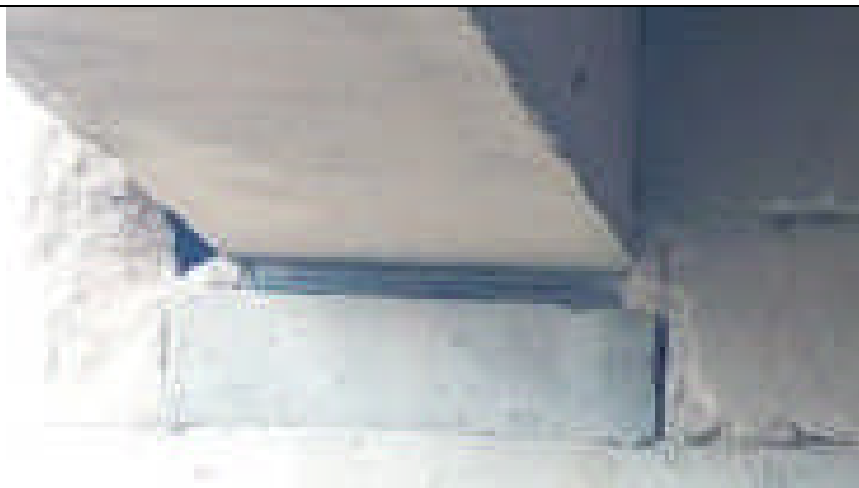
Erosion de béton et corrosion



Eaux usées-Apparition des armatures transversales corrodées



Chevêtres préfabriqués posés sur fûts : chevêtres et piles ne sont pas solidaires



Dés d'appui et Néoprene entouré de mortier



Ségrégation de béton au niveau des poutres



Appareil d'appui usé



Appareil d'appui usé



Obstruction des gargouilles



Detail gargouille Obstruée



Travée carbonatée a cause des fumées et incendies



Obstruction des gargouilles



Dalettes(coffrage perdu)degradée en dessous de la dalle



Dallettes(coffrage dalle perdu)dégradée en dessous de la dalle et infiltration des eaux



Dallettes préfabriquées dégradées et système de drainage défectueux



Quatre premiers travées coté Ouled Djellal sont obstruées par des terres et ordures



Le reste de l'ancien gué submersible , coté aval :un vrai obstacle pour l'écoulement des eaux



Joint de chaussées inexistant , leurs emplacements sont colmatés par du Béton bitumineux



Coté aval :vue générale du lit d'oued, eaux usées et débris de l'ancien gué

3.5 HISTORIQUE DES DIFFERENTES INTERVENTIONS

- ✚ En 2001 l'ouvrage a subi des travaux de chemisage partiel à la base de quelques fûts par une entreprise privée, le montant des travaux était de l'ordre de 160 000.00 DA
- ✚ En 2006 étude d'expertise par un BET BECO-BISKRA
- ✚ En 2014 étude d'expertise par un BET DELTA CONSULT-ALGER

3.6 DONNEES DE TRAFIC ROUTIER RN 46A

Notre ouvrage se situe au PK 76+400 RN 46A ; selon une étude de trafic faite par le bureau d'étude SETS Sétif en 2017, sur la section considérée de la RN 46A du PK 56+200 au PK 76+200 sur 20 Km :

Le débit horaire maximal observé est 348 UVP/h. Le TMJA (2017) est de l'ordre de 1611 veh /j, dont 40% sont des poids lourds avec une moyenne de croissance annuelle de 3.5%.

Le débit horaire maximal à l'année de mis en service sur la RN 46A sur la section considérée est de 397 UVP/h.

Le TMJA (2018) est de l'ordre de 1839 veh /j, dont 40% sont des poids lourds. Le pic de la moyenne du volume du trafic journalier est enregistré pour la tranche horaire de 15.00 – 17.00. Pour cette année 2020 le TMJA est de l'ordre de 1965 veh/j avec 40% PL.

Prévisions du trafic

	Année	Taux D'accroissement VL	Taux D'accroissement PL	Véhicules légers	Poids lourds	Trafic prévisible
0	2017	3.50%	2.50%	966	644	1610
1	2018	3.50%	2.50%	1108	731	1839
2	2019	3.50%	2.50%	1146	750	1896
3	2020	3.60%	3.00%	1189	776	1965
4	2021	3.60%	3.00%	1232	799	2031
5	2022	3.60%	3.00%	1276	823	2099
6	2023	3.60%	3.00%	1322	848	2170
7	2024	3.60%	3.00%	1370	873	2243
8	2025	3.60%	3.00%	1419	899	2318
9	2026	3.80%	2.80%	1484	917	2402
10	2027	3.80%	2.80%	1541	943	2484
11	2028	3.80%	2.80%	1599	970	2569
12	2029	3.80%	2.80%	1660	997	2657
13	2030	3.80%	2.80%	1723	1025	2748
14	2031	3.80%	2.80%	1788	1053	2842
15	2032	3.80%	2.80%	1856	1083	2939
16	2033	3.80%	2.80%	1927	1113	3040
17	2034	3.80%	2.80%	2000	1144	3144
18	2035	3.80%	2.80%	2076	1176	3252
19	2036	3.80%	2.80%	2155	1209	3364
20	2037	3.80%	2.80%	2237	1243	3480
21	2038	3.80%	2.80%	2322	1278	3600

3.7 EXPERTISE FAÎTE PAR BUREAU D'ETUDES BECO (8)

3.7.1 ETUDE DE LA 1^{ÈRE} PHASE D'EXPERTISE SUR RN

L'étude d'expertise des ouvrages d'art sur RN a été faite en 2006 (*OPERATION N° NF5 521 1 262 107 05 02 / Date : 29.11.2006*), le rapport a exposé la première phase:

- Ausculter tous les ouvrages sur RN,
- Vérifier le débit capable et le débit de crue,
- Rapport et présentation en plénière de la phase I détaillant :
 - 1) Les insuffisances de capacité des ouvrages s'il y a lieu,
 - 2) Les insuffisances apparentes (fissures, affouillement, tassement, autres,...).

Le nombre total des ouvrages répertoriés est de 575 ouvrages à savoir : 60 ponts, 104 dalots et 399 entre buses, ouvrages busés, ouvrages voûtés et gués.

3.7.2 DIAGNOSTIC DES OUVRAGES

Pour chaque ouvrage il a été procédé aux opérations suivantes :

- Analyse du cours d'eau aux environs de l'ouvrage : morphométrie, état des berges, pente du fond, densité de la végétation, nature de l'écoulement, mesure de la vitesse moyenne, observation des traces des crues.
- Vérification du débit capable et du débit de l'ouvrage : Pour les cours d'eau relativement importants la formule de Manning-Strickler a été adoptée.
- Analyse de l'ouvrage : Analyse de tous les composants structuraux de l'ouvrage en relevant toutes les défaillances : affouillement, dégradation, fissuration, et insuffisance d'éléments structuraux et enfin signalisation des défauts apparents de conception.
- Analyse du système de protection d'ouvrage et de route : Murs de soutènement, gabions, protection des berges, puisards et dispositifs anti-charriage.
- Analyse de l'accotement de part et d'autre de l'ouvrage : Relevé des affouillements, glissements, et affaissements observés, ampleur de débordements éventuels.

3.7.3 CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES (8)

3.7.3.1 Présentation

Malgré l'absence de relevés de jaugeage, de stations limnométriques, et d'observations chiffrées des crues, on peut distinguer deux zones principales :

La zone montagneuse : située au nord de l'accident sud-atlasique, caractérisée en général par de petits versants, de forte pente. C'est la zone des « torrents ». Les fonds des cours d'eau sont rocheux. Les vitesses d'écoulements sont importantes. L'état des matériaux déplacés,

des blocs et des galets décimétriques, est le résultat des fortes énergies cinétiques mises en jeu.

Tous ces bassins étudiés réagissent immédiatement à l'interruption temporaire de la pluie lorsque celle-ci a eu lieu. La décrue est alors nettement perceptible et suit de près l'interruption des pluies. Seul un processus hydrologique à temps de réponse aussi court que le ruissèlement superficiel est à même d'expliquer une telle réactivité des bassins versants aux pluies. Il s'agit probablement du processus dominant de genèse des écoulements lors des épisodes exceptionnels. La majorité de ces torrents affluent vers les oueds importants de la région : O. El Hai, O. Abdi et O. Labiod.

La zone de plaines : au Nord-Ouest et au Sud de l'accident sud-atlasique, caractérisée par des versants plus spacieux, à faible pente, mais fortement influencée par la pluviométrie de la première zone.

Les matériaux observés sur les fonds des cours d'eau sont beaucoup plus fins (Graviers, et surtout sables et argiles). Les temps de réponse de ces versants sont plus grands. Les conditions pédologiques et géologiques favorisent l'infiltration d'une fraction des eaux précipitées. Mais cela est relatif, car en majorité des cas les précipitations sont intenses et dépassent rapidement la capacité d'infiltration des sols. Les débits de crues sont donc aussi importants que ceux de la première zone, surtout que les eaux du nord sont drainées vers le sud par un ensemble d'oueds tels que : O. Sidi Zarzour, O. Djeddi, O. Labiod et O. El Arab.

3.7.3.2 Estimation du débit maximum des ouvrages

L'estimation du débit maximum des ouvrages peut être obtenue de plusieurs manières :

Prédétermination de la réponse hydrologique des petits bassins versants torrentiels : Les informations permettent d'estimer qualitativement les paramètres d'un bassin en fonction des valeurs prises sur d'autres bassins versants mieux connus.

Analyse cartographique : Une carte au 1/25000 suffira à définir la surface, la pente, les altitudes minimales et maximales, la forme du bassin ainsi que la structure du réseau hydrographique. Les bassins qui présentent les temps de réponse les plus courts sont les bassins les plus compacts. Les bassins versants allongés ont des temps de réponse plus longs.

La structure du réseau hydrographique, peut permettre d'estimer si le bassin versant s'organise autour d'un seul drain principal, c'est souvent le cas sur les bassins allongés, ou s'il s'organise autour de plusieurs drains principaux. On utilise la formule de Manning-Strickler, en majorant les paramètres sur lesquelles subsistent des incertitudes, pour assurer une marge de sécurité suffisante.

3.7.3.3 Synthèse des défaillances répertoriées

L'analyse des diagnostics des ouvrages, permet de répertorier les défaillances suivantes :

1 Structures

- Absence d'ouvrage de franchissement pour certains cours d'eau ;
- Manque des éléments de structure : mur parafouille, radier, têtes d'ouvrage ;
- Fissuration : insuffisance de ferrailage ou manque de capacité portante du sol ;
- Mauvaises conception, réparation ou extension de l'ouvrage ;
- Dégradation du béton de mauvaise qualité jusqu'à la dénudation du ferrailage ;
- Utilisation dans la confection du béton des granulats roulés non tamisés ;
- Dégradation du béton liée à l'utilisation d'un ciment non approprié ;
- Présence de structures aux états limites de rupture ;
- Insuffisance ou mauvais choix de protection des culées de pont.
- Têtes d'ouvrage non adapté à la forme du terrain.

2 Affouillement

- Affouillements en aval causés par absence ou insuffisance des murs parafoUILLES ;
- Affouillement autour des piles de pont ;
- Affouillement en amont et autour des fondations causé par un défaut de conception ;
- Affouillement des accotements lié à l'absence du système de drainage (caniveaux..ect)
- Affouillement des accotements et des talus du remblai routier lié à l'utilisation d'un matériau de remblai très sensible à l'eau (érosif).

3 Obturation des ouvrages

- Obturation totale ou partielle par charriage des blocs rocheux, pierres, galets et sable causée par absence de dispositifs dissipateurs d'énergie ;
- Obturation par des dépôts argileux liés à la nature du terrain du versant ;
- Non-respect de la vitesse minimale d'auto curage ;
- Obturation par présence de déchets ménagers et gravats ;
- Remontée de niveau du lit du cours d'eau dans les terrains argileux

4 Entretien et aménagement des cours d'eau

- Absence de dispositifs de correction torrentielle.
- Défaillance dans la protection des berges, surtout les terrains érosifs.
- Défauts de conception dans certains cas de gabionnage.
- Manque de dispositifs d'atténuation des transports solides.

3.7.3.4 Estimation des débits

1 Estimation du débit maximum des ouvrages : On considère que le régime d'écoulement atteint l'uniformité au passage à travers l'ouvrage. L'écoulement se fait à surface libre. La formule de Manning-Strickler préjuge que le coefficient C de Chézy varie comme :

$$C = \frac{1}{n} Rh^{1/6}, \text{ Où le coefficient de Manning } n \text{ varie avec la nature des parois ; Ou encore :}$$

$$C = k Rh^{1/6}, \text{ Où le coefficient de Strickler } k \text{ varie avec la nature des parois (} k = 1/n \text{).}$$

On utilise généralement le coefficient de Strickler pour exprimer le débit en régime uniforme et la formule générale est :

$$Q = k S Rh^{2/3} I^{1/2}; \text{ Avec } C : \text{ coefficient de proportionnalité qui peut se calculer par les formules de Bazin ou de Manning-Strickler ; } R_h : \text{ rayon hydraulique de la section (en m) ; } I : \text{ pente longitudinale du canal (en m/m) ; } V : \text{ vitesse en m/s}$$

L'influence des divers paramètres est donc :

- k, coefficient de Strickler dépendant de la nature de la paroi. Le débit augmente lorsque la rugosité de la paroi diminue.
- I, pente du radier de l'ouvrage. Le débit augmente en même temps que la pente.
- S et Rh dépendent de H ;

Déterminer le débit pour un ouvrage donné (forme, nature des parois et pente connues) en fonction de la hauteur d'eau. Pour mesures de sécurité, la hauteur de la lame d'eau H est maximale, i.e. juste au-dessous du toit de l'ouvrage. L'écoulement est à la limite du forcé. On utilise des valeurs de K selon la nature des parois pour le choix du coefficient de Strickler. L'estimation des débits capables des ouvrages se basera sur les points suivants :

- Le coefficient de Strickler est choisi selon la nature des parois observées in-situ.
- La section d'écoulement est majorée à l'extrême à partir des mesures sur site.
- La pente est déduite d'une manière générale à partir :
 - Des cartes topographiques quand cela est possible.
 - De la nature des dépôts observés.
 - De la forme apparente du cours d'eau.

Débits de l'ouvrage PONT RN 46A en utilisant la formule de Manning-Strickler

RN	Ouvrage N°16	PK	K	S (m ²)	Rh ^{2/3}	I	I ^{1/2}	Q (m ³ /s)
46 A	Pont O. Djeddi	76+400	45	396	2,42	0,0006	0,024	1035

Valeurs de K - Extrait du guide méthodologique (Source CETMEF).

Surfaces très lisses et sans saillies (verre neuf et net, pyroline-cuivre)	100 à 110
Surfaces très lisses, sans saillies (bois net raboté ; métal soudé non peint ; ciment mortier ou béton bien lissé, bien soigné et sans débris ; surfaces très lisses avec courbures moyennes.	80 à 110
Surfaces avec légères aspérités (acier riveté ou peint; fer forgé ou coulé; bois non raboté; ciment et mortier; béton coffré avec de l'acier ou du bois lisse sans débris et pas de courbures; canaux en béton très lisse avec joints; tuyau de drainage ordinaire; égout vitrifié sans saillie; brique vernissée, grès; asphalte lisse; moellons dressés avec joints cimentés; surfaces lisses ou très lisses avec fortes courbures)	70 à 80
Surfaces avec aspérités moyennes (métal incrusté; métal riveté avec rivets grossiers; canaux en métal avec larges saillies vers l'intérieur; bois très grossier(madriers); béton avec bord lisse et fond rugueux; petit canal en béton, assez droit et régulier dont la surface est recouverte d'un léger dépôt; bois ou béton avec développement d'algues et de mousses; égouts avec regards; drains enterrés avec joint ouvert; terre particulièrement régulière; canaux avec plafond en sable fin(surfaces non ridées); surfaces lisses avec courbes excessives	65
Surfaces rugueuses (métal très incrusté; béton coulé non lissé; béton coulé aux coffrages en bois rugueux; béton très rugueux ou vieux; maçonnerie vieille ou mal soignée; canaux en maçonnerie moyenne avec joints nombreux ou nombreuses courbes; bois ou béton avec développement dense d'algues ou de mousse; canaux en terre très régulière, état neuf, bon alignement; sable moyen; pierres dressées, joints cimentés)	55 à 60
Surfaces très rugueuses (canaux en métal avec très fortes saillies vers l'intérieur ou fortes courbures, ou développement de végétation importante ou débris accumulés; canaux en béton avec maçonnerie en très mauvais état ou très grossière; canaux très larges en gravier fin plus sable ou en terre régulière meuble, sans développement de végétation; radiers pavés; moellons bruts assemblés au ciment)	50
Surfaces à rugosité très importante (lit en gravier fin; canaux avec dépôts ou végétation; canaux en terre moyenne, dimensions modérées; moellons bruts grossièrement assemblés au ciment)	45
Surfaces assez grossières (aqueducs métalliques à section semi-circulaire en tôle plissée; terre en mauvais état; gravier moyen; canaux en terre de petites dimensions ou plus larges avec développement de végétation ou gros galets; fossés en bon état; canaux en terre sinueux sans végétation; blocage cimenté; béton sur roche régulièrement excavée)	40
Surfaces grossières (excavation rocheuse très régulière; gros graviers; pierre sèche; canaux en terre, dragués, sans végétation ou enherbés; chenaux d'évacuation de crue, larges et entretenus; béton sur roche irrégulièrement excavée; canaux et fossés avec nombreuses pierres lisses; canaux et fossés avec pierres rugueuses au fond et végétation sur les bords)	35
Surfaces très grossières (excavations rocheuses uniformes; canaux avec développements considérable de végétation; chenaux d'évacuation de crues, larges, mais peu entretenus; blocage sec; canaux en terre sinueux avec mauvaises herbes plus ou moins denses ou plantes aquatiques; canaux en terre sinueux avec fond en terre et berges en blocage au fond pierreux ou recouvertes de mauvaises herbes)	30
Surfaces excessivement grossières (excavations rocheuses irrégulières; canaux enterrés en très mauvais état, très sinueux avec pierres rugueuses et végétation importante; lits majeurs d'évacuation de crue dégagés, mais entretenus de façon discontinue)	25
Divers canaux non entretenus, mauvaises herbes et broussailles coupées ; canaux en excavation avec broussailles; fond net, broussailles sur les berges ; fond net, broussailles sur les berges avec niveau d'écoulement maximum sans débordement ; canaux avec mauvaises herbes denses aussi hautes que la hauteur de l'écoulement ; broussailles très denses, niveau d'eau élevé	20 20 15 12 10

3.7.4 DIAGNOSTIC APPROFONDI DE L'OUVRAGE (BECO) (8)

L'inspection détaillée de cet ouvrage en août 2007, a permis de noter les points suivants :

3.7.4.1 Débit capable de l'ouvrage

Les études hydrologiques effectuées sur Oued Djeddi donnent une valeur moyenne de 6000 m^3 comme estimation du débit centennal. Alors que le calcul de débit maximal de l'ouvrage est estimé à 1035 m^3 . La comparaison des débits montre une forte insuffisance de capacité. **L'ouvrage est dans un état précaire à la disparition par des crues centennales.**

3.7.4.2 Superstructure et infrastructure

- Pas de signe d'insuffisance visible sur le tablier (photo 2) ;
- Absence des joints de chaussée et trottoirs (photo 1) ;
- Dégradation des dalles au voisinage des gargouilles (photo 3) ;
- Semelles encastrées à 4m de profondeur et remblayées avec matériau érodable (photo 1) ;
- Affouillement grave le long du lit de l'oued et autour des piles (photos 4 et 5) ;
- Présence de blocs en béton gênant l'écoulement (photo 5) ;
- Ouverture du joint culée-murs en aile non solidaire (photo 6) ;
- Affouillement derrière des murs en aile (photo 7) ;
- Trace des eaux de ruissèlement à travers les joints de chaussée sur culées (photos 6 et 7) ;
- Dégradation des culées accélérée par l'infiltration des eaux (photo 8) ;
- Insuffisance de l'enrobage des culées et des fûts des piles (photos 8-10) ;
- Présence de fissures longitudinale et transversale sur les fûts (photos 11-12) ;
- Trace d'altération du béton de quelques fûts sous l'effet des crues ;
- Obturation partielle de la section de l'ouvrage (photo 1).



	
<p><i>Photo 1 : Absence des joints de chaussée et trottoirs ; Semelles isolées encastrées à 4m de profondeur en moyenne et remblayées avec matériau érodable ; Obturation partielle de la section de l'ouvrage.</i></p>	<p><i>Photo 2 : Pas de signe d'insuffisance visible sur le tablier.</i></p>



Photo 3 : Dégradation des dalles au voisinage des gargouilles.



Photo 4 : Affouillement grave le long du lit de l'oued et autour des piles.



Photo 5 : Affouillement grave le long du lit de l'oued et autour des piles ; Présence de blocs en béton gênant l'écoulement.



Photo 6 : Ouverture du joint culée-murs en aile non solidaire ; Trace de venus des eaux de ruissèlement à travers les joints de chaussée sur les culées.



Photo 7 : Affouillement derrière des murs en aile ; Trace de venus des eaux de ruissèlement à travers les joints de chaussée sur les culées.



Photo 8 : Dégradation des culées accélérée par l'infiltration des eaux ; Insuffisance de l'enrobage des culées et des fûts des piles.



Photo 9 : Insuffisance de l'enrobage des culées et des fûts des piles.



Photo 10 : Insuffisance de l'enrobage des culées et des fûts des piles.



Photo 11 : Présence de fissures longitudinale et transversale sur les fûts.



Photo 12 : Présence de fissures longitudinale et transversale sur les fûts.

3.7.4.3 Solutions proposées

1 Débit : Etant donné que le débit capable de l'ouvrage est insuffisant pour une crue centennale, nous proposons la solution suivante pour le débit permettant de garder le pont en sacrifiant le remblai d'accès en cas de dépassement du débit capable de l'ouvrage:

- Délimiter la zone inondable pour une crue centennale;
- Eliminer et interdire toute construction dans cette zone ;
- Assainir la section de l'ouvrage ;
- Sur l'un des remblais d'accès, construire un drain fragilisant le remblai en le détruisant en cas de risque de submersion de l'ouvrage afin d'éviter son emportement.

2 Superstructure

- Installer des joints de chaussées et trottoirs.
- Remplacer les gargouilles par d'autres plus longues et verticales étanches.
- Démolir les murettes en parpaing qui jouent le rôle de bassin de stagnation des venues des eaux à travers les joints de travées.
- Purger les parements en béton altéré, non adhérent et menaçant de tomber.
- Eliminer toute trace de corrosion des aciers à l'aide d'un nettoyeur haute pression
- Sabler la surface des aciers jusqu'à l'obtention du fer blanc.
- Protéger les aciers traités par une peinture de protection anti-corrosion.
- Ragréer les parties décapées du parement.

3 Infrastructure : La rupture de l'un des fûts porté par une semelle isolée encastrée de 4m en moyenne, peut déstabiliser complètement l'ouvrage. Ceci nous oriente à proposer une solidarisation des fûts de chaque pile.

3.7.5 ETUDE DE LA 2^{EME} PHASE D'EXPERTISE SUR RN (BECO) (8)

3.7.5.1 Causes d'insuffisances des ouvrages et solutions proposées

1 Géométrie des culées : Certains ponts sont conçus avec une largeur des murs en retour relativement faible par rapport à la hauteur des culées causant une mauvaise adaptation de la tête d'ouvrage à la forme du terrain. Il résulte de cette situation des remblais d'accès fragiles :

- Talus du remblai géométriquement instable ;
- Forte sensibilité à l'affouillement accentuée par la pression des terres proportionnelle à la hauteur ;
- Risque d'apparition des fontis touchant une bonne partie de la chaussée menaçant la vie des usagers.

2 Murs de soutènement et murs en ailes : Les murs en aile et les murs de soutènement construits pour la protection des culées et remblais d'accès sont souvent conçus avec des joints de séparation en polystyrène. Les murs conçus de cette manière souffrent de déplacements excessifs : translation latéral et rotation par rapport à la base. On peut solidariser les éléments de soutènement, en adoptant une forme non linéaire du mur de soutènement. Cette forme tridimensionnelle est plus stable et génère moins de déplacements.

3 Qualité du béton : Pour dalots ou buses, la résistance nominale à compression du béton est inférieure à 20 MPa, qualité médiocre des granulats, ségrégation du béton et défaut de dosage. Il faut de gros granulats pour la confection du béton et de bien éloigner les armatures de la surface extérieure du béton afin d'éviter son gonflement et son éclatement par corrosion.

4 Enrobage des armatures : Exiger un enrobage des aciers de 3 à 5 cm pour les parties qui peuvent être en contact avec l'eau ou le sol.

5 Gestion des eaux de ruissèlement sur les ouvrages : Peu de soin à la gestion des eaux de ruissèlement :

Les Gargouilles :

- Parfois absence totale des gargouilles ;
- Obturation des gargouilles
- les gargouilles verticales fonctionnent mieux que gargouilles inclinées souvent obturées ;
- L'utilisation des couverts perforés de tête de gargouille est la cause de son obturation.

Joint de chaussée et trottoirs : Absence de ces joints sur la majorité des ponts.

Bordures de chaussée : Le dysfonctionnement du dispositif d'évacuation des eaux de ruissèlement et l'absence parfois des bordures de chaussée sur l'ouvrage causent généralement des infiltrations dangereuses dans les remblais d'accès à l'ouvrage.

6 Protection des remblais d'accès et des culées : il s'avère que deux procédures dominent :

- Murs de soutènement séparés : ces murs souffrent des déplacements importants.
- Protection en gabion : les protections en gabion sont souvent déstabilisées par manque de portance ou affouillement à leur base. Nous pouvons conclure que la protection uniquement par le gabion est à éviter si le sol d'assise est sensible à l'érosion.

L'amélioration du fonctionnement et de la stabilité des murs en aile et de soutènement peut être obtenue par la solidarisation de ces éléments ainsi que par la forme tridimensionnelle. Concevoir ces murs gabions reposant sur une semelle en béton armé de forme tridimensionnelle permettant d'améliorer leur stabilité en évitant les grandes déformations. Nous recommandons de lui associer un filtre de géotextile de séparation.

7 Implantation désaxée des ouvrages : La conception des piles voiles inclinées génère des affouillements graves en amont de l'ouvrage et réduit le débit capable de l'ouvrage.

8 Affouillements au voisinage des ouvrages: Les affouillements montrent trois types :

- Affouillement du lit de l'oued : Ce type d'affouillement peut entraîner la dénudation partielle ou totale des fondations. La modification du lit de l'oued par extraction des matériaux, dépôts des déchets et présence des débris de l'ancien ouvrage est la cause principale de ce type d'affouillement. Pour protéger les ponts exposés à ce risque, nous proposons la construction des murs seuils d'affouillement en aval de l'ouvrage.
- Affouillement latéral : C'est une caractéristique des oueds particulièrement dans les régions arides et semi arides. Cette action fragilise les culées et remblais d'accès par des affouillements voire même l'emportement des remblais d'accès et du pont. Nous préconisons des murs de soutènement à comportement tridimensionnel et d'éviter l'utilisation des murs en gabion sur sol support exposé à l'érosion.
- Affouillements locaux : La modification de l'écoulement par changement brusque de section, différence de niveaux et présence d'obstacles induit des affouillements locaux. On observe des affouillements locaux autour des piles, et culées mal protégées.

Ces affouillements sont le résultat de désaxement des ouvrages par rapport à l'axe de l'écoulement. Lors de conception des ouvrages : minimiser le maximum le changement brusque de l'écoulement et d'éviter l'implantation désaxée des ouvrages.

9 Dégradation avancée des ouvrages :

- Dégradation sous l'action chimique : Cette dégradation accentuée par les eaux infiltrées à travers les joints de chaussée et trottoirs, touche surtout les chevêtres et les têtes de culées.
- Dégradation liée à la mauvaise qualité du béton et défauts d'exécution : Les ouvrages qui représentent une ségrégation ou un enrobage insuffisant, se dégradent rapidement et en conséquence leur durée de vie est limitée.

10 Débit capable de l'ouvrage insuffisant : Le débit capable 1500 m³ et débit centennal est de 6000 m³. « **L'ouvrage est dans un état précaire à la disparition par des crues centennales.** » .L'idée est de garder le pont en sacrifiant le remblai d'accès :

- Délimiter la zone inondable pour une crue centennale;
- Eliminer et interdire toute construction dans cette zone ;
- Sur l'un des remblais d'accès, construire un drain fragilisant le remblai en le détruisant par érosion en cas de risque de submersion de l'ouvrage afin d'éviter son emportement.

Experts: BENMEBAREK Sadok ; DJEDRI Toufik
BENMEBAREK Naïma ; KHELIFA Tarek

3.8 ETUDE D'EXPERTISE (BET DELTA CONSULT ALGER/2014) (10)

3.8.1 CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET CLIMATOLOGIQUE

3.8.1.1 Précipitations - station de Doucen

Pluies annuelles : L'ajustement à une loi normale des pluies annuelles de la station de Doucen nous montre que les distributions statistiques dans notre région présentent un caractère nettement symétrique. Les pluies annuelles pour différentes fréquences :

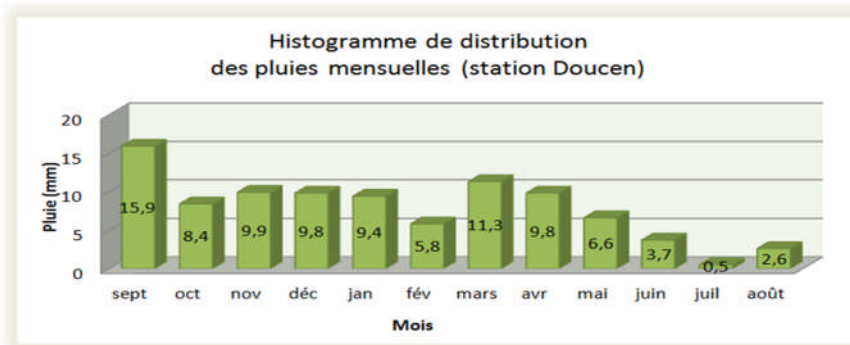
Période de retour	Fréquence	U.Gauss	Doucen
10ans	0,9	1,282	175,1
20ans	0,95	1,645	195,8
50ans	0,98	2,054	219,0
100ans	0,99	2,327	234,4

Pluies Annuelles en mm

Précipitations Mensuelles :

Mois	sept	oct.	nov.	déc.	jan	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août
P en mm	15,9	8,4	9,9	9,8	9,4	5,8	11,3	9,8	6,6	3,7	0,5	2,6
P en %	17,0	8,9	10,5	10,4	10,1	6,1	12,1	10,5	7,1	4,0	0,5	2,8

Répartition des pluies mensuelles station de Doucen



On remarque l'existence d'une saison sèche qui correspond aux mois de juin à août, avec des pluies moyennes mensuelles égales ou inférieures à 4 mm. Les mois les plus arrosés correspondent à la période allant de septembre à avril, ces mois accaparent à eux seuls plus de 80 % des précipitations annuelles. Par contre les mois d'été sont largement déficitaires avec moins de 5% du total annuel pour chaque mois.

Crues d'oued Djeddi : Le bassin versant peut être divisé en deux parties. La partie supérieure appartient à l'Atlas saharien (pluviométrie moyenne annuelle : 250 mm, relief accidenté, affleurement albien). Sur sa partie moyenne et inférieure, la pente du lit d'oued est plus faible, ce qui favorise l'infiltration. Les caractéristiques géologiques diffèrent aussi par rapport à la partie supérieure on y rencontre des roches du pliocène et du miopliocène. La pluviométrie diminue, la pluie moyenne annuelle est entre 150 et 200 mm. L'oued a les caractéristiques des oueds sahariens, crues violentes et infiltration très grande.

Analyse des crues observées : La distribution statistique à une loi de Gumbel des débits max enregistrés à la station hydrométrique de M'lili donne les résultats suivants :

surface à la station en km ²		24200
Fréquence	U.Gumbel	Mlili
0,9	2,250	646,2
0,95	2,970	796,1
0,98	3,902	990,1
0,99	4,600	1135,4

Distribution statistique à une loi de Gumbel des débits max

Au cours de l'année 1969, on a enregistré une hauteur d'eau de 10 m et qui correspond à un débit max de **3000 m³/s**.

Études antérieures : Oued Djeddi au niveau du pont de la RN 3 à Oumeche a un bassin versant d'une superficie de 24 200 km². Les années d'observations disponibles étant jugées insuffisantes pour estimer directement le débit maximum de crue pour la période de retour de 100 ans. Ainsi il a été utilisé la méthode de fréquence tronquée. Il a été déterminé la hauteur d'eau maximum de probabilité 50%, comprise entre 350 et 400 cm. Les débits correspondants ont été calculés avec la formule de Chezy à 300 – 400 m³/s.

Le débit maximum de la crue centennale a été calculé en admettant la loi de Gumbel, dont les deux paramètres sont le coefficient de variation climatique $C_v=1.9$ à la base des résultats des études précédentes et le débit max de 50%. **Q max = 4000 m³/s**. Par ailleurs, il a été utilisé l'abaque de Chaumont qui a donné un débit de crue centennale de : **Q max = 4900 m³/s**. Aussi, il a été calculé le débit centennal avec la formule empirique de Franco et Rodier

S (km ²)	K
24200	3.5

$$Q_{\max} = 4675 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Récapitulatif sur les apports d'oued Djeddi à Oumeche : Les résultats des différentes méthodes utilisées pour l'estimation du débit de la crue centennale.

Méthodes		Oued DJEDDI
		Bv : 24 200 km ²
1	Analyse des crues observées.	3000 (Ourelal)
2	Études antérieures	4000/4900 (Oumeche)

Les résultats obtenus par les différentes méthodes montrent une certaine dispersion. L'abaque de CHAUMONT donne les valeurs les plus élevées, vu qu'il fournit l'enveloppe supérieure. Selon notre estimation les résultats de l'application de la formule de Franco et Rodier fiables pour les grands bassins. Etant donné que les périodes d'observations sont actuellement trop courtes pour estimer avec sécurité les débits de pointe, nous avons

considéré que les résultats de la méthode synthétique et la comparaison avec les bassins voisins sont les plus fiables.

Dans le cas d'oued DJEDDI, considérant sa superficie de grande étendue et ses conditions hydro climatologiques, les résultats des différentes méthodes ne peuvent donner qu'une estimation de l'ordre de grandeur des crues. Une détermination plus exacte pourrait être obtenue à partir des données d'observations beaucoup plus longues. Le débit de la crue centennale considéré pour la zone d'Oumeche est de **4500 m³/s**.

Crue centennale Oued Djeddi à Ouled Djellal

Méthode des débits spécifiques : $Q = Q \text{ jaugé} * A \text{ jaugé} / A$

Q jaugé : Débit du bassin jaugé,

A jaugé : Superficie du bassin jaugé

Débit du bassin jaugé (Oumeche) : 4 500 m³/s

Superficie du bassin jaugé (Oumeche) : 24 200 m²

Superficie du bassin non jaugé jusqu'au niveau de Ouled Djellal: 20 250m²

Q_{max} = 3766 m³/s

Vérification hydraulique de l'ouvrage : Le calcul du débit de saturation de l'ouvrage basé sur les mesure prises sur le site fait ressortir que la section actuelle (reduite par les dépôts de toutes natures) peut évacuer un débit de l'ordre de 2526 m³/s, ce qui est évidemment très insuffisant pour une crue centennale de 3766 m³/s. En dégagant les dépôts, la section sous l'ouvrage permettra d'évacuer un débit de l'ordre de 3900 m³/s. **Le recalibrage de l'oued** sur 30 cm de profondeur permettra de dégager une section sous l'ouvrage suffisante pour évacuer un débit de l'ordre de **4100 m³/s**. La section ainsi obtenue (reconstitution de la section initiale) permettra d'écouler le débit de la crue centennale.

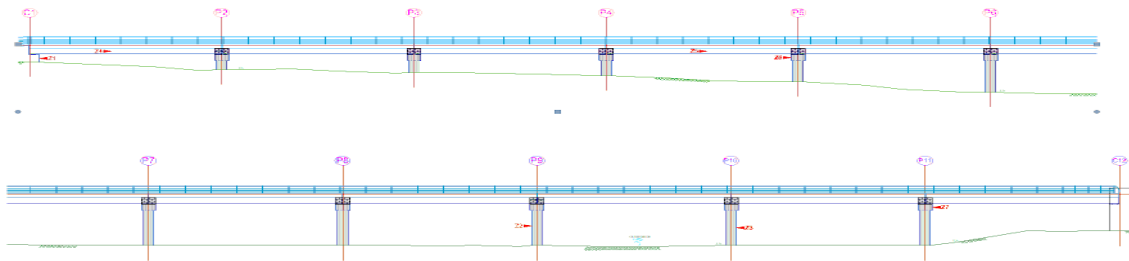


3.8.2 CAMPAGNE D'AUSCULTATION

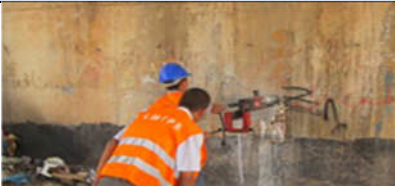



3.8.2.1 Programme d'investigation

Zone	Elément	Carottage	Ultra son	Essai RC	Ep enrobage	Profondeur carbonatation
Z1	Culée C1	*	*	*	*	*
Z2	Fut Pile P9	*	*	*	*	*
Z3	Fut Pile P10	*	*	*	*	*
Z4	Poutre T1	*	*	*	*	*
Z5	Poutre T4		*		*	
Z6	Chevêtre P5		*		*	
Z7	Chevêtre 11		*		*	
Total		4	7	4	7	4

Plan d'intervention



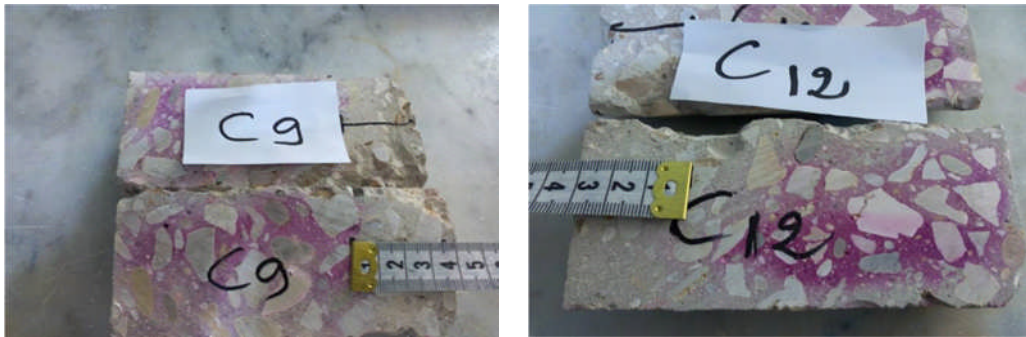
Exécution du carottage

Elément d'ouvrage	Carotte		Photo
	Code de client	Code interne	
Culée C1	Z1	C09	
Pile P9	Z2	C10	
Pile P10	Z3	C11	
Poutre travée 1	Z4	C12	

Résistance à la compression simple

Carotte N°	Element de l'ouvrage	Masse (grs)	Diamètre (cm)	H (cm)	Section (cm ²)	Charge (KN)	Rc (MPa)	Elauceme nt H/d	Rc corrigée (MPa)
C09	Culée C1 - Z1	863	6,3	12,7	31,2	73,669	23,633	2,02	23,68
C10	Pille P9 - Z2	847	6,3	12,1	31,2	57,51	18,449	1,92	18,26
C11	Pile P10 - Z3	860	6,3	12,2	31,2	101,046	32,415	1,94	32,15
C12	Poutre tr 1 - Z4	850	6,3	12,3	31,2	25,76	8,264	1,95	8,21

Profondeur de carbonatation : On mesure le front de coloration du phénolphtaléine sensible au pH, que l'on pulvérise sur une coupe fraîche de béton.



Elément de l'ouvrage	Carotte N°	Carbonatation (mm)
Culée C1 - Z1	C9	40
Pille P9 - Z2	C10	30
Pile P10 - Z3	C11	20
Poutre travée 1 - Z4	C12	30

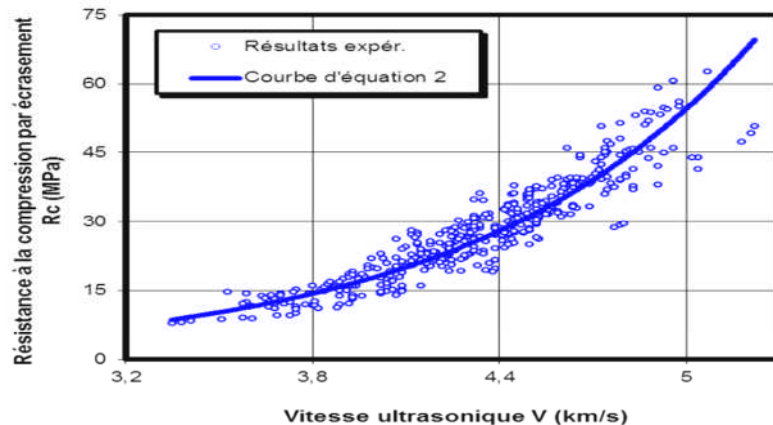
Profondeur d'enrobage : La profondeur d'enrobage a été estimée avec le profoscope, qui en plus de la détection des armatures (pachomètre) et l'estimation du diamètre, permet aussi d'estimer l'enrobage des aciers. Il permet de localiser précisément les aciers **jusqu'à 100 mm** de profondeur (plage de mesure standard) ou **185 mm** (plage de mesure longue). Pour chaque zone, il a été effectué cinq (05) mesures, pour avoir une moyenne de l'enrobage.

Elément de l'ouvrage	Valeur 1 (mm)	Valeur 2 (mm)	Valeur 3 (mm)	Valeur 4 (mm)	Valeur 5 (mm)	Valeur moyenne (mm)
Culée C1 - Z1	68	63	66	59	71	65,4
Pille P9 - Z2	55	49	62	58	60	56,8
Pile P10 - Z3	59	63	62	56	64	60,8
Poutre travée 1 - Z4	36	42	44	48	39	41,8
Poutre travée 4 - Z5	48	45	53	58	40	48,8
Chevêtre Pile 5 - Z6	55	53	61	49	55	54,6
Chevêtre Pile 11 - Z7	51	58	57	60	52	55,6

Essais à l'ultra son : La campagne a concerné l'ensemble des éléments de l'ouvrage (Culée, piles et tablier). Il est présenté ci-dessous un plan d'implantation des essais ultrasoniques. Le tableau présente la résistance à la compression simple du béton des organes de l'ouvrage.

Zone d'essai	Élément de l'ouvrage	Distance entre transducteurs (m)	Temps (µs)	Vitesse de propagation (m/s)	Vitesse de propagation moyenne (m/s)	RC (bar)
Z1	Culée C1	0,3	70,62	4248	4316	250
			69,28	4330		
			68,63	4371		
Z2	Pille P9	0,3	72,05	4164	4052	205
			75,64	3966		
			74,53	4025		
Z3	Pile P10	0,3	67,63	4436	4442	295
			68,67	4369		
			66,36	4521		
Z4	Poutre travée 1	0,3	82,01	3658	3542	110
			86,01	3488		
			86,23	3479		
Z5	Poutre T4	0,3	75,19	3990	4048	205
			72,82	4120		
			74,35	4035		
Z6	Chevêtre P5	0,3	66,34	4522	4529	310
			66,86	4487		
			65,53	4578		
Z7	Chevêtre P11	0,3	67,29	4458	4354	260
			69,83	4296		
			69,64	4308		

La corrélation entre les vitesses de propagation du son dans le béton et les résistances à la compression simple, est tirée d'une courbe expérimentale : une étude en laboratoire faite par BOUKHELKHAL Djamila, université de Médéa et KENAI Saïd de l'université de Blida.



3.8.3 RELEVÉ VISUEL DES DÉGRADATIONS

3.8.3.1 Superstructure

1-La chaussée est dotée de deux (02) trottoirs type dalles en béton reposant sur les bordures, de 1.50 m de longueur chacun, ces derniers sont fortement détériorés. Outre des malfaçons de réalisation, il a été constaté :

- Absence totale de la chape d'étanchéité,
- Délaminage du béton des dalles,
- Encrassement de la partie centrale réservée pour les conduites,
- Dégradation des bordures de trottoir, avec mise à nu des armatures,
- Tassement des trottoirs, en amont de l'ouvrage, de côté Ouled Djellal,
- Dégradation et destruction partielle des corniches à des endroits localisés.

L'encrassement de la partie centrale des trottoirs qui conduit à la stagnation des eaux, en période pluviale, est préjudiciable à la pérennité des matériaux. Plus graves sont les conséquences quand cette humidité atteint les armatures de la dalle.

2- Les barrières sont en bon état. On a constaté, sur des endroits, la détérioration des barrières : déformation de la main courante et sous courante due aux chocs des véhicules, ainsi que le cisaillement des tubes dû au tassement des trottoirs à l'accès de l'ouvrage. Par contre elles ne sont pas adaptées à l'ouvrage, l'espacement excessive entre tubes, n'empêche pas la chute des piétons, d'autant plus c'est l'unique passage entre les deux berges de l'oued.

3- Des fissures transversales de la chaussée, au niveau des culées et des piles, dues à l'absence des joints de chaussée, des infiltrations des eaux et des ruissellements sur les piles et les culées.







4- Dégradation du système d'évacuation des eaux de pluies, il a été constaté :










- Absence totale de la chape d'étanchéité et encrassement du fil d'eau par des gravats,
- Obstruction totale des gargouilles,
- Efflorescences et dégradation du béton de la dalle et prés-dalle au droit des réservations pour gargouilles.

5- Les appareils d'appui étaient inaccessibles, protégés par un mur en parpaing. Par contre sur la culée de côté Biskra, étaient visibles, on a constaté la dislocation entre le caoutchouc et la frette métallique des appareils, c'est due à une augmentation excessive de la température.

6- Des dégradations superficielles de béton et des zones d'efflorescences sous l'emplacement des débouchés des gargouilles.

7- Altération de béton des poutres, au niveau de la culée de côté Biskra, en particulier à l'endroit des d'appui, due à leur exposition au feu.

	
<p><i>Délaminage du béton des dalles et détérioration des bordures</i></p>	<p><i>Tassement différentiel de trottoir et cisaillement des tubes des barrières</i></p>
	
<p><i>Encrassement de la partie centrale</i></p>	<p><i>Destruction partielle de la corniche due probablement au choc des camions</i></p>
<p>1-TROTTOIRS</p>	
	
<p><i>Vue d'ensemble des barrières</i></p>	<p><i>Déformation localisée des barrières</i></p>
<p>2-BARRIÈRES</p>	

	
<p><i>Fissures transversales dans la chaussée l'interface culée -tablier (Absence du joint de chaussée)</i></p>	<p><i>Fissures transversales dans la chaussée l'interface entre deux piles</i></p>
<p>3-FISSURES TRANSVERSALES DANS LA CHAUSSÉE</p>	
	
<p><i>Obstruction totale des gargouilles et encrassement du fil d'eau</i></p>	<p><i>Efflorescences et dégradation du béton de la dalle au droit des réservations pour gargouilles</i></p>
<p>4-SYSTÈME D'ÉVACUATION DES EAUX DE PLUIES</p>	
	
<p><i>5-Dislocation des appareils entre le caoutchouc et métallique</i></p>	<p><i>6 et7-Traces de carbonisation sur l'intrados de tablier</i></p>
	
<p><i>Vue de tablier</i></p>	<p><i>7-Altération de béton</i></p>
	
<p><i>6 et 7-Culée côté Touggourt - Ruissellements anarchiques</i></p>	
<p>SUPERSTRUCTURE</p>	

3.8.3.2 Infrastructure

Les culées

1- Ruissellements anarchiques, des souillures accompagnées d'une porosité excessive et détériorations superficielles de la couche d'enrobage, dues à l'infiltration des eaux à travers des fissures des joints des déplacements (l'absence des joints de chaussée).

2- Des traces de carbonisation sur le mur de front de la culée côté Ouled Djellal nous indiquent l'existence auparavant d'une source de chaleur extrême, qui est susceptible de détériorer la qualité du béton.

Les piles

1- Les chevêtres des piles sont des éléments préfabriqués, posés directement sur les colonnes des piles, ils ne présentent pas de désordres graves. Toutefois, on a observé des traces de ruissellement anarchiques d'eau provenant des joints de tablier et des souillures, par conséquent l'humidité, qui est un agent préjudiciable à la pérennité des matériaux à long terme. En effet, le cycle de séchage et dé-séchage, affecte la qualité de béton et déclenche le processus de corrosion, par suite l'éclatement du béton.

2- Les colonnes sont des éléments coulés en place, sur lesquelles on a constaté :

- Trace des ruissellements anarchiques accompagnés des souillures,
- L'érosion de la couche d'enrobage avec apparition des armateurs corrodés, et plus grave, des fissures horizontales et verticales, avec des ouvertures de fissures variant de quelques dixièmes de millimètres à quelques millimètres, suivant les zones observées.

Egalement, certaines piles qui ont été protégées par un chemisage présentent à nouveau les mêmes désordres. Plus grave encore, des affouillements localisés sous le chemisage, qui accentue l'effet d'érosion des colonnes.



Ruissellements anarchiques et des souillures



Erosion des colonnes jusqu'à apparition des armatures



Fissures verticales



Fissures horizontales



Chemisage des colonnes

Les désordres constatés sur les piles permettent de conclure, dans une première phase, que celles-ci peuvent être à l'origine d'une réaction expansive du béton. Les caractéristiques de leur manifestation suggèrent la présence d'une réaction sulfatique de l'extérieur vers l'intérieur, qui provoque le gonflement du matériau et engendre la fissuration du béton. Sur les colonnes affectées par l'érosion des eaux, les réactions se manifestent clairement par des fissures ouvertes de plus en plus, l'attaque se fait d'abord en surface puis pénètre au cœur du matériau, ce qui témoigne du risque d'apport extérieur en sulfates. Donc les eaux de l'Oued et la nature des sols peuvent être à l'origine d'une source extérieure de sulfates. En effet, les zones les plus atteintes sont celles soumises à l'écoulement, car aux agressions d'origine chimique se rajoutent les actions mécaniques des écoulements qui enlèvent les parties de béton malade, et les actions physiques liées aux cycles séchage mouillage. Cependant, il n'est pas à écarter que la nature des agrégats et de l'eau de constitution du béton peuvent être aussi à l'origine d'un apport interne en sulfates.

3.8.3.3 *Abords*

De côté Biskra, les remblais d'accès sont soutenus par des murs en soutènement d'environ 60 m de longueur, sur lesquelles on a observé :

- Epaufrures de béton de mur de soutènement au niveau de la culée ;
- Tassement de la chaussée et des trottoirs en amont de la culée ;
- Cisaillement / fracture entre le mur de soutènement et la bordure de trottoir, sur toute la longueur, plus graves, le glissement des trottoirs sur les murs.

Ces désordres sont dus à la mauvaise conception et réalisation, en effet, il n'existe pas d'armature de liaison entre les deux. Ce qui rend les barrières de sécurité inefficace en cas de choc de véhicule. Egalement, on a observé l'envasement de lit major de l'oued, sur environ 4 travées (60 m), par des dépôts illicites des terres et des déchets ménagers, en vue d'une extension sur l'oued, on a constaté des bâtis sur ces dépôts. Ce qui réduit la section hydraulique nécessaire pour l'écoulement de l'oued, et rend l'ouvrage vulnérable aux crues.

Du côté Touggourt, les terres sont soutenus par des murs de soutènement en ailes, là encore, on a constaté des dépôts des déchets ménagers avec des traces de carbonisation sur le mur en amont de l'oued, qui témoigne d'existence au pare-avant d'une source de chaleur risquant de dégrader le béton.

L'abandon sur place des éléments de l'ancien passage semi submersible constitue un danger, il risque de heurter l'ouvrage en cas de forte crue ou bien favoriser l'affouillement.



En amont oued



En aval oued

Dégradations des murs de soutènements coté Biskra



Cisaillement / fracture entre le mur de soutènement et le trottoir



Affaissement de la chaussée au droit du remblai d'accès



Dépôt illicite mur de soutènement côté Touggourt en amont de l'oued



En amont oued



En aval oued



Dépôts illicites et quatre travées obstruées par des dépôts de terre et ordures ménagères



Dépôt d'éléments et vestige de l'ancien passage gué semi submersible encore en place

Mur de soutènement

1- Du côté d'Ouled Djellal, les remblais d'accès sont soutenus par des murs en béton armé d'environ 60 m de longueur, sur lesquelles on a observé :

- Epaufrures de béton de mur de soutènement au niveau de la culée,
- Tassement de la chausse et des trottoirs en amont de la culée,
- Cisaillement / fracture entre le mur de soutènement et la bordure de trottoir, sur toute la longueur, plus graves, le glissement des trottoirs sur les murs.

Ces désordres sont dus à la mauvaise conception et réalisation, il n'existe pas d'armature de liaison entre les deux. Ce qui rend les barrières de sécurité inefficace en cas de choc.

2- De côté Touggourt, les terres sont soutenus par des murs de soutènement en ailes, on a constaté : des dépôts des déchets ménagers avec des traces de carbonisation sur le mur en amont d'oued, qui témoigne d'une source de chaleur risquant de dégrader le béton.

3- L'envasement de lit major de l'oued, sur environ 3 travées (45 m), par des dépôts illicites des terres et des déchets ménagers, en vue d'une extension sur l'oued. Ce qui réduit la section hydraulique nécessaire pour l'écoulement , et donc rendre l'ouvrage vulnérable aux crues.

4- Le dépôt d'ancien passage semi submersible constitue un danger, il risque de heurter l'ouvrage en cas de forte crue ou bien favorise l'affouillement.

3.8.4 SYNTHÈSE DES RELEVÉS

La superstructure ne présente aucun signe de dégradation nuisible qui met en cause sa stabilité. Néanmoins, la détérioration d'une partie de ses équipements (trottoirs, les encorbellements, système d'assainissement...etc.) et d'autre partie l'absence des joints de chaussées, peuvent, à terme, porter préjudice au tablier. Par contre, les dégradations au niveau d'infrastructure sont alarmantes, particulièrement les colonnes des piles. C'est la combinaison des plusieurs facteurs, à savoirs:

Réaction expansive du béton : il s'agit des attaques Sulfatiques, d'origine externe et interne au béton, qui provoquent le gonflement du matériau de l'intérieur vers l'extérieur.

En effet, sur les colonnes affectées par l'érosion des eaux, les réactions se manifestent clairement par des fissures ouvertes de plus en plus, l'attaque se fait d'abord en surface puis pénètre au cœur du matériau, ce qui témoigne du risque d'apport extérieur en sulfates. D'autant les eaux d'oued Djeddi sont connues pour leur teneur en sulfates.

En effet, L'analyse chimique effectuée sur les échantillons d'eau de l'Oued Djeddi, montre que l'eau d'oued présente une teneur en sulfates de l'ordre de 3 350 mg/l, soit une agressivité au béton de classe XA2, agressivité chimique modérée, qui provoque des dégradations au béton. D'ailleurs, les zones les plus atteintes sont celles soumises à l'écoulement, car aux agressions d'origine chimique se rajoutent les actions mécaniques des écoulements qui enlèvent les parties de béton dégradé, et les actions physiques liées aux cycles séchage mouillage.

La corrosion des armatures : est une des causes des désordres et de diminution de la capacité portante des structures, les fissures par effet de corrosion sont la manifestation d'une augmentation de volume des armatures. La profondeur de carbonatation est presque égale à l'épaisseur de l'enrobage des aciers, les armatures ne sont plus protégées par la basicité du béton. Le processus de corrosion débute par une phase d'incubation, c'est le temps nécessaire à la pénétration des chlorures et la carbonatation de béton, suivie par une phase de propagation, qui se manifeste par :

- Corrosion des armatures
- Réduction de section
- Réduction de l'adhérence acier/ béton
- Fissuration de la zone d'enrobage
- Apparition des traces de rouille
- Eclatement local du béton

La faible résistance mécanique à la compression simple de béton : Les résultats des essais mécaniques à la compression simple de béton présentent des bonnes résistances, d'ailleurs, confirmés par les résultats des essais ultrason, par contre, la poutre de la première travée de côte Ouled Djellal présente une faible résistance. Le béton peut être d'une qualité médiocre pour de multiples raisons, à savoir :

- Irrégularité de fabrication sur chantier,
- Délais de transport aléatoires depuis une centrale de béton prêt à l'emploi,
- Reprises de bétonnage mal exécutées,
- Mise en œuvre dans des coffrages mal nettoyés,
- Traitements thermiques (montée et/ou descente en température) trop brutaux, ...etc.

Au vu du constat fait sur terrain, la cause prédominante est l'exposition au feu du béton. Un deuxième diagnostic approfondi pour l'ensemble des poutres de la présente travée est à prévoir lors des études d'exécution, afin de rationaliser les mesures de confortement.

3.8.5 PROPOSITION DE SOLUTIONS DE CONFORTEMENT

3.8.5.1 Superstructure

- Dépose des dalles de trottoir,
- Nettoyage du parement destiné à éliminer les souillures et dépôts superficiels de natures diverses et préparation de la superstructure,
- Fourniture et mise en œuvre des gaines à l'intérieur du trottoir,
- Elimination du béton dégradé des trottoirs y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées (brossage, grenailage...),
- Béton de remplissage pour trottoir,
- Remplacement et/ ou réparation des barrières de sécurité endommagées, y compris reconstruction des corniches endommagées,
- Fourniture et mise en œuvre de dispositif de sécurité des piétons sous forme de grillage accroché aux barrières de sécurité,
- Elimination du béton dégradé autour des réservations pour gargouille et reconstitution de béton y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées (brossage, grenailage...),
- Nettoyage du parement destiné à éliminer les souillures de natures diverses y compris élimination du béton dégradé, en sous face de la dalle à l'extrémité des poutres latérales et au niveau des dés d'appuis, ainsi que, reconstitution de béton y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées (brossage, grenailage...),

- Réalisation du caniveau / fil d'eau en asphalte gravillonné,
- Fourniture et mise en œuvre des avaloirs en aciers 0,30 x 0,30 m avec grille et étanchéité,
- Réalisation des joints de chaussées secs entre tablier,
- Fourniture et mise en œuvre des joints de chaussée et trottoir neufs, équipés d'étanchéité en sous face, avec reprofilage du parement de la dalle et protection des armateurs.
- Elimination du béton dégradé de poutres calcinées, y compris reconstitution de béton, dégagement et nettoyage des armatures rouillées (brossage, grenailage...).
- Renforcement des bouts des poutres calcinés par des fibres de carbone.

3.8.5.2 Infrastructure

1 Culée

- Nettoyage du parement destiné à éliminer les souillures et dépôts superficiels de natures diverses y compris démolition des murets en parpaing,
- Colmatage des fissures par injection et/ou calfeutrement avec blocage mécanique,
- Elimination du béton dégradé et reconstitution de béton y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées (brossage, grenailage...),
- Remplacement des appareils d'appuis,
- Protection de béton par un revêtement d'imprégnation,
- Projection des plots parasismiques, et murs masque.

2 Piles

- Nettoyage du parement destiné à éliminer les souillures et dépôts superficiels de natures diverses y compris dépose du mur en parpaing,
- Nettoyage du parement destiné à éliminer les souillures de natures diverses y compris élimination du béton dégradé, des chevêtres, ainsi que, reconstitution de béton y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées (brossage, grenailage...),
- Protection de béton des chevêtres par un revêtement d'imprégnation,
- Elimination de la surcouche de protection, en bas des colonnes, y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées (brossage, grenailage...),
- Renforcement des colonnes des piles par un chemisage en béton armé d'épaisseur 30 cm,
- Réhabilitation des d'èss d'appuis, Nettoyage des appareils d'appuis (Elimination du béton dégradé et reconstitution de béton), et projection des plots parasismiques.

3.8.5.3 Voies d'accès

- Nettoyage du parement destiné à éliminer les souillures de natures diverses y compris élimination du béton dégradé des murs de soutènement, ainsi que la reconstitution de béton y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées (brossage, grenailage...),
- Dépose des trottoirs existants,
- Injection de coulis de ciment à basse pression derrière la culée côté ville d'Ouled Djellal,
- Reprofilage de la chaussée,
- Réalisation surélévation en couronnement des murs et réinstallation des barrières de sécurités,
- Réalisation des trottoirs des plein en gros béton.
- Réalisation du caniveau / fil d'eau en asphalte gravillonné,

3.8.5.4 Aménagement des abords












- Curage de lit de l'oued côté ville d'Ouled Djellal,
- Dégagement des déchets ménagers
- Démolition et évacuation de l'ancien passage semi submersible,
- Réalisation des murs de soutènement en gabion sur la berge côté ville d'Ouled Djellal,


















3.8.6 ESTIMATION DES TRAVAUX

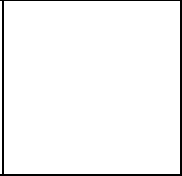


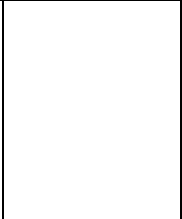


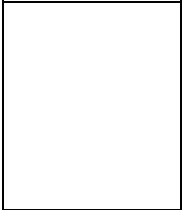
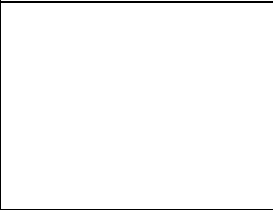


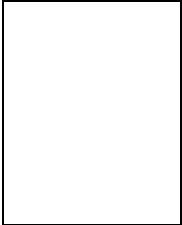
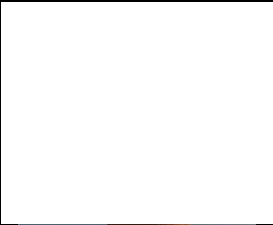





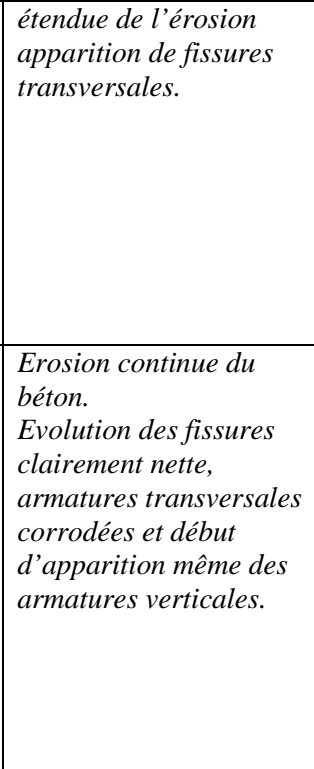
Désignation	Prix (arrondi) Dinars H.T
Opération préliminaires	3 500 000
Terrassement et aménagement de l'oued	9 400 000
Infrastructure	10 500 000
Superstructure	14 000 000
Murs de soutènement et Les accès	5 000 000
TOTAL H.T	42 300 000
TOTAL TTC (ARRONDI)	50 000 000


















Note : (Devis estimatif détaillé : voir annexes)










3.8.7 EVOLUTION DES DEGRADATIONS DE L'ANNÉE 2006 A 2020

ILLUSTRATIONS GRAPHIQUES ET SUIVI DE DEGRADATIONS				
2006/2014/2020				
	BECO-2006	DELTA CONSULT-2014	THEME 2020	OBSERVATIONS
Trottoirs Et corniches				<i>Dégradation avancée des dalles de trottoir et apparition du ferrailage avec arrachement des bordures de trottoir.</i>
				<i>Dégradation avancée des dalles de trottoir et déformation des éléments de garde-corps.</i>
				<i>Evolution des arrachements de béton des dalles.</i>
				<i>Dégradation généralisée des dalles juxtaposées</i>
				<i>Accumulation des tas des ordures en plus, corniches dégradées.</i>
Barrières				<i>Evolution de la dégradation au niveau du garde-corps n'est pas remarquable grâce à l'entretien périodique et la peinture.</i>

				<i>Des lampadaires récemment relaissés. Grade corps entretenus</i>
Joint de chaussée				<i>Les joints de chaussées toujours absents depuis la réalisation du pont en 1991.</i>
				
Système d'évacuation des eaux				<i>Gargouilles obstruées par une couche de revêtement de béton bitumineux et parfois même par des bouteilles. Absences des tuyaux et canalisations (système d'évacuation des eaux).</i>
				<i>Evolution de dégradation clairement nette, et apparition du ferrailage des dalles préfabriquées utilisées comme coffrage perdu pour dalle, à cause des infiltrations des eaux.</i>
Appareil d'appui				<i>Carbonisation existe toujours à causes des fumées.</i>
				
Tablier				<i>Carbonisation du tablier et accumulation croissante des déchets sous tablier.</i>

<p>Les culées</p>				<p><i>accumulation croissante des déchets sous tablier à proximité de la culée côté Touggourt.</i></p>
<p>Les piles</p>				<p><i>Traces blanches au niveau des chevêtres existent toujours.</i></p>
				<p><i>Fissures mouillées au niveau du chevêtre.</i></p>
				<p><i>étendue de l'érosion apparition de fissures transversales.</i></p>
				<p><i>Erosion continue du béton. Evolution des fissures clairement nette, armatures transversales corrodées et début d'apparition même des armatures verticales.</i></p>

				<p>Ici on remarque une évolution lente des fissures horizontales et verticales de point de vie étendue ou gravité. Erosion généralisée et cavitation.</p>
				<p>Evolution des fissures verticales par arrachements et épaufrures des éléments de béton.</p>
				<p>Apparition des armatures, pile côté Touggourt.</p>
				<p>Affouillements au niveau des piles colonnes et phénomènes d'attaques chimiques par les eaux usées après l'année 2014.</p>
				<p>Phénomènes d'érosions continuent progressivement.</p>
<p>Abords</p>				<p>Dégradation continue des murs de soutènement et accroissement des déchets et ordures au niveau des murs de soutènements côté Touggourt, on remarque bien l'apparition de la végétation.</p>
				

			<p><i>Les trois travées côté de la ville Ouled Djellal presque obturées par les déchets et les ordures.</i></p>
			
			<p><i>Les débris de l'ancien gué submersible existent encore, apparition des eaux usées, après 2014.</i></p>
			<p><i>L'ancien gué submersible constitue toujours un obstacle pour l'écoulement des eaux d'oued, plus l'apparition de la végétation causée par les ordures et les eaux usées.</i></p>

3.8.8 LES DESORDRES DE LA SUPERSTRUCTURE ET LES REMÈDES

Les principaux désordres constatés dans notre ouvrage sont :

1-ABSENCE D'ETANCHEITE SUR TABLIER :

Ce qui provoque infiltrations de l'eau, corrosion des aciers et par la suite désagrégation du béton d'où il faut :

- ✓ Prévoir une étanchéité générale.
- ✓ Prévoir un drainage efficace et des descentes d'eau fonctionnelles.
- ✓ Mise en place de gargouilles.

2-ABSENCE D'ETANCHEITE SOUS TROTTOIR :

On constate des infiltrations de l'eau dans le corps de remplissage du trottoir, ce qui a endommagé les poutres de rive. Des traces de calcite et stalactites en sous-face du tablier, corrosion des aciers et éclatements du béton, corniches dégradées. Alors il faut réaliser une étanchéité complète sur l'ouvrage ; avec reconstruction des longrines qui jouent le rôle de contre bordure et d'ancrage des garde-corps.

3-DEFAUT D'ETANCHEITE DES JOINTS DE CHAUSSEE ET DE TROTTOIR ET FUITES ENTRE ELEMENTS PREFABRIQUES DES CORNICHES :

Dans notre cas c'est l'absence totale des joints de chaussées et de trottoirs ainsi que l'absence d'étanchéité du joint de trottoir et de corniches : ce qui a provoqué des infiltrations d'eau et des écoulements importants vers la partie inférieure de la structure notamment les chevêtres et les poutres de rives. Le vieillissement des appareils d'appuis est par ailleurs accéléré. Il faut alors :

- ✓ Prévoir systématiquement des joints étanches.
- ✓ Mettre en place un dispositif de récupération des eaux.
- ✓ Prévoir un fond de joint en mousse et un remplissage des corniches, soit avec un mortier de ciment modifié par des polymères, soit avec des mastics agréés.

4-STAGNATION D'EAU SUR LES TABLIERS ET DEFAUT D'EVACUATION DE L'EAU SOUS LES TABLIERS :

Après les pluies, des flaques d'eau subsistent et le passage des véhicules provoque des projections sur une partie de la structure et de ses équipements. Les causes sont devers :

- Des erreurs d'exécution ou un manque d'entretien peuvent amplifier ces phénomènes :
- Rechargement de la couche de roulement obture les avaloirs;

Ce qui a provoqué :

- Oxydation du garde-corps, des supports divers, les systèmes de fixation, etc.
- Dégradation prématurée des bétons bitumineux de chaussée.

Le système de drainage et d'évacuation des eaux doit être conçu de cette manière :

- ✓ les avaloirs devront être au droit du fil d'eau. Leur décalage sous les trottoirs est fortement déconseillé car il est souvent la cause du ralentissement des évacuations et de difficultés d'entretien;
- ✓ les évacuations à proximité ou sur les chevêtres devront être telles qu'il soit possible de drainer l'eau dans un caniveau et de l'évacuer dans un regard situé en pied de culée. Le tracé des évacuations à travers le tablier sera le plus rectiligne possible en excluant tout coude à 90°;
- ✓ Le diamètre intérieur des tuyaux doit être au minimum de 100 mm.
- ✓ L'absence d'un tuyau en débouché en dessous du tablier entraîne de nombreuses projections d'eau de ruissellement sur les parois de béton situées à proximité. Tous les dispositifs d'évacuation des eaux doivent être raccordés à des tuyaux de collecte.

3.8.9 ANALYSE SOMMAIRE DU PROJET DE RÉPARATION

Comme tout projet de réparation et de renforcement, notre projet repose, sur la mise en œuvre d'une combinaison de plusieurs techniques :

- les traitements de surface : ragréages et injection des fissures ;
- la protection du béton et des armatures ;
- la régénération des matériaux ;
- l'ajout de forces (ou de déformations) ;
- l'ajout de matière.

A-Traitements et réparations de surface :

Dégagement des armatures corrodées, ragréage manuel ou mécanisé avec injection ou calfeutrement des fissures.

B- Protection des ouvrages en béton armé :

Protection des surfaces par coulage du béton autour des colonnes des piles, chevêtres, imprégnation et revêtement des surfaces comme trottoir, piles et culées.

C- Régénération des matériaux et réparation des désordres superficiels :

Si les armatures ne sont pas corrodées, le principe est de mettre la forme géométrique des pièces par ragréages manuels et traitements contre la corrosion des armatures. Les produits utilisés pour la réparation des bétons dégradés sont classés en trois catégories :

- produits et systèmes à base de liants hydrauliques par ajout de polymères;
- produits et systèmes à base de résines synthétiques;
- produits et systèmes mixtes dont le liant actif est constitué à la fois de liant hydraulique et de résines synthétiques.

D-Ajout de forces (ou de déformations) :

Changement des appareils d'appui.

E- Ajout de matière :

- Coulage ou injection de béton ou de mortier pour colonnes piles ;
- Ajout d'armatures pour colonnes piles ;
- Renforcement par collage de tissus composites ; TFC pour les poutres de la travée côté ville Ouled Djellal.

3.8.10 ANALYSE ET SYNTHÈSE DES RELEVÉS (ANNEE 2020)

La superstructure présente quelques signes de dégradations un peu nuisibles, observées au niveau d'infiltration des eaux sous les dalles préfabriquées pour hourdis. Ces infiltrations sont causées bien sûr par l'absence d'étanchéité de trottoir et le manque de joints de chaussées. On constate la détérioration généralisée des équipements (trottoirs, les encorbellements, système d'assainissement...etc.) et une grande partie des corniches ; ces dernières présentent des signes des altérations soit au moment de leur pose, soit après les crues exceptionnelles.

La réalisation du revêtement en béton bitumineux était l'une des causes d'obturation des gargouilles dont les traces témoignent jusqu'aujourd'hui.

Les dégradations observées au niveau d'infrastructure sont alarmantes, particulièrement les piles (chevêtres et colonnes). Les caractéristiques des désordres et la résultante d'une combinaison des plusieurs facteurs, à savoirs:

RGI : Réaction de gonflement interne : Des attaques Sulfatiques, d'origine externe et interne au béton, qui provoquent le gonflement du matériau de l'intérieur vers l'extérieur et engendrent la fissuration du béton on pourra dire que c'est début d'ettringite.

Les effets mécaniques des écoulements des eaux d'oued Djeddi -connues par leurs teneurs en sulfates- se manifestent par des érosions constatées au niveau des piles colonnes, des fissures ouvertes de plus en plus, l'attaque se fait d'abord en surface puis pénètre au cœur du matériau, ce qui témoigne du risque d'apport extérieur en sulfates.

La teneur en sulfates des eaux de l'oued, est de l'ordre de 3 350 mg/l, avec l'existence des eaux usées surtout au niveau des piles centrales, soit une agressivité chimique au béton de **classe XA3** (attaque chimique), environnement à forte agressivité et qui provoque des dégradations majeures avec évolutions plus ou moins rapides au béton. On voit bien que les zones soumises aux eaux usées sont les plus atteintes.

L'action combinée, mécanique, physique et chimique : les actions mécaniques des écoulements enlèvent les parties de béton dégradé, les actions physiques liées aux cycles séchage mouillage et les attaques chimiques des eaux usées ainsi que les tas des ordures existant depuis plusieurs années. La corrosion des armatures est une des causes des désordres et de diminution de la capacité portante des structures. La profondeur de carbonatation est presque égale à l'épaisseur de l'enrobage des aciers.

Seulement la poutre de la première travée de côte Ouled Djellal présente une faible résistance malgré que tout l'ouvrage a été réalisé avec des bétonnières et l'apparition des

centrales à béton à Biskra qu'après l'année 2008 .Le béton peut être d'une qualité médiocre pour de multiples raisons, à savoir :

- Irrégularité de fabrication sur chantier,
- E/C élevé, soit par excès d'eau ou manque de vibration,
- Problème de carbonisation des poutres à cause de la fumée engendrée par les dépôts d'ordures surtout en période d'été,
- Reprises de bétonnage mal exécutées,
- Coulage de béton en temps trop chaud (mois de juillet, Aout),
- Mise en œuvre dans des coffrages mal nettoyés,
- Traitements thermiques (montée et/ou descente en température) trop brutaux, ...etc.

Au vu du constat fait sur terrain, la cause prédominante est l'exposition au feu du béton. Un deuxième diagnostic approfondi pour l'ensemble des poutres de la présente travée est à prévoir lors des études d'exécution, afin de rationaliser les mesures de confortement.

3.8.11 CONCEPTION ET CHOIX DE MATÉRIAUX SELON NORMES

On utilise les normes européennes telles la norme NF EN 206/CN ,les normes NF EN 1504 et la norme algérienne pour choix de ciment adopté.

La norme NF EN 206-1 s'applique au béton destiné aux structures coulées en place, aux structures préfabriquées...et ce depuis le 1er Janvier 2005. Le béton peut être du béton fabriqué sur chantier, du béton prêt-à-l'emploi ou du béton destiné à la préfabrication.

La résistance du béton : la norme européenne introduit des nouvelles classes de résistances qui se substituent aux anciennes désignations B25, B30, etc. et qui sont devenues C25/30, C30/35... lesquelles désormais correspondent aux résistances mesurées sur cylindre pour la première valeur et sur cube pour la seconde. Les valeurs sont exprimées en Mpa.

Anciennes désignations	Nouvelles désignations
B12	C12/15
B16	C16/20
B20	C20/25
B25	C25/30
B30	C30/37

Pour le cas de notre ouvrage ,on peut deduire les classes de resistances en définissant les les classes d'expositions.

Carbonatation: il s'agit d'un milieu avec alternance d'humidité et de sechage, donc c'est la classe **XC4** qui lui correspond une classe de résistance **C25/C30**: pour le béton des chevêtres , poutres et la superstructure.

Attaque aux chlorures autre que marines: le milieu est humide et rarement sec (Oued Djeddi) , donc classe **XD2** qui lui correspond une classe de résistance **C35/45**, pour les colonnes piles puisque les eaux d'oued contiennent des chlorures et une teneur en sulfates de l'ordre de 3 350 mg/l selon les analyses chimiques déjà faites .

Attaque chimique : il s'agit d'une forte agressivité à cause des eaux usées , donc classe **XA3** qui lui correspond une classe de résistance **C40/50**, pour les colonnes piles surtout la partie inferieure.

De ce qui précède on doit utiliser :

- Chevêtres , poutres carbonisées et superstructure :Béton de classe C25/C30;
- Piles colonnes:Béton de classe C40/50.

Selon les normes algeriennes NA234 et NA442, nous avons les trois classes de résistances 32,5 ; classe 42,5 et la classe 52,5. On utilisera alors pour les chevêtres et les poutres: un ciment type **CEM I** ciment portland de **classe 32,5** dont le taux en clinker varie entre 95 et 100 %. Pour les colonnes des piles ,on peut choisir un ciment type **CEMI-SR** , ciment portland résistant aux sulfates de **classe 42,5**.

3.8.12 LES PRINCIPES DE RÉPARATIONS UTILISÉES SELON LA NORME NF EN 1504

N° du principe	Définition du principe	Méthodes sur la base du principe
Principe 4 [SS]	Renforcement structural. Augmentation ou restauration de la portance d'un élément de la structure en béton.	4.1 Ajout ou remplacement d'armatures en acier encastrées ou externes
		4.2 Installation de barres liées entre elles dans des trous préformés ou forés dans le béton
		4.4 Ajout de mortier ou de béton
		4.5 Injection dans les fissures, vides ou interstices
		4.6 Remplissage des fissures, vides ou interstices
Principe 7 [RP]	Préservation ou restauration de la passivité Création des conditions chimiques dans lesquelles la surface de l'armature est maintenue ou retourne à l'état passif	7.1 Augmentation de la couverture de l'armature avec mortier ou béton hydraulique supplémentaire
		7.2 Remplacement du béton contaminé ou carbonaté

Principe6 [RC]	Résistance aux produits chimiques Augmentation de la résistance de la surface du béton aux détériorations par attaque chimique	6.1 Recouvrements ou revêtements
		6.2 Imprégnation
Principe 8 [IR]	Augmentation de la résistivité. Augmentation de la résistivité électrique du béton.	8.1 Limitation de la teneur en humidité par des traitements de surface, des revêtements ou recouvrement

Le cas du **principe 4 (méthode de réparation)** : Renforcement structural surtout, **Méthodes 4.1** et **4.4** pour les piles colonnes ; ajout des armatures externes pour chemisage et ajout du béton d'épaisseur de 30 cm autour des colonnes. Pour la méthode 4.1 il faut tenir compte que l'ajout d'une nouvelle armature aux structures contaminées par des chlorures risque de favoriser l'action électrochimique, il faut assurer alors un bon enrobage des armatures à ajouter. Le cas **Méthodes 7.1** et **7.2** pour les chevêtres et la superstructure ; Augmentation de la couverture de l'armature avec mortier ou béton hydraulique supplémentaire et Remplacement du béton contaminé ou carbonaté. **Les principes 6 et 8** c'est l'utilisation des revêtements utilisés comme couches protectrices des piles colonnes avec les chevêtres.

La norme Européenne définit 4 catégories de mortier de réparation R4, R3, R2, R1. Celles-ci se répartissent en deux groupes : les réparations structurales et non structurales, c'est à dire les applications dans lesquelles le transfert de charge doit être pris en considération dans la conception des caractéristiques de réparation, ou les travaux d'ordre esthétique. En outre, la norme classe les produits de réparation correspondant à chaque type d'application (mortier à haute résistance ou à module d'élasticité élevé et à faible résistance ou à faible module d'élasticité).

Les exigences de performances pour les produits de réparation structurale sont définies dans la norme : Résistance à la compression, pour catégorie R4, ≥ 45 Mpa avec module d'élasticité ≥ 20 GPa; pour catégorie R3, résistance à la compression ≥ 25 Mpa avec module d'élasticité ≥ 15 GPa.

3.8.13 LES SOLUTIONS D'ENTRETIEN ET DE CONFORTEMENT

3.8.13.1 Variantes de confortement

Variante 1 : Renforcement de la pile par des fibres de carbone : Comme dans chapitre 3, cette variante a ses avantages et inconvénients , parmi les inconvénients :

- Nécessité d'une préparation spécifique de la surface de béton à traiter ;
- Fragilité à des chocs directs ;
- Faibles résistances à l'abrasion.

Variante 2 : Renforcement de la pile par chemisage en béton armé : inconvénients :

- Augmentation des sections donc du poids de la structure.
- Transport des matériaux.
- Nécessité de coffrages.
- Mise en œuvre souvent difficile.

3.8.13.2 Analyse multicritères

La 1ere solution : Renforcement de la pile par des fibres de carbone, présente beaucoup d'avantage, mais ces inconvénients sont préjudiciables, en effet, les coques en carbone sont fragiles à des chocs directs et la résine à une faible résistance à l'abrasion. Or, les piles sont sujettes à l'action abrasive de l'eau, pendant les crues. Donc cette solution n'est non plus adaptée à l'environnement de l'ouvrage. Elle est utilisable pour la superstructure comme les poutres et la face inférieure de la dalle.

La 2ème solution : Renforcement de la pile par chemisage en béton armé, c'est la variante retenue et qui présente un compromis entre ces avantages et ces inconvénients, en effet, le chemisage en béton armé est à la fois un renforcement de la structure et une protection contre l'effet abrasif de l'oued.

3.8.14 DESCRIPTION DE LA VARIANTE CHOISIE DE REHABILITATION ET RENFORCEMENT DE L'OUVRAGE

3.8.14.1 Superstructure

- Enlèvement de toutes des dalles de trottoir,
- Nettoyage manuel et préparation du support,
- Fourniture et mise en œuvre des gaines (tuyaux PVC) de diamètre inférieure ou égale à 110mm à l'intérieur du trottoir pour les réseaux divers (AEP, FIBRE OPTIQUE, ECT)
- Elimination du béton dégradé des trottoirs y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées (brossage, grenailage...),
- Béton de remplissage pour trottoir,

- Remplacement et/ ou réparation des barrières (Garde-corps) de sécurité endommagées, y compris reconstruction des corniches endommagés,
- Fourniture et mise en œuvre de dispositif de sécurité des piétons sous forme de grillage accroché aux barrières de sécurité ou modification de conception des barrières,
- Elimination du béton dégradé autour des réservations pour gargouille et reconstitution de béton y compris élimination du béton dégradé, en sous face de la dalle à l'extrémité des poutres, dégagement et nettoyage des armatures rouillées (brossage, grenailage...),
- Réalisation du caniveau / fil d'eau en asphalte gravillonné,
- Fourniture et mise en œuvre des avaloirs en aciers 0,30 x 0,30 m avec grille et étanchéité,
- Réalisation des joints de chaussées et joints secs entre tablier,
- Réalisation des joints de trottoirs et joints pour corniches,
- Mettre une couche d'étanchéité en sous face des joints, avec reprofilage du parement de la dalle et protection des armatures.
- Elimination du béton dégradé de poutres calcinées, y compris reconstitution de béton, dégagement et nettoyage des armatures rouillées (brossage, grenailage...).
- Renforcement des bouts des poutres calcinés par des fibres de carbone.

3.8.14.2 *Infrastructure*

1 Culée

- Nettoyage du parement y compris démolition des murets en parpaing,
- Colmatage des fissures par injection et/ou calfeutrement,
- Elimination du béton dégradé et reconstitution de béton y/c nettoyage des armatures,
- Remplacement des appareils d'appuis,
- Protection de béton par un revêtement étanche d'imprégnation,

2 Piles

- Nettoyage du parement y compris dépose du mur en parpaing,
- Préparation et nettoyage des supports, des chevêtres, ainsi que, reconstitution de béton.
- Protection de béton des chevêtres et colonnes des piles par un revêtement étanche.
- Elimination du la surcouche de protection, en bas des colonnes, y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées et renforcement des colonnes des piles par un chemisage en béton armée d'épaisseur entre 20cm et 30 cm,
- Réhabilitation des dèss d'appuis, Nettoyage des appareils d'appuis (Elimination du béton dégradé et reconstitution de béton), et projection des plots parasismiques.

3.8.14.3 Voies d'accès

- Nettoyage du parement et élimination du béton dégradé des murs de soutènement, ainsi que la reconstitution de béton y/c compris nettoyage des armatures rouillées,
- Dépose des trottoirs existants,
- Injection de coulis de ciment à basse pression derrière la culée côté ville Ouled Djellal.
- Reprofilage de la chaussée,
- Réalisation surélévation en couronnement des murs et réinstallation des barrières de sécurités,
- Réalisation des trottoirs des plein en gros béton.
- Réalisation du caniveau / fil d'eau en asphalte gravillonné,

3.8.14.4 Aménagement des abords

- Curage de lit de l'oued surtout côté ville d'Ouled Djellal,
- Dégagement des déchets ménagers existant en bas des trois (03) travées côté Ouled Djellal et la dernière culée côté Touggourt ;
- Réalisation des déblais en bas de trois dernières travées côté ville Ouled Djellal, ceci pour faciliter l'écoulement des eaux d'oued en cas de crues exceptionnelles centennales,
- Démolition et évacuation de l'ancien passage semi submersible se trouvant à la partie avale de notre ouvrage, radier et la partie supérieure des murs parafouille ; on signale que les murs parafouille ont une profondeur de deux (02) mètres et une épaisseur de 50 cm en béton ordinaire ou en cyclopéen dosé à 250 kg/m³ ; la partie inférieure de ces murs peut servir comme mur protecteur contre affouillements des piles colonnes, en effet les semelles de l'ouvrage sont superficielles,
- Réalisation des murs de soutènement en gabion sur la berge côté ville d'Ouled Djellal,
- En matière d'entretien courant, pour lutter contre l'agressivité des eaux usées, il faut faire des caniveaux à l'aide d'une pelle mécanique ou retro -chargeur pour canaliser les eaux usées loin des colonnes des piles.

3.8.15 ESTIMATION DES TRAVAUX DE CONFORTEMENT

Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire Dinars H.T	Produit HT Dinars H.T
OPERATIONS PRELIMINAIRES				
Installation de chantier	F	1	1 000 000,00	1 000 000,00
Etudes d'exécution	F	1	800 000,00	800 000,00
Laboratoire de chantier	F	1	500 000,00	500 000,00
SOUS-TOTAL 1				2 300 000,00

TERRASSEMENTS				
Déblais pour dégagement des appuis	m3	1560	600,00	936 000,00
Remblais des appuis	m3	1560	500,00	780 000,00
Déblais pour curage de lit de l'oued	m3	5000	600,00	3 000 000,00
Dégagement des déchets ménagers	m3	3000	700,00	2 100 000,00
Démolition et dégagement de l'ancien passage semi submersible	F	1	200 000,00	200 000,00
SOUS-TOTAL 2				7 016 000,00
INFRASTRUCTURE				
PILES				
Nettoyage du parement destiné à éliminer les souillures et dépôts superficiels de natures diverses pour les chevêtres	m2	332	800,00	880 000,00
Dépose mur masque brick / parpaing des chevêtres	m2	165	200,00	33 000,00
Elimination du la surcouche de protection en pieds des colonnes y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées	m2	60	2 000,00	120 000,00
Injection et colmatage des fissures des colonnes	ml	40	3 200,00	128 000,00
Blocage du processus de corrosion par des inhibiteurs de corrosion	m2	332	1 200,00	398 400,00
Coffrage ordinaire pour colonnes	m2	660	500,00	330 000,00
Béton B30 ;(C40/50) pour colonnes	m3	165	20 000,00	3 300 000,00
Aciers HA FeE400 pour colonnes	T	21	110 000,00	2 310 000,00
Bossage blocage latéral antisismique	dm3	5500	40,00	220 000,00
CULEE				
Nettoyage du parement destiné à éliminer les souillures et dépôts superficiels de natures diverses	m2	300	800,00	240 000,00
Elimination du béton dégradé y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées	m2	50	2 000,00	100 000,00
Injection et colmatage des fissures	m2	15	3 200,00	48 000,00
Blocage du processus de corrosion par des inhibiteurs de corrosion	m2	300	1 200,00	360 000,00
Bossage blocage latéral antisismique	dm3	1000	40,00	40 000,00
EQUIPEMENTS				
Remplacement des Appareils d'appuis en élastomère fretté	U	154	50 000,00	7 700 000,00
SOUS-TOTAL 3				15 593 000,00
SUPERSTRUCTURE				
TABLIER				
Elimination du béton dégradé et reconstitution de béton ttes sujétions	m2	250	2 500,00	625 000,00

Nettoyage des poutres calcinées destiné à éliminer les souillures et les traces de carbonisation.	m2	1050	800,00	840 000,00
Elimination du béton dégradé de poutres calcinées, y compris reconstitution de béton, dégagement et nettoyage des armatures rouillées (brossage, grenailage...).	m2	500	3 000,00	1 500 000,00
Renforcement des bouts des poutres calcinées par des fibres de carbone.	m2	20	10 000,00	200 000,00
EQUIPEMENTS				
Nettoyage des trottoirs et élimination du béton dégradé et reconstitution de béton y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées des bordures	ml	360	1 300,00	468 000,00
Dépose et remplacement des corniches dégradés	u	20	30 000,00	900 000,00
Dépose des dalles de trottoir	ml	360	200,00	72 000,00
Dépose des barrières de sécurité endommagées	ml	50	400,00	20 000,00
Béton de remplissage pour trottoirs	m3	90	9 000,00	810 000,00
Fourniture et mise en œuvre des barrières de sécurité	ml	30	12 000,00	360 000,00
Fourniture et mise en œuvre des Fourreaux en PVC de 100 mm de diamètre	ml	1080	300,00	324 000,00
Fourniture et mise en œuvre de dispositif de sécurité des piétons sous forme de grillage accroché aux barrières de sécurité	ml	360	3 000,00	1 080 000,00
Réalisation des joints secs en béton armée entre tablier	ml	90	10 000,00	900 000,00
Fourniture et mise en œuvre des joints de chaussée	ml	30	50 000,00	1 500 000,00
Fourniture et mise en œuvre des joints de trottoir	ml	09	10 000,00	90 000,00
Fourniture et mise en œuvre des avaloirs en aciers avec grille et étanchéité	u	48	8 000,00	384 000,00
Réalisation du caniveau fil d'eau en asphalte gravillonné	ml	360	1 500,00	540 000,00
Couche de protection en revêtement étanche constitué par des polymères organiques pour colonnes, chevêtres et culées.	m2	1312	200,00	262 400
SOUS-TOTAL 4				7 710 400,00
ACCES A L'OUVRAGE				
MS EN BETON ARME				

Nettoyage des trottoirs et élimination du béton dégradé et reconstitution de béton y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées	m2	50	3 000,00	150 000,00
Dépose des dalles de trottoir	ml	120	200,00	24 000,00
Dépose des barrières de sécurité	ml	120	400,00	48 000,00
Dépose des bordures intérieur et extérieur	ml	120	200,00	24 000,00
Injection des remblais a basse pression	m3	5	60 000,00	300 000,00
Reprofilage de la chaussée	ml	30	20 000,00	600 000,00
Surélévation des MS	ml	120	2 500,00	300 000,00
Béton de remplissage pour trottoirs	ml	30	9 000,00	270 000,00
Fourniture et mise en œuvre des bordures	ml	120	1 500,00	180 000,00
Mise en œuvre des barrières de sécurité	ml	120	500,00	60 000,00
Fourniture et mise en œuvre des fourreaux en PVC de 100 mm de diamètre	ml	360	300,00	108 000,00
Fourniture et mise en œuvre de dispositif de sécurité des piétons sous forme de grillage accroché aux barrières de sécurité	ml	120	3 000,00	360 000,00
Fourniture et mise en œuvre des descendes d'eau	u	2	1 000,00	2 000,00
Réalisation du caniveau fil d'eau en asphalte gravillonné	ml	120	1 500,00	180 000,00
MS EN GABION				
Réalisation des Murs de soutènement en gabion	m3	600	3 600,00	2 160 000,00
SOUS-TOTAL 5				4 766 000,00

TABLEAU RÉCAPITULATIF ESTIMATION DE CONFORTEMENT

Désignation	Prix (arrondi) Dinars H.T
Opération préliminaires	2 300 000,00
Terrassement et aménagement de l'oued	7 016 000,00
Infrastructure	15 593 000,00
Superstructure	7 710 400,00
Murs de soutènement et accès	4 766 000,00
TOTAL H.T	37 385 400,00
TOTAL TTC (ARRONDI)	45 000 000

**Le montant total en TTC de travaux de confortement est arrêté à la somme de :
Quarante-cinq millions de dinars algériens.**

CONCLUSION GENERALE

4 CONCLUSION GENERALE

La dégradation des ouvrages est devenue un sujet incontournable, les causes se différencient des régions. Les méthodes classiques adoptées montrent leurs insuffisances et leurs inefficacités. **Il est parfois mieux de construire un nouvel ouvrage que de l'entretenir.**

L'entretien dépend de la nature de l'ouvrage et son historique. Pour les anciens ouvrages, le principe c'est de conserver l'état de l'ouvrage en sauvegardant les matériaux utilisés précédemment, le coût sera un peu important. Par contre pour les nouveaux ouvrages, il faut estimer son montant actualisé, et faire en suite l'analyse des coûts des réparations.

Le patrimoine des ouvrages de la wilaya regroupe différents types d'ouvrages allant des gués submersibles, des buses type Armco et en béton armé jusqu'aux ponts courbes mixtes hyperstatiques avec poutres à inerties variables (les gorges d'El Kantara) ainsi que les ponts en béton précontraint. Durant notre expérience dans le domaine de gestion des projets des travaux publics, notamment les ouvrages d'art, nous avons remarqué plusieurs insuffisances :

- Un manque des moyens de suivi des projets comme les outils d'investigation.
- Pauvreté ou même absence totale des formations professionnelles spécialisées dans le domaine de réhabilitation des ouvrages.
- Défauts de conception et analyses, par exemple un mauvais choix de type d'ouvrage droit ou biais, risque de mettre la structure en dégradation continue par les phénomènes d'affouillements. En cas d'hésitation ; le bon choix c'est de réaliser une pile marteau avec une seule colonne. Les erreurs d'étanchéité sont aussi des défauts de conception.
- Défauts d'exécution surtout les défauts d'enrobage des armatures et coffrage mal soigné. Ces erreurs entraînent la mauvaise qualité, vieillissement et l'altération du béton.
- Défaillances en matière d'entretien et techniques de réparation des ouvrages d'art.
- Pauvreté en matière d'entreprises spécialisées dans le domaine réparation des ouvrages.
- La majorité des ouvrages réalisés avant 1990, répondaient aux spécifications du règlement CCBA68 ; l'enrobage des armatures ne tient pas compte des classes d'expositions de l'ouvrage, c'est ainsi qu'après la naissance de la norme EN 206 et les EUROCODES, où l'épaisseur a été prise en charge.
- Utilisation de la grave roulée dans le béton des buses et dalots.
- E/C élevé et parfois absence de vibreur pendant collage des bétons.

-
- La majorité des anciens ouvrages ont été réalisés à l'aide des bétonnières en l'absence des centrales à béton.
 - Mauvaise gestion des stocks au niveau des bases de vies ; exemple : coffrage amorti.
 - Insuffisance et/ défaillances des études géotechniques.
 - Les effets thermiques ont été pendant longtemps insuffisamment pris en compte, même pour les structures plus récentes. L'utilisation des adjuvants, en éliminant les chocs thermiques et assurer une bonne cure, est la bonne solution pour augmenter la durabilité des constructions, surtout dans le cas de coulage des bétons pendant l'été.
 - Absence et usure de la peinture bitumineuse pour les parties enterrées est l'un des causes de dégradation des structures.
 - Malgré l'utilisation des ciments résistants aux sulfates pour semelles, l'agressivité des sols par la présence des sulfates est le facteur qui influence sur la dégradation des ouvrages en infrastructure ; il faut penser aux revêtements étanches pour semelles.
 - Les remblais derrière culées sont mal compactés surtout à proximité des murs de soutènements et murs frontaux, ce qui provoque des affaissements.
 - Absence/dégradation des joints de chaussées, de trottoirs et joints de corniches ainsi que leurs étanchéités.
 - Les débris et le reste des anciens ouvrages comme les gués submersibles ou semi-submersibles à côté des ouvrages réalisés récemment constitue un vrai obstacle pour l'écoulement libre des eaux, et génère des affouillements autour des piles.
 - Gades corps choisis arbitrairement et ne conviennent pas à l'environnement de l'ouvrage.
 - Les trottoirs type dallettes sont devenues des bassins d'accumulation des eaux pluviales et constituent un vrai danger tant pour la dalle de l'ouvrage aussi que pour les usagers de la route (piétons). Il faut penser à réaliser des trottoirs avec des gaines de réservations en tuyaux PVC enrobés dans béton.
 - Le problème choc (accident) est inévitable, surtout la dégradation des poutres de rives à cause du poids lourd hors gabarit.

La qualité du béton peut être augmentée considérablement par utilisation des bétons de hautes performances (BHP) avec un rapport E/C très bas, sous réserve d'utiliser un super-fluidifiant permettant de préserver une ouvrabilité et une compactibilité satisfaisantes.

A l'échelle mondiale, des prototypes de ponts ont été construits avec un béton à ultra hautes performances possédant une résistance à la compression pouvant aller

jusqu'à 200 MPa. Des ponts ont également été construits avec des matériaux composites, assemblages de résines et de fibres de carbone, pouvant résister à des efforts très élevés.

L'expertise des ouvrages est une discipline qui se base sur une profonde connaissance sur le comportement des matériaux, c'est donc un art qui mérite la même valeur que de celui de construire. Les facteurs de dégradation du béton peuvent être résumés en trois principaux types d'altérations :

- les altérations chimiques : corrosion des aciers, la dissolution de la matrice cimentaire, l'alcali-réaction, la réaction sulfatique interne, la bio détérioration ;
- les altérations mécaniques dues aux surcharges, aux cycles de fatigue ;
- les altérations physiques causées par les chocs, l'abrasion, les cycles gel/dégel...

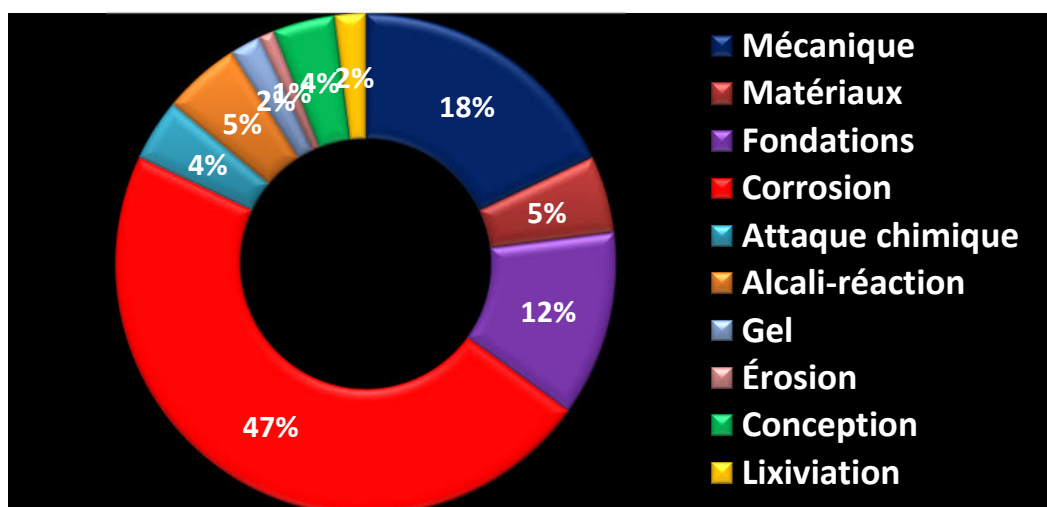
La corrosion des armatures représente la première cause de dégradation des structures en béton, évaluée à 47 % des typologies (source : données Rehabcon – Naar, 2006).

Les principales sources de corrosion des armatures sont liées à deux phénomènes :

- la carbonatation du béton, sous l'effet d'une alternance d'humidité et de séchage ;
- la pénétration des chlorures dans le béton, sous l'action de l'air véhiculant des sels marins, ou bien de sels de déverglaçage.

Ces dommages sont potentiellement aggravés par des défauts d'exécution des bétons, tels que les défauts d'épaisseur d'enrobage des armatures et les défauts de la qualité du béton.

Mécanique	18%	Alcali-réaction	5%
Matériaux	5%	Gel	2%
Fondations	12%	Érosion	1%
Corrosion	47%	Conception	4%
Attaque chimique	4%	Lixiviation	2%



Les défauts mécaniques évalués à 18 %, dus aux problèmes de fatigue, surcharge et les chocs (accidents) sont des causes directes de dégradation de béton des ouvrages.

Les facteurs liés aux erreurs de conception jouent un rôle primordial aussi dans l'influence sur la dégradation des ouvrages, ce qui entraîne en général des dysfonctionnements majeurs du système d'étanchéité qui se traduisent en particulier par des corrosions d'armatures et par la dégradation de certaines structures en maçonnerie. Les erreurs rencontrées lors des investigations des OA peuvent être classées en : (11)

Défauts de mise en place de ferrailage :

- Non-respect- parfois- des plans de ferrailage.
- Mauvaise disposition des armatures : manque de recouvrement et enrobage.

Défauts de malaxage et coulage:

- Un malaxage trop court ;
- Un déchargement lent des malaxeurs à tambour non inclinable qui cause la ségrégation;
- Bétonnage avec hauteur importante avec une forte densité de ferrailage, ce qui provoque la ségrégation et le non homogénéité du béton.

Défauts de coffrage et décoffrage :

- L'absence d'écarteurs de coffrage peut engendrer une insuffisance d'enrobage ;
- Un coffrage qui n'est pas étanche permettant à une partie de ciment de s'échapper ;

Défauts de vibration :

- Une vibration faible peut provoquer des défauts d'homogénéité ;
- Vibration trop forte près des barres de diamètres importants induit la fissuration précoce ;
- Une vibration excessive produira une ségrégation dans les bétons assez fluides ;

Défauts de cure :

- Normalement en climat chaud et sec, les problèmes de durabilité sont rares, et les exigences touchant à la qualité du béton y sont généralement moins sévères, mais la température élevée en été a une action directe sur les ouvrages ;
- La température élevée en été influence sur la vitesse d'hydratation du ciment. Plus la température est élevée, plus la durée d'ouvrabilité et le délai de mis en œuvre du béton frais sont courts. Un bétonnage par temps chaud (température extérieure > 35°C), accélère la prise et diminue rapidement la plasticité du béton et accroît la fissuration après la mise en œuvre ; c'est à ce moment qu'on a le plus besoin d'un mûrissement (cure) convenable ;

-
- L'augmentation de la vitesse d'hydratation du ciment, crée des écarts de températures entre le cœur des pièces coulées et leur surface ce qui augmente la fissuration lors du refroidissement.
 - Fissures dues au : retrait plastique, retrait du au séchage, différences de température et à la combinaison de ces facteurs.
 - L'action de la température sur les matériaux au cours de durcissement (séchage naturel du béton) et les variations de teneur en eau entraînent des variations dimensionnelles anisotropes vraiment importantes, créant des contraintes supérieures à celles dues aux charges d'exploitation, ainsi des fissurations importantes dues au retrait de dessiccation.
 - La baisse des résistances pendant la période des grandes chaleurs (juin, juillet, août et septembre), par perte d'affaissement. Cependant le coulage en été est déconseillé car le béton nécessite davantage d'eau de gâchage (E/C élevé) qu'en hiver et l'eau s'évapore rapidement en laissant les pores à l'intérieur du béton entraînant une baisse de résistance
 - Par temps chaud, la température du béton n'est pas la seule cause de l'évaporation de l'eau de gâchage, car le vent a une influence appréciable : plus la vitesse du vent est élevée, plus l'évaporation de l'eau de gâchage est importante ;
 - Il faut aussi tenir compte de l'humidité relative : plus le taux d'humidité de l'air est bas, plus l'évaporation de l'eau de gâchage est grande.

Il faut en tout prendre des précautions afin d'éviter au maximum des désordres.

« Mieux vaut prévenir que guérir. »

BIBLIOGRAPHIE

5 BIBLIOGRAPHIE

1. **Salim, Hamlaoui.** « *Maintenance, entretien et réparation des ponts*» Thèse magistère ; . s.l. : Thèse magistère université Biskra, 2012.
2. *Érosion autour et en aval d'un cylindre.* **F. LACHAUSSÉE, Y. BERTHO , C. MORIZE,A. SAURET & P. GONDRET.** Lille - France : s.n., 28 Août au 1er Septembre 2017. 23ème Congrès Français de Mécanique. p. 07.
3. **Lacroix, Jean Armand Calgaro et Roger.** « *Pathologie et évaluation des ponts existants*»; . 2012.
4. **Guiraud, Patrick.** « *Les solutions techniques pour la réparation et le renforcement des ouvrages de génie civil en béton*»; . s.l. : Construction Moderne / Annuel Ouvrages d'art., 2011.
5. **Zeid, Joseph Abou.** « *Méthodes de réparation et de protection des ouvrages en béton armé* » ; . Paris ; : ISAE – Cnam Liban Centre du Liban associé au Conservatoire national des arts et métiers, Avril 2016.
6. **Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement.** *Surveillance et entretien courant des ouvrages d'art routiers-Guide technique à l'usage des communes.* PARIS -FRANCE : Collection Connaissances, Septembre 2018.
7. **Lacroix, Jean Armand Calgaro et Roger.** « *Projet de renforcement ou de réparation d'un pont*».
8. **-Biskra, BET BECO Aloui Nacer.** «*Etude d'expertise des ouvrages d'art sur RN*»,. Biskra : s.n., 2006.
9. **Alger, BET Delta-Consult.** «*Etude d'expertise pour les travaux de réhabilitation, de renforcement ou de confortement de l'ouvrage d'art sur oued Djeddi (RN 03 Sud au PK 344+600)*»,. Alger : s.n., 2013.
10. —. « *ETUDE D'EXPERTISE D'UN OUVRAGE D'ART SUR OUED DJEDI, RN 46A AU PK 76+550*»; . Alger : s.n., 2014.
11. **S. HAOUARA, A. GUETTALA.** « *LES FACTEURS D'INFLUENCE SUR LA DÉGRADATION DES OUVRAGES EN BÉTON ARME DANS LA RÉGION DE BISKRA* » ; . Biskra : Université de Biskra, Juin 2005.
12. **STRRES, ÉDITION.** *BÉTON ET MAÇONNERIE 3« Traitements des fissures par injection* » . s.l. : ÉDITION STRRES.
13. —. *BÉTON ET MAÇONNERIE 4 « Protection des bétons »* . s.l. : ÉDITION STRRES.
14. **STRRES, EDITION.** *BÉTON ET MAÇONNERIE 2 « Traitements des fissures par calfeutrement ou pontage et protection localisée ou création d'un joint de dilatation »* ; ÉDITION DU SYNDICAT NATIONAL DES ENTREPRENEURS SPÉCIALISTES DE TRAVAUX DE RENFORCEMENT DE STRUCTURES. s.l. : EDITION STRRES.
15. **Multon., Stéphane.** « *Réactions de gonflement interne au béton : origines et conséquences mécaniques à l'échelle du matériau et de la structure.* ». . s.l. : Université Paul Sabatier -Toulouse 3 , 2016.

16. **travail, Groupe de.** « *Réhabilitation du béton armé dégradé par la corrosion* » ;. 2003.
17. **(C11), Comité technique AIPCR des Ponts et autres Ouvrages routiers.** « *ÉTUDE SUR LES ACTIONS DE REHABILITATION DES PONTS EN BETON* » ;. 2005.
18. **méthodologique, Guide.** *Guide méthodologique « Aide à la gestion des ouvrages atteints de réactions de gonflement interne »* ;. Novembre 2003.
19. **Autoroutes-, LCPC-SETRA -Service d'Etudes Techniques des Routes et.** « *PREVENTION DES PATHOLOGIES COURANTES D'OUVRAGES D'ART* » ;. s.l. : SETRA, Novembre 2003.
20. **BOA68, SETRA Référence.** « *Ouvrages d'art... www.setra.developpement-durable.gouv.fr* » ; n° 68 . s.l. : SETRA, décembre 2013.
21. **TOURNEUR, Christian.** « *Réparations en surface du béton* » ;. jeudi 7 février 2019.
22. **GODART, Bruno.** « *Auscultation et méthodes d'investigation* ».
23. **FRANCE, LCPC.** « *Instruction technique -2e partie-Fascicule 02 Généralités sur la surveillance- Fascicule 13 Appareils d'appui* » ;. 19 octobre 1979. .
24. **d'Art, IQOA : Image de la Qualité des Ouvrages.** « *EQUIPEMENTS ET ELEMENTS DE PROTECTION-CATALOGUE DES DÉSORDRES* » ;. 1996.
25. **AFNOR.** *NORMES NF EN 1504 « 1504-1...1504-10 »* .
26. **Eurocodes.** *NORME NF EN 206-1/CN* ;. Décembre 2012.
27. **LCPC, Guide technique.** « *Protection des bétons par application de produits à la surface du parement* » ;. décembre 2002.
28. **TOUHAMI, Rim RAGOUG.** « *Attaque sulfatique externe des matériaux cimentaires – Impact de différents facteurs âge, composition du liant, présence de chlorures* » ;. s.l. : thèse Doctorat- Université Paris-Est ;, 29 Septembre 2016.
29. **chaussées., Anne Bernard Gely et Jean Armand Calgaro:Ingénieurs en chef des ponts et.** « *Ouvrages d'art, aspect architectural et environnement* » ;.
30. **PUBLICS, MINISTERE DES TRAVAUX.** « *POLITIQUE GOUVERNEMENTALE DANS LE DOMAINE DES TRAVAUX PUBLICS* » ;. Septembre 2015.
31. **KREIT, Amjad.** « *Prolongation de la durée de vie des ouvrages en béton armé* » ;. s.l. : Thèse Doctorat-Université de Toulouse ;, 25 Septembre 2012.
32. **GUIDE IDRRIM : Institut des routes, des rues et des infrastructures pour la mobilité.** « *Inspection détaillée des ouvrages d'art : Comment réussir sa commande?* » ;. s.l. : Thèse Doctorat-Université de Toulouse ;., Juin 2018.
33. **Collection technique, T 41, Groupe d'experts de la FIB, du CERIB, du SNBPE, du SNPB et de CIMBETON.** « *BÉTONS ET OUVRAGES D'ART-Tome 1-Les ponts courants en béton* » ;. septembre 2005.

34. **Groupe d'experts : FIB, CERIB, SNBPE, SNPB ,CIMBETON:Fabrice AGNESINA et all. BÉTONS ET OUVRAGES D'ART-T 41-TOME 1-Les ponts courants en béton.** s.l. : Collection technique Cimebéton, Septembre 2005.

35. **IDRRIM:Institut des routes, des rues et des infrastructures pour la mobilité, Groupe de travail:Bertrand Collin (IMGC / SITES), Pierre Corfdir (Cerema), Pascale Dumez (IMGC / SIXENSE).**
Guide: Inspection détaillée des ouvrages d'art :Comment réussir sa commande ? Juin 2018.

ANNEXES

6 ANNEXES

BANQUE DE DONNEES DES OUVRAGES D'ART

WILAYA DE BISKRA

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS ET DES TRANSPORTS Direction Générale des Infrastructures Direction de l'Entretien des Infrastructures Routières Etat de la surveillance des ouvrages d'art -année 2019								
BANQUE DE DONNEES DES OA DE WILAYA DE BISKRA								
Code OA	Route (RN-CW-CC)	Numéro Route	PK	Localisation	obstacle franchi	Année Construction.	Entreprise de réalisation	Type OA
1	RN	3	319+900	Biskra	Oued Zmor	1991	Sonatro	Dalot /3 ouvert.
2	RN	3	320+600	Biskra	Oued Zmor	1991	Chenraf	Dalot /3 ouvert.
3	RN	3	263+550	EL-KANTARA	O.CHEBABA	1964	BOUSSIRON	PONT POUTRE
4	RN	3	269+450	EL-KANTARA	O.AGHROUM	1964	BOUSSIRON	PONT POUTRE
5	RN	3	282+950	FONTAIN.G, EL-OUTAYA	OUED TAMTAM	1968	SATON	Maçonnerie
6	RN	3	308+600	Branis djamourah	OUED LEMKIMNET	/	/	Maçonnerie
7	RN	31	137+700	Chetma	O. D'roh	1989	MAZOUZI KHELIFA	Dalot
8	RN	31	108+600	Baniane	O. Belahmar	2016	Mounib Issam	Dalot
9	RN	46	271+250	AIN BEN NAOUI	OUED/AIN BEN NAOUI	2004	ENGOA	PONT
10	RN	46	219+400		O. Naam	/	/	Dalot
11	RN	46B	31+850	Commune de TOLGA	oued selga	1991	ZARROUK Mansour	Dalot
12	RN	46B	35+600	Commune de TOLGA	Oued khenizene	1991	ZARROUK Mansour	Dalot
13	RN	78	142+2500	Extramuros KANTARA	OUED ELHAY	1990	SERO-EST (BATNA)	PONT POUTRE en B, A
14	RN	3	264+550	KANTARA	O.CHEBABA	1964	BOUSSIRON	PONT POUTRE
15	RN	46A	76+400	O-Djellal	O. Djeddi	1989	SERO-EST	PONT POUTRE
16	RN	3	290+250	LAAMARA EL-OUTAYA	OUED FELLAG	1970	SATON	PONT POUTRE
17	RN	78	136+100	Extramuros ELKANTARA	OUED ELMALLAH	1992	SERO-EST (BATNA)	Pont à 2 travées en B, A

18	RN	78	137+300	Extramuros ELKANTARA	oued labiadh	1990	ETPB SAHRAOUI	DALOT
19	RN	78	139+100	Extramuros ELKANTARA	/	1990	ETPB SAHRAOUI	DALOT
20	RN	3	343+900	OUMECHÉ	O. Djeddi	1982	SAPTA	P.MIX
21	CW	6	22+200	Sidi Masmoudi	OUED	2010	KHOUBZI	Dalot+ Buses
22	RN	87	121+650	BENI SOUIK/ DJAMORAH	Oued	/	/	Dalot
23	CW	36	08+300	SAADA	O. SAADA	/	/	DALOT
24	CW	36A	3+550	Saada	O. Saada	1986	BEN AKSSA MESOUD	DALOT
25	CC	21	0+050	OULED SID BRANIS	OUED ABDI	/	/	PONT POUTRE
26	RN	3	308+960	Branis Djamourah	passage inf.	/	/	Pont Cadre
27	RN	3	310+500	Branis Djamourah	RN 87	/	/	PONT POUTRE
28	RN	46	259+800	AIN EL KARMA	O. Hassi Zerrari	/	/	O/BUSE 3Ø1000
29	RN	46	261+700	Bordj Nos	OUED Hassi Zerrari	/	/	Dalot+O/B 4Ø600
30	RN	46	262+350	Bordj Nos	OUED Hassi Zerrari	/	/	dalot+O/B 3Ø600
31	RN	46	275+400	BISKRA	O. Zmor	/	/	O/B 12Ø1000
32	RN	46	275+700	BISKRA	O. Zmor	/	/	O/B 12Ø1000
33	RN	46A	78+000	O-Djellal	Oued	1980	EPTP	Dalot
34	RN	83	297+800	Ain Naga	Oued Braz	1994	SERO- EST	PONT POUTRE
35	RN	83	248+100	Z -El Oued	O. El ARAB	1990	SERO /EST	PONT POUTRE/ PRECONTRAIT
36	CC	EX. RN3	/	EX RN03	O. Zmor	1963	/	PONT POUTRE
37	CC	OB 01	/	Centre-ville Biskra	O .sidi zarzour	1983	/	O. busé archè métallique
38	CC	OB 02	/	Centre-ville Biskra	O sidi zarzour	1985	/	O. busé archè métallique
39	CC		/	BLV. Amir Abdelkader	CH de fer	/	/	PONT POUTRE
40	RN	3	322+100	DAIRA DE BISKRA	RN 46 PK 275	1993	SAPTA ALGER	ECHANGEUR PONT POUTRE
41	RN	3	311+400	Col de SFA	oued	/	/	Dalot cadre 01 ouverture
42	RN	3	324+500	BISKRA	EX RN03	2002	SAPTA ALGER	PONT POUTRE
43	RN	3	324+501	BISKRA	C.DE FER	2002	SAPTA ALGER	PONT POUTRE
44	RN	3	324+502	BISKRA	C. DE FER	2002	SAPTA ALGER	PONT POUTRE

45	RN	3	336+100	Ain dabba	Zone inondable	/	/	O.B
46	RN	3	336+300	Ain dabba	Zone inondable	/	/	O.B
47	RN	3	336+500	Ain dabba	Zone inondable	/	/	DALOT
48	RN	3	336+550	Ain dabba	Zone inondable	/	/	DALOT
49	RN	3	336+600	Ain dabba	Zone inondable	/	/	DALOT
50	RN	3	336+900	Ain dabba	Zone inondable	/	/	O.B
51	RN	3	339+400	Ain dabba	Zone inondable	/	/	O.B
52	RN	46	262+600	Bordj Nos	/	/	/	O Busé 3Ø1000
53	RN	87	120+400	BENI SOUIK/ DJAMOURAH	Oued Zmala		/	Dalot
54	RN	87	120+900	BENI SOUIK/ DJAMOURAH	Oued ABDI	/	/	Pont dalle
55	RN	87	133+000	GUEDILLA DJAMOURAH	Oued LEDJDARI		/	Dalot
56	RN	87	135+000	Branis Djamourah	Oued	/	/	Dalot
57	RN	87	135+400	Branis djamourah	Oued	/	/	Dalot
58	RN	87	153+450	BRANIS	O.M'LAGA	/	/	Pont dalle
59	CW	2	01+350	F/HARZLI	Oued	1989	MAZOUZI	Dalot
60	CW	2	14+600	OUALAJA	Oued	1990	MANSOURI	Dalot
61	CW	2	17+500	Z /HAMED	Oued	1989	SELLAOUI	Dalot
62	CC	33	00+800	LIANA	O.EL ARAB	2013	SERO /EST	PONT POUTRE /PRECONTRAIT
63	CC	38	00+700	LIQUA	Oued Djeddi	1998	SAPTA	P.MIX
64	CC	113	07+650	Z -El Oued	Oued	/	/	Dalot
65	RN	31	148+600	VILLE Biskra	Oued Sidi Zarzour	1983	SAPTA ALGER	PONT mixte
66	RN	3	266+950	EL- KANTARA	Oued BOUBIADHA	1992	SERO-EST (BATNA)	PONT POUTRE
67	RN	3	317+100	RN 03	oued	/	/	OA busé
68	RN	3	321+700	O /Zmor	Oued /Zmor	/	/	Dalot cadre 03 ouvertures
69	RN	3	322+600	RN 03	Oued Zmor	/	/	Dalot double 11 ouvertures
70	RN	3	255+550	KANTARA	O.SERDOUN	1964	BOUSSIRON	PONT POUTRE
71	RN	3	263+550	KANTARA	O.CHEBABA	2013	SERO-EST	PONT POUTRE
72	RN	3	264+550	KANTARA	O.CHEBABA	2013	SERO-EST	PONT POUTRE
73	RN	3	271+300	KANTARA		2013	EURL EMID MOUNIB	DALOT
74	RN	3	271+400	KANTARA	O.ELHAY	2011	SAPTA	PONT POUTRE

75	RN	3	282+950	FONTAINE,G, EL-OUTAYA	O.TAMTAM	2011	SAPTA	Mixte
76	RN	3	286+780	Sabaa M'GATAA EL-OUTAYA	OUED ELHAY	2012	SAPTA	PONT POUTRE
77	RN	3	290+250	LAAMARA EL-OUTAYA	OUED FELLAG	2010	SAPTA	PONT PPB
78	RN	3	299+350	OUTAYA	OUED	/	/	DALOT
79	RN	3	299+350	OUTAYA	OUED	/	/	DALOT
80	RN	3	308+600	Branis Djamourah	OUED LEMKIMNET		/	PONT POUTRE
81	RN	3	310+500	Branis Djamourah	RN 87	/	/	Dalot
82	RN	31	118+400	M'chounech	Oued	/	Sahraoui	Dalot Arc (maçonnerie)
83	RN	31	122+800	M'chounech	O.Chouhada	2011	Berhaïel Hocine	Dalot
84	RN	31	124+100	M'chounech	Oued	/	Sahraoui	Dalot Arc
85	RN	31	127+300	M'chounech	O. Lahbel	1991	Ben Aksa	Dalot
86	RN	31	127+400	M'chounech	O. Lahbel	1991	Ben Aksa	Dalot
87	RN	31	106+500	Baniane	Oued	2015	Berhaïel Hocine	O. Busé
88	RN	31	109+600	Baniane	Oued	2015	Berhaïel Hocine	O. Busé
89	RN	31	115+000	Baniane	O. Guettar	2016	Berhaïel Hocine	O. Busé
90	RN	31	115+100	Baniane	O. Guettar	2016	Berhaïel Hocine	O. Busé
91	RN	31	115+400	Baniane	Oued	2016	Berhaïel Hocine	O. Busé
92	RN	31	116+100	Baniane	Oued	2016	Berhaïel Hocine	O. Busé
93	RN	31	138+600	Chetma	Oued Chetma	2016	AYADI MED TOUFIK	Dalot
94	RN	31	143+100	Chetma	O. Chetma	2016	HACHI MALIKA	Dalot
95	RN	31	144+100	Chetma	Oued Chetma	2000	RMADHNA MED LAZHARI	Dalot cadre
96	RN	46	254+600	Bouchagron	Oued koudiet refis	1975	STP TOLGA	PONT POUTRE
97	RN	46	254+600	Bouchagron	Oued koudiet refis	2013	SAPTA	PONT POUTRE
98	RN	46	255+850	Bouchagron	Oued M'lili	1964	PARC DTP BISKRA	Dalot
99	RN	46	256+400	EL HADJEB	O. Hassi Zerrari	/	/	Dalot cadre
100	RN	46	260+950	AIN EL KARMA	OUED Hassi Zerrari	/	/	Dalot
101	RN	46	268+000	EL HADJEB	OUED	/	/	Dalot
102	RN	46	271+250	AIN BEN NAOUI	OUED/AIN BEN NAOUI	2012	SAPTA	PONT
103	RN	46	197+700	Chaiba	O. Sadouri	1961	Boussiron	PONT POUTRE
104	RN	46	200+000	Chaiba	Oued	1961	Boussiron	Dalot
105	RN	46	201+240	Chaiba	Oued	1961	Boussiron	Dalot
106	RN	46	202+730	Chaiba	Oued	1961	Boussiron	Dalot
107	RN	46	203+920	Chaiba	Oued	1961	Boussiron	Dalot
108	RN	46	204+920	Chaiba	Oued	1961	Boussiron	Dalot

109	RN	46	205+500	Chaiba	Oued	1961	Boussiron	Dalot
110	RN	46	207+100	Chaiba	Oued	1961	Boussiron	Dalot
111	RN	46	208+240	Chaiba	Oued	1961	Boussiron	Dalot
112	RN	46	209+660	Chaiba	Oued	1961	Boussiron	Dalot
113	RN	46	212+430	Chaiba	Oued	1961	Boussiron	Dalot
114	RN	46	216+450	Chaiba	Oued	1961	Boussiron	Dalot
115	RN	46	224+980		O. Fallague	/	/	Dalot
116	RN	46	233+100		O. Leghrous	/	/	Dalot
117	RN	46	238+200		O. Foughala	/	/	Dalot
118	RN	46	239+400		O. Foughala	/	/	Dalot
119	RN	46A	75+800	O-Djellal	O. Traifia	1983	EPTP	Dalot
120	RN	46A	79+450	O-Djellal	Oued Diffel	2012	ETPHB Berhaïel	Dalot
121	RN	46A	80+050	O-Djellal	O. Diffel	1980	EPTP	Dalot
122	RN	46A	102+150	Doucen	O. Tamda	1980	EPTP	Dalot
123	RN	46A	103+950	Doucen	O.khafoura	1996	SAPTA	Pont
124	RN	46A	110+950	Chaiba	O. Belbaar	2012	EGTPH Hachi	Dalot
125	RN	46B	50+800	EL-HARCHA	Drainage	2017	/	O.B
126	RN	46B	56+570	Mkhadma	Drainage	2011	SAID OUARDI	O.B
127	RN	78	137+400	Extramuros KANTARA	OUED BOULAOULID	1990 - 1991	SERO-EST (BATNA)	Pont à portique ouverte à 3 travées en B, A
128	RN	78	139+600	Extramuros EL-KNTARA	OUED ELBELL	1991	SERO-EST (BATNA)	Pont Isostatique à une seule travée en B, A
129	RN	83	279+600	AIN NAGA	oued M'enicef	1993	BEN AKSSA MESSOUD	DALOT
130	RN	83	285+500	Ain Naga	O.ElKhadra	1992	SERO- EST	PONT POUTRE
131	RN	83	289+700	Ain Naga	O. Laadhar	1996	SERO- EST	PONT POUTRE
132	RN	83	316+200	Sidi Okba	Oued EL Maleh	2009	KHOBZI A/MADJID	DALOT
133	RN	83	221+750	K-sidi nadji	OUED LAMOUILEH	1992	/	Dalot
134	RN	83	251+000	Z -El Oued	OUED GAUCHTAN	2009	BERHAIL	Dalot
135	RN	83	252+700	Z -El Oued	OUED A/RAHMANE	1992	/	O. Busé
136	RN	83	254+750	Z -El Oued	SAGUIA	1992	/	Dalot
137	RN	83	263+300	Z -El Oued	OUED ELHAGUFE	1990	SERO /EST	PONT POUTRE/ PRECONTRAIT
138	RN	83	274+100	AIN NAGUA	O. TARFA	2002	SAPTA	PONT POUTRE/ PRECONTRAIT
139	RN	83	274+250	AIN NAGA	O. TARFA	1991	KADRI	Dalot
140	RN	83	274+800	AIN NAGUA	CHETIB	1992	KADRI	O. Busé
141	RN	83	250+000	Z -El Oued	SAGUIA GUANAMIA	2012	BOUSEKAR YOUSEF	Dalot
142	RN	87	128+300	DJAMOURAH	Oued	/	/	OB

143	RN	87	128+650	DJAMOURAH	OUED ABDI	/	/	Mixte
144	RN	87	129+500	GUEDILLA	Oued	/	/	Dalot + OB
145	RN	87	130+900	GUEDILLA	Oued	/	/	Dalot
146	RN	87	148+550	BRANIS	O. M'HOR	/	/	Dalot
147	RN	87	150+900	BRANIS	OUED DAR ARROUS	/	/	Dalot
148	RN	121	136+750	EL FEIDH	OUED	1989	MANSOURI	Dalot
149	RN	121	135+250	EL FEIDH	O.L'Aouirje	1989	REZGUI	Dalot
150	RN	121	126+450	EL FEIDH	OUED	2010	OULMI	O. Busé
151	RN	121	118+750	EL FEIDH	OUED	2010	OULMI	O. Busé
152	RN	121	118+350	EL FEIDH	OUED	2010	OULMI	O. Busé
153	RN	121	117+350	EL FEIDH	OUED	2010	MOUNIB	O. Busé
154	RN	121	117+150	EL FEIDH	OUED	2010	MOUNIB	O. Busé
155	RN	121	109+850	EL FEIDH	OUED	2010	MOUNIB	O. Busé
156	CW	2	27+800	Bades	SAGUIA	1989	/	Dalot
157	CW	4	0+546	Sidi Khaled	O. Djeddi	2009	SAPTA	PONT POUTRE
158	CW	4	2+600	Sidi Khaled	O. Ghalissi	1982	EPTP	Dalot
159	CW	4	3+980	Sidi Khaled	Oued	1985	EPTP	O. Busé
160	CW	4	9+650	Sidi Khaled	Oued	1985	EPTP	O. Busé
161	CW	4	24+640	Besbes	Oued Besbes	1985	ZARROUK mansour	Dalot
162	CW	4	25+950	Besbes	Oued	1985	ZARROUK mansour	O. Busé
163	CW	4	26+960	Besbes	Oued	1985	ZARROUK mansour	O. Busé
164	CW	04A	37+500	Ras el-Miad	Oued	1985	ETP Sahraoui	Dalot
165	CW	04A	40+100	Ras el-Miad	Ras el-Miad	1988	ETP Sahraoui	Dalot
166	CW	04A	41+700	Ras el-Miad	Ras el-Miad	1988	ETP Sahraoui	Dalot
167	CW	04A	43+900	Ras el-Miad	Ras el-Miad	1988	ETP Sahraoui	Dalot
168	CW	04A	49+600	Ras el-Miad	Ras el-Miad	1988	ETP Sahraoui	Dalot
169	CW	04A	57+100	Ras el-Miad	Ras el-Miad	1988	ETP Sahraoui	Dalot
170	CW	04B	06+100	Besbes	Besbes	1992	ETR Mounib	Dalot
171	CW	04B	11+800	Ras el-Miad	Oued	1992	ETR Mounib	Dalot
172	CW	04B	24+050	Ras el-Miad	Oued	2011	ETR Mounib	O. Busé
173	CW	04B	31+000	Ras el-Miad	Oued	1993	ETR Mounib	O. Busé
174	CW	5	37+300	Doucen	O. Doucen	2009	ETPHB Berhaiel	Dalot
175	CW	5	38+400	Doucen	O. Tamda	1986	ETPH Mansour	Dalot
176	CW	5	05+500		O. Leghrous	/	/	Dalot
177	CW	5	16+800		O. Boumlih	/	/	Dalot
178	CW	7	09+000	BGHILA	OUED ELHAGUFE	2008	KHOUBZI	Dalot + O. Busé
179	CW	7	10+400	M'Ziraa	Oued	2008	KHOUBZI	Dalot
180	CW	7	16+000	M'Ziraa	Oued fom taraote	2008	KHOUBZI	Dalot

181	CW	7	16+200	M'Ziraa	Oued fom taraote	2008	KHOUBZI	Dalot
182	CW	7	17+000	M'Ziraa	Oued	2008	KHOUBZI	Dalot
183	CW	7	21+900	M'Ziraa	Oued fom lahneche	2009	KHOUBZI	Dalot
184	CW	7	24+300	M'Ziraa	Oued fom lahneche	2009	KHOUBZI	Dalot
185	CW	7	31+400	M'Ziraa	Oued Rommane	2009	KHOUBZI	Dalot
186	CW	7	36+800	M'Ziraa	Oued tadjmout	2009	KHOUBZI	Dalot
187	CW	7	37+300	M'Ziraa	Oued tadjmout	2009	KHOUBZI	Dalot
188	CW	9	2+100	El Haouch	Oued Dhaïet mira	2000	SERO- EST	PONT POUTRE
189	CW	36	16+100	El Haouch	Oued Rakna	2009	AYADI MED TOUFIK	DALOT
190	CW	36	26+500	El Haouch	Oued Bartime	2004	MANSOURI	DALOT
191	CW	36	33+200	El Haouch	Oued Sidi M'Hamed moussa	2001	SAPTA	O. Busé
192	CW	36	37+050	El Haouch	Oued Sidi M'Hamed moussa	1991	ETP Darnouni	DALOT
193	CW	36	37+100	El Haouch	Oued Sidi M'Hamed moussa	1991	ETP Darnouni	DALOT
194	CW	36	08+600	SAADA	O.SAADA	/	/	O. B
195	CW	36A	0+350	El Haouch	O. Tayer Rassou	2012	ENROS	Dalot
196	CW	36A	2+800	El Haouch	O. Saada	2006	SERO- EST	PONT POUTRE
197	CW	36A	4+700	Saada	O. Saada	1984	BEN AKSSA MESOUD	DALOT
198	CW	36A	4+800	Saada	O. Saada	2016	Chebri Said	Dalot
199	CW	36A	5+000	Saada	O. Saada	1984	chenaf a hafid	Dalot
200	CW	36A	5+100	Saada	O. Saada	1984	anfif	Dalot
201	CW	36A	25+100	Sidi Okba	Oued sidi Khalil	2011	Mansouri	Dalot
202	CW	54A	04+680	extramuros Djamourah	O. Guecha	/	/	Pont poutre Mixte
203	CW	54A	06+090	extramuros Djamourah	O. Amendjadj	/	/	Pont poutre Mixte
204	CW	54A	06+415	extramuros Djamourah	O. DaKhlet labtam	/	/	Pont poutre Mixte
205	CW	54A	08+018	extramuros Djamourah	O. m'guisem el-mhimer	/	/	Dalot

206	CW	60	01+840	O-Djellal	O. Lassel	1998	SAPTA	PONT POUTRE
207	CW	60	18+600	Besbes	Oued	2001	ETR Mounib	Dalot
208	CW	60	25+650	Besbes	Oued	2002	ETR Mounib	O. Busé
209	CW	60	26+700	Besbes	Oued	2002	ETR Mounib	Dalot
210	CW	60	28+600	Besbes	Oued	2002	ETR Mounib	O. Busé
211	CW	60	30+200	Besbes	Oued	2002	ETR Mounib	O. Busé
212	CW	60	30+900	Besbes	Oued	2002	ETR Mounib	O. Busé
213	CW	60	32+900	Besbes	Oued	2002	ETR Mounib	O. Busé
214	CW	60	51+500	Besbes	Oued	2002	ETR Mounib	O. Busé
215	CW	60	62+100	Ras el-Miad	Oued	2008	ETR Mounib	O. Busé
216	CW	60	84+400	Ras el-Miad	Oued	2008	ETR Mounib	O. Busé
217	CW	60	87+200	Ras el-Miad	Oued	2008	ETR Mounib	O. Busé
218	CW	60	87+400	Ras el-Miad	Oued	2008	ETR Mounib	O. Busé
219	CW	60	87+850	Ras el-Miad	Oued	2008	ETR Mounib	O. Busé
220	CW	60	88+400	Ras el-Miad	Oued	2008	ETR Mounib	O. Busé
221	CW	60	89+100	Ras el-Miad	Oued	2008	ETR Mounib	O. Busé
222	CW	60	89+250	Ras el-Miad	Oued	2008	ETR Mounib	O. Busé
223	CW	60	89+450	Ras el-Miad	Oued	2008	ETR Mounib	O. Busé
224	CW	60	89+950	Ras el-Miad	Oued	2008	ETR Mounib	O. Busé
225	CW	60	90+050	Ras el-Miad	Oued	2008	ETR Mounib	O. Busé
226	CW	60	91+050	Ras el-Miad	Oued	2008	ETR Mounib	O. Busé
227	CW	60	91+700	Ras el-Miad	Oued	2008	ETR Mounib	O. Busé
228	CW	60	91+950	Ras el-Miad	Oued	2008	ETR Mounib	O. Busé
229	CW	60	92+950	Ras el-Miad	Oued	2008	ETR Mounib	O. Busé
230	CW	60	107+000	Besbes	Oued	2001	ETR Mounib	Dalot
231	CW	61	33+350	Doucen	Oued	1989	EIRTP	Dalot
232	CW	61	37+400	O-Djellal	Oued	1989	EIRTP	Dalot
233	CW	61	38+600	O-Djellal	Oued	1989	EIRTP	Dalot
234	CW	61	43+900	O-Djellal	Oued	1989	EIRTP	Dalot
235	CW	61	46+350	O-Djellal	Oued	1989	EIRTP	Dalot
236	CW	61	48+350	O-Djellal	Oued	1989	EIRTP	Dalot
237	CW	61	50+200	O-Djellal	O. Diffel	2012	EMID Mounib	Dalot
238	CC	12	5+590	Route Béni Brahim	Oued	/	/	O busé
239	CC	12	6+900	Route Béni Brahim	Oued	/	/	Dalot
240	CC	15	00+060	KANTARA	O.ELHAY	1988	SERO-EST	PONT POUTRE
241	CC	24	5+300	Sidi Okba	O. Garta	2006	SAPTA	O. Busé
242	CC	29	3+800	M'chounech	O. Labiod	2012	Saidi Samir	O. Busé
243	CC	49	04+600	Chaiba	Oued	1992	EPTP	Dalot
244	CC	49	08+000	Chaiba	Oued	1999	ETR Mounib	Dalot
245	CC	49	08+800	Chaiba	Oued	1992	EPTP	Dalot
246	CC	49	09+200	Chaiba	Oued	1996	ETR Maatallah	Dalot
247	CC	49	11+000	Chaiba	Oued	2000	ETR Mounib	Dalot
248	CC	49	17+500	Chaiba	Oued	1997	ETR Mounib	Dalot
249	CC	49	18+000	Chaiba	Oued	2012	EGTPH Hachi	Dalot

250	CC	57	03+000	M'Ziraa	OUED	2015	Abdi Abdelali	Dalot
251	CC	57	09+600	M'Ziraa	OUED	2015	Mounib Issam	Dalot
252	CC	57	09+800	M'Ziraa	OUED	2015	Chebri Said	Dalot
253	CC	74	02+400	Doucen	Oued	1987	ETBH Benalia	Dalot
254	CC	80	00+700	Chaiba	O. Diffel	1986	ETPH Zaroug	Dalot
255	CC	80	15+900	Chaiba	O. Diffel	1986	ETPH Zaroug	Dalot
256	CC	86	02+500	Besbes	Oued	/	/	Dalot
257	CC	108	5+000	M'chounech	Oued	2015	Berhaïel Hocine	Dalot
258	CC	108	6+200	M'chounech	Oued Hebana	2015	Berhaïel Hocine	Dalot
259	CC	113	02+900	Z -El Oued	OUED	/	/	O. Busé 17Ø 800
260	CC	219	00+900	Chaiba	O. Diffel	2006	EGTPH Nouis	O. Busé
261	CC	219	01+500	Chaiba	O. Diffel	2006	EGTPH Nouis	O. Busé
262	CC	219	03+000	Chaiba	Oued	2006	EGTPH Nouis	O. Busé
263	CC	219	03+300	Chaiba	Oued	2006	EGTPH Nouis	O. Busé
264	CC	219	04+100	Chaiba	Oued	2006	EGTPH Nouis	O. Busé
265	CC	219	14+300	Chaiba	Oued	2006	EGTPH Nouis	O. Busé
266	CC	219	16+500	Chaiba	Oued	2006	EGTPH Nouis	O. Busé
267	CC	219	17+100	Chaiba	Oued	2006	EGTPH Nouis	O. Busé
268	CC	219	19+200	Chaiba	Oued	2006	EGTPH Nouis	O. Busé
269	CC	219	22+120	Chaiba	Oued	2006	EGTPH Nouis	O. Busé
270	CC	219	22+280	Chaiba	Oued	2006	EGTPH Nouis	O. Busé
271	CC	219	31+100	Chaiba	Oued	2006	EGTPH Nouis	O. Busé
272	CC	219	33+600	Chaiba	Oued	2006	EGTPH Nouis	O. Busé
273	CC	22B	1+300	KANTARA	OUED BOUBAYA DHA	Epoque coloniale	/	Pont en B, A
274	CC	EX RN3	/	EX RN03	O. Zmor	/	/	PONT POUTRE
275	CC		/	Blvrd F. OUED	C. de fer	/	/	PONT POUTRE nouveau OA
276	CC		/	Blvrd F OUED	C.de fer	/	/	PONT POUTRE ancien OA
277	CC		/	Biskra centre-ville	C. de fer	2004	/	Passage inferieur ch. de fer
278	CC		/	Biskra	O. sidi zarzour	/	SAPTA	PONT POUTRE
279	CC	X	/	GIRATOIRE CW 61A OURLAL	O. Djeddi Ourlal	2010	SERO-EST	B.P
280	CC	X	/	GIRATOIRE CW 61A OURLAL	O. Djeddi Ourlal	2012	ETPH	O. B
281	CC		00+800	EL FEIDH	OUED	/	/	O. B 15Ø 1000
282	CC		01+350	EL FEIDH	OUED	/	/	Dalot

283	CC	53	1+400	Besbes	Oued	1992	EGTPH Hachi	O. Busé
284	CC	53	1+420	Besbes	Oued	1992	EGTPH Hachi	O. Busé
285	CC	53	6+400	Besbes	Oued	1992	EGTPH Hachi	O. Busé
286	CC	53	13+700	Besbes	Oued	1992	EGTPH Hachi	O. Busé
287	CC	53	20+000	Besbes	Oued Tell	2012	EGTPH Hachi	O. Busé
288	CC	53	22+800	Besbes	Oued	2012	EGTPH Hachi	O. Busé
289	CC	53	22+810	Besbes	Oued	2012	EGTPH Hachi	O. Busé
290	CC	53	22+820	Besbes	Oued	2012	EGTPH Hachi	O. Busé
291	CC	53	27+200	Besbes	Oued	2012	EGTPH Hachi	O. Busé
292	CC	2	00+200	/	O. Leghrous	/	/	Dalot
293	CC	11	00+500	/	O. Foughala	/	/	Dalot
294	CC	11	01+300	/	O. Foughala	/	/	Dalot
295	CC	11	05+800	/	O. Leghrous	/	/	Dalot

BANQUE DE DONNEES DES PONTS / WILAYA DE BISKRA

1	RN	3	263+550	KANTARA	O.CHEBABA	1964	BOUSSIRON	PONT POUTRE
2	RN	3	269+450	KANTARA	O.AGHROM	1964	BOUSSIRON	PONT POUTRE
3	RN	3	282+950	FONTAINE G, EL- OUTAYA	OUED TAMTAM	1968	SATON	Maçonnerie
4	RN	3	308+600	Branis Djamourah	OUED LEMKIMNET	/	/	Maçonnerie
5	RN	46	271+250	AIN BEN NAOUI	OUED/AIN BEN NAOUI	2004	ENGOA	PONT
6	RN	78	142+2500	Extramuros KANTARA	OUED ELHAY	1990	SERO-EST (BATNA)	PONT POUTRE en B, A
7	RN	3	264+550	KANTARA	O.CHEBABA	1964	BOUSSIRON	PONT POUTRE
8	RN	46A	76+400	O-Djellal	Oued Djeddi	1989	SERO-EST	PONT POUTRE
9	RN	3	290+250	LAAMARA EL-OUTAYA	OUED FELLAG	1970	SATON	PONT POUTRE
10	RN	78	136+100	Extramuros ELKANTARA	OUED ELMALLAH	1992	SERO-EST (BATNA)	Pont à 2 travées en B, A
11	RN	3	343+900	OUMECHÉ	O. Djeddi	1982	SAPTA	P.MIX
12	CC	21	0+050	OULED SID BRANIS	OUED ABDI	/	/	PONT POUTRE
13	RN	3	308+960	Branis Djamourah	passage inf.	/	/	Pont Cadre
14	RN	3	310+500	Branis Djamourah	RN 87	/	/	PONT POUTRE
15	RN	83	297+800	Ain Naga	Oued Braz	1994	SERO- EST	PONT POUTRE
16	RN	83	248+100	Z -El Oued	O. EL ARAB	1990	SERO /EST	PONT POUTRE/ PRECONTRAIT
17	CC	EX : RN3	/	EX RN03	O. Zmor	1963	/	PONT POUTRE

18	CC		/	BLV. Amir Abdelkader	C.de fer	/	/	PONT POUTRE
19	RN	3	322+100	DAIRA DE BISKRA	RN 46 PK 275	1993	SAPTA ALGER	ECHANGEUR PONT POUTRE
20	RN	3	324+500	BISKRA	EX RN03	2002	SAPTA ALGER	PONT POUTRE
21	RN	3	324+501	BISKRA	C. DE FER	2002	SAPTA ALGER	PONT POUTRE
22	RN	3	324+502	BISKRA	C.DE FER	2002	SAPTA ALGER	PONT POUTRE
23	RN	87	120+900	BENI SOUIK/ DJAMOURAH	O. ABDI	/	/	Pont dalle
24	RN	87	153+450	BRANIS	O. M'LAGA	/	/	Pont dalle
25	CC	33	00+800	LIANA	O.LAARAB	2013	SERO /EST	PONT POUTRE /PRECONTRAIT
26	CC	38	00+700	LIQUA	O. Djeddi	1998	SAPTA	P.MIX
27	RN	31	148+600	VILLE Biskra	OUED Sidi Zarzour	1983	SAPTA ALGER	PONT mixte
28	RN	3	266+950	EL- KANTARA	OUED BOUBIADHA	1992	SERO-EST (BATNA)	PONT POUTRE
29	RN	3	255+550	KANTARA	O.SERDOUN	1964	BOUSSIRON	PONT POUTRE
30	RN	3	263+550	KANTARA	O.CHEBABA	2013	SERO-EST	PONT POUTRE
31	RN	3	264+550	KANTARA	O.CHEBABA	2013	SERO-EST	PONT POUTRE
32	RN	3	271+400	KANTARA	O.ELHAY	2011	SAPTA	PONT POUTRE
33	RN	3	282+950	FONTAINE, G, EL-OUTAYA	O.TAMTAM	2011	SAPTA	Mixte
34	RN	3	286+780	Saba M'GATAA EL-OUTAYA	OUED ELHAY	2012	SAPTA	PONT POUTRE
35	RN	3	290+250	LAAMARA EL-OUTAYA	OUED FELLAG	2010	SAPTA	PONT PPB
36	RN	3	308+600	Branis Djamourah	OUED LEMKIMNET		/	PONT POUTRE
37	RN	46	254+600	Bouchagron	Oued koudiet refis	1975	STP TOLGA	PONT POUTRE
38	RN	46	254+600	Bouchagron	Oued koudiet refis	2013	SAPTA	PONT POUTRE
39	RN	46	271+250	AIN BEN NAOUI	OUED/AIN BEN NAOUI	2012	SAPTA	PONT
40	RN	46	197+700	Chaiba	O. Sadouri	1961	Boussiron	PONT POUTRE
41	RN	46A	103+950	Doucen	O.khafoura	1996	SAPTA	Pont
42	RN	78	137+400	Extramuros KANTARA	OUED BOULAOUID	1990 - 1991	SERO-EST (BATNA)	Pont à portique ouverte à 3 travées en B, A
43	RN	78	139+600	Extramuros EL-KNTARA	OUED ELBELL	1991	SERO-EST (BATNA)	Pont Isostatique à une seule travée en B, A
44	RN	83	285+500	Ain Naga	O.ElKhadra	1992	SERO- EST	PONT POUTRE
45	RN	83	289+700	Ain Naga	O. Laadhar	1996	SERO- EST	PONT POUTRE

46	RN	83	263+300	Z -El Oued	OUED ELHAGUFE	1990	SERO /EST	PONT POUTRE/ PRECONTRAIT
47	RN	83	274+100	AIN NAGA	O.TARFA	2002	SAPTA	PONT POUTRE/ PRECONTRAIT
48	RN	87	128+650	DJAMOURAH	OUED ABDI	/	/	Pont Mixte
49	CW	4	0+546	Sidi Khaled	O. Djeddi	2009	SAPTA	PONT POUTRE
50	CW	9	2+100	El Haouch	Oued Dhaïet mira	2000	SERO- EST	PONT POUTRE
51	CW	36A	2+800	El Haouch	O. Saada	2006	SERO- EST	PONT POUTRE
52	CW	54A	04+680	Extramuros Djamourah	Oued Guecha	/	/	Pont poutre Mixte
53	CW	54A	06+090	Extramuros Djamourah	Oued Amendjadj	/	/	Pont poutre Mixte
54	CW	54A	06+415	Extramuros Djamourah	O. DaKhlet labtam	/	/	Pont poutre Mixte
55	CW	60	01+840	O-Djellal	O. Lassel	1998	SAPTA	PONT POUTRE Mixte
56	CC	15	00+060	KANTARA	OU.ELHAY	1988	SERO-EST	PONT POUTRE
57	CC	22B	1+300	KANTARA	OUED BOUBAYA DHA	Epoqu e coloni al	/	Pont en B, A
58	CC	EX RN3	/	EX RN03	O. Zmor	/	/	PONT POUTRE
59	CC		/	Blvrd F OUED	C. de fer	/	/	PONT POUTRE nouveau OA
60	CC		/	Blvrd F OUED	C.de fer	/	/	PONT POUTRE ancien OA
61	CC		/	Biskra centre-ville	c. de fer	2004	/	Passage inferieur ch. de fer
62	CC		/	Biskra	O sidi zarzour	/	SAPTA-ALGER	PONT POUTRE
63	CC	X	/	GIRATOIRE CW 61A OURLAL	O. Djeddi Ourlal	2010	SERO-EST BATNA	B.P
64	CC	X	/	GIRATOIRE CW 61A OURLAL	O. Djeddi Ourlal	2012	ETPH	O. B

RECAPITULATIF

	NOMBRE DES PONTS
RN	43
CW	07
CC	14
TOTAL (U)	64

En comptant les ouvrages récemment achevés et ceux qui sont en cours de construction, le nombre de ponts va atteindre **68 ponts**, quatre (04) ouvrages à ajouter :

- 1 /Pont (viaduc) au niveau des gorges d'el KANTARA ; SAPTA
- 2 /4eme pont dédoublé sur oued sidi zarzour/ ville de BISKRA ; SAPTA
- 3 /Pont passage supérieur RNO3 ; SERO-EST
- 4 /Pont M'chounech ; SERO-EST

CONSTRUCTION D'UN PONT EN BETON ARME SUR RN 46A O.DJEDDI
DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF-1989-

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	P. Unitaire	Montant
FORFAIT					
1	Etude	F	1	100 000,00	100 000,00
2	Installation de chantier	F	1	360 000,00	360 000,00
TERRASSEMENT					
3	Fouilles pour fondation	M3	5450	150,00	817 500,00
4	Dressement de fonds de fouilles	M2	830	100,00	83 000,00
5	Remblais de fouilles	M3	1170	80,00	93 600,00
6	P.V terrassement dans l'eau	M3	900	60,00	54 000,00
7	P.V terrassement rocheux	M3	0	450,00	0,00
BETON					
8	Béton pour fondation	M3	1600	1 200,00	1 920 000,00
9	Béton pour semelles, piles et culées	M3	1350	1 500,00	2 025 000,00
10	Béton pour tablier	M3	1200	1 500,00	1 800 000,00
11	P.V pour utilisation ciment HTS	M3	2700	300,00	810 000,00
12	P.V pour transport d'agrégats	M3/KM	24700	3,00	74 100,00
COFFRAGE					
13	Coffrage ordinaire semelles	M2	1650	200,00	330 000,00
14	Coffrage plan pour appui	M2	1750	280,00	490 000,00
15	Coffrage soigné tablier	M2	5980	300,00	1 794 000,00
16	Coffrage courbé	M2	0	450,00	0,00
17	Échafaudage	F	0	0,00	0,00
ACIER					
18	Acier à haute adhérence	KG	399000	11,00	4 389 000,00
FOURNITURE, POSE ET REGLAGE					
19	Chape sur ouvrage	M2	1882	50,00	94 100,00
20	Joints de chaussée	ML	42	500,00	21 000,00
21	Bordures de trottoir	ML	810	200,00	162 000,00
22	Corniches	ML	537	600,00	322 200,00
23	Dallettes de trottoir	ML	810	200,00	162 000,00
24	Garde-corps	ML	762	1 000,00	762 000,00
25	Appareils d'appui	U	224	1 000,00	224 000,00
26	Barbacanes	U	65	300,00	19 500,00
27	Gargouilles	U	30	500,00	15 000,00
28	Peinture bitumineuse	M2	1300	60,00	78 000,00

MONTANT= 17 000 000,00

(DIX SEPT MILLIONS DINARS ALGERIENS)

NOTE: Quantité =0 veut dire PM (Pour Mémoire)

CONSTRUCTION D'UN PONT EN BETON ARME SUR RN 46A O.DJEDDI
DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF ACTUALISE-2020-

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	P. Unitaire	Montant
FORFAIT					
1	Etude	F	1	2 000 000,00	2 000 000,00
2	Installation de chantier	F	1	4 000 000,00	4 000 000,00
TERRASSEMENT					
3	Fouilles pour fondation	M3	5450	400,00	2 180 000,00
4	Dressement de fonds de fouilles	M2	830	400,00	332 000,00
5	Remblais de fouilles	M3	1170	500,00	585 000,00
6	P.V terrassement dans l'eau	M3	900	200,00	180 000,00
7	P.V terrassement rocheux	M3	0	3 000,00	0,00
BETON					
8	Béton pour fondation	M3	1600	20 000,00	32 000 000,00
9	Béton pour semelles, piles et culées	M3	1350	25 000,00	33 750 000,00
10	Béton pour tablier	M3	1200	25 000,00	30 000 000,00
11	P.V pour utilisation ciment HTS	M3	2700	5 000,00	13 500 000,00
12	P.V pour transport d'agrégats	M3/KM	24700	100,00	2 470 000,00
COFFRAGE					
13	Coffrage ordinaire semelles	M2	1650	2 000,00	3 300 000,00
14	Coffrage plan pour appui	M2	1750	2 000,00	3 500 000,00
15	Coffrage soigné tablier	M2	5980	3 000,00	17 940 000,00
16	Coffrage courbé	M2	0	4 500,00	0,00
17	Échafaudage	F	0	0,00	0,00
ACIER					
18	Acier à haute adhérence	KG	399000	30,00	11 970 000,00
FOURNITURE, POSE ET REGLAGE					
19	Chape sur ouvrage	M2	1882	200,00	376 400,00
20	Joints de chaussée	ML	42	5 000,00	210 000,00
21	Bordures de trottoir	ML	810	1 000,00	810 000,00
22	Corniches	ML	537	600,00	322 200,00
23	Dallettes de trottoir	ML	810	2 000,00	1 620 000,00
24	Garde-corps	ML	762	5 000,00	3 810 000,00
25	Appareils d'appui	U	224	1 000,00	224 000,00
26	Barbacanes	U	65	10 000,00	650 000,00
27	Gargouilles	U	30	1 000,00	30 000,00
28	Peinture bitumineuse	M2	1300	2 000,00	2 600 000,00

MONTANT= 168 359 600,00

TVA 19% 31 988 324,00

TTC 200 347 924,00

DEUX CENT MILLIONS TROIS CENT QUARANTE SEPT MILLES NEUF CENT VINGT QUATRE DA

NOTE: Quantité =0 veut dire PM (Pour Mémoire)

**ESTIMATION DES TRAVAUX DE CONFORTEMENT
OA RN 46A PK 76+400 OULED DJELLAL/DELTA CONSULT**

Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire Dinars H.T	Produit HT Dinars H.T
OPERATIONS PRELIMINAIRES				
Installation de chantier	F	1	2 000 000,00	2 000 000,00
Etudes d'exécution	F	1	1 000 000,00	1 000 000,00
Laboratoire de chantier	F	1	500 000,00	500 000,00
SOUS-TOTAL 1				3 500 000,00
TERRASSEMENTS				
Déblais pour dégagement des appuis	m3	1400	900,00	1 260 000,00
Remblais des appuis	m3	1400	1 000,00	1 400 000,00
Déblais pour curage de lit de l'oued	m3	8000	800,00	6 400 000,00
Dégagement des déchets ménagers	m3	60	900,00	54 000,00
Démolition et dégagement de l'ancien passage semi submersible	F	1	200 000,00	200 000,00
SOUS-TOTAL 2				9 314 000,00
INFRASTRUCTURE PILES				
Nettoyage du parement destiné à éliminer les souillures et dépôts superficiels de natures diverses pour les chevêtres	m2	440	2 000,00	880 000,00
Dépose mur masque brick / parpaing des chevêtres	F	1	50 000,00	50 000,00
Elimination du la surcouche de protection en pieds des colonnes y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées	m2	130	4 000,00	520 000,00
Injection et colmatage des fissures des colonnes	ml	40	3 500,00	140 000,00
Blocage du processus de corrosion par des inhibiteurs de corrosion	m2	440	1 200,00	528 000,00
Coffrage ordinaire pour colonnes	m2	700	1 200,00	840 000,00
Béton B27 pour colonnes	m3	165	20 000,00	3 300 000,00
Aciers HA FeE400 pour colonnes	T	21	110 000,00	2 310 000,00
Bossage blocage latéral antisismique	dm3	5500	40,00	220 000,00
CULEE				
Nettoyage du parement destiné à éliminer les souillures et dépôts superficiels de natures diverses		300	1 000,00	300 000,00
Elimination du béton dégrade y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées		50	2 000,00	100 000,00
Injection et colmatage des fissures	m2	15	3 500,00	52 500,00

Blocage du processus de corrosion par des inhibiteurs de corrosion	m2	300	1 200,00	360 000,00
Bossage blocage latéral antisismique		1000	40,00	40 000,00
EQUIPEMENTS				
Remplacement des Appareils d'appuis en élastomère fretté	dm3	525	1 500,00	787 500,00
SOUS-TOTAL 3				10 428 000,00
SUPERSTRUCTURE				
TABLIER				
Elimination du béton dégradé et reconstitution de béton y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées en intrados	m2	250	5 000,00	1 250 000,00
Nettoyage des poutres calcinées destiné à éliminer les souillures et les traces de carbonisation.	m2	1050	1 000,00	1 050 000,00
Elimination du béton dégradé de poutres calcinées, y compris reconstitution de béton, dégagement et nettoyage des armatures rouillées (brossage, grenailage...).	m2	500	5 000,00	2 500 000,00
Renforcement des bouts des poutres calcinées par des fibres de carbone.	m2	20	10 000,00	200 000,00
EQUIPEMENTS				
Nettoyage des trottoirs et élimination du béton dégradé et reconstitution de béton y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées des bordures	ml	360	1 200,00	432 000,00
Dépose et remplacement des corniches dégradés	u	20	40 000,00	800 000,00
Dépose des dalles de trottoir	ml	360	300,00	108 000,00
Dépose des barrières de sécurité endommagées	ml	30	2 500,00	75 000,00
Béton de remplissage pour trottoirs	m3	90	10 000,00	900 000,00
Fourniture et mise en œuvre des barrières de sécurité	ml	30	9 000,00	270 000,00
Fourniture et mise en œuvre des Fourreaux en PVC de 100 mm de diamètre	ml	1080	300,00	324 000,00
Fourniture et mise en œuvre de dispositif de sécurité des piétons sous forme de grillage accroché aux barrières de sécurité	ml	360	3 000,00	1 080 000,00
Réalisation des joints secs en béton armée entre tablier	ml	90	20 000,00	1 800 000,00
Fourniture et mise en œuvre des joints de chaussée	ml	30	70 000,00	2 100 000,00
Fourniture et mise en œuvre des joints	ml	12	10 000,00	120 000,00

de trottoir				
Fourniture et mise en œuvre des avaloirs en aciers avec grille et étanchéité	u	48	8 000,00	384 000,00
Réalisation du caniveau fil d'eau en asphalte gravillonné	ml	360	1 500,00	540 000,00
SOUS-TOTAL 4				13 933 000,00
ACCES A L'OUVRAGE				
MS EN BETON ARME				
Nettoyage des trottoirs et élimination du béton dégradé et reconstitution de béton y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées	m2	50	4 000,00	200 000,00
Dépose des dalles de trottoir	ml	120	300,00	36 000,00
Dépose des barrières de sécurité	ml	120	2 500,00	300 000,00
Dépose des bordures intérieur et extérieur	ml	120	500,00	60 000,00
Injection des remblais a basse pression	m3	5	60 000,00	300 000,00
Reprofilage de la chaussée	ml	30	30 000,00	900 000,00
Surélévation des MS	ml	120	2 500,00	300 000,00
Béton de remplissage pour trottoirs	ml	30	10 000,00	300 000,00
Fourniture et mise en œuvre des bords	ml	120	8 000,00	960 000,00
Mise en œuvre des barrières de sécurité	ml	120	500,00	60 000,00
Fourniture et mise en œuvre des fourreaux en PVC de 100 mm de diamètre	ml	360	300,00	108 000,00
Fourniture et mise en œuvre de dispositif de sécurité des piétons sous forme de grillage accroché aux barrières de sécurité	ml	120	3 000,00	360 000,00
Fourniture et mise en œuvre des descendes d'eau	u	2	1 000,00	2 000,00
Réalisation du caniveau fil d'eau en asphalte gravillonné	ml	120	1 500,00	180 000,00
MS EN GABION				
Réalisation des Murs de soutènement en gabion	m3	500	2 000,00	1 000 000,00
SOUS-TOTAL 5				5 066 000,00

RECAPITULATIF DE L'ESTIMATION DES TRAVAUX

OA RN 46A PK 76+400 OULED DJELLAL

Désignation	Prix (arrondi) Dinars H.T
Opération préliminaires	3 500 000
Terrassement et aménagement de l'oued	9 400 000
Infrastructure	10 500 000
Superstructure	14 000 000
Murs de soutènement et Les accès	5 000 000
TOTAL H.T	42 300 000
TOTAL TTC (ARRONDI)	50 000 000

ESTIMATION DES TRAVAUX DE CONFORTEMENT OA SUR OUED DJEDDI- RN03 SUD : OUMECHÉ

ESTIMATION DES TRAVAUX D'ENTRETIEN D'UN OA SUR OUED DJEDDI- RN03 SUD : OUMECHÉ					
N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire HT	Montant (Dinars H.T)
1	OPERATIONS PRELIMINAIRES				
1.1	Installation de chantier	F	1	2 000 000	2 000 000
1.2	Etudes d'exécution	F	1	1 000 000	1 000 000
1.3	Laboratoire de chantier	F	1	500 000	500 000
	SOUS-TOTAL 1				3 500 000
2	DEVIATION PROVISoire				
2.1	Décapage général sur 20 cm	m ³	1700	300	510 000
2.2	Matériau sélectionné pour corps de piste sur 30 cm	m ³	2200	800	1 760 000
2.3	Assise en grave concassée 0/31,5 sur 20 cm	m ³	1500	1 800	2 700 000

2.4	Couche d'imprégnation au Cut back 0/1	m ²	4200	80	336 000
2.5	Couche de roulement en béton bitumineux sur 06 cm	T	600	5 500	3 300 000
2.6	F/mise en œuvre buses Ø 1500 en béton armé Série 135 A	ml	300	30 000	9 000 000
2.7	Béton pour lit de pose et enrobage	m ³	1000	12 000	12 000 000
	SOUS-TOTAL 2				29 606 000
3	TERRASSEMENTS				
3.1	Déblais pour dégagement des appuis	m ³	200	500	100 000
3.2	Remblais des appuis	m ³	200	800	160 000
3.3	Enrochement de lit de l'oued	m ³	2000	2 000	4 000 000
3.4	F/mise en œuvre de gabion	m ³	700	2 000	1 400 000
	SOUS-TOTAL 3				5 660 000
4	INFRASTRUCTURE				
4.1	Dépose des agrégats des chevêtres	m ³	10	1 000	10 000
4.2	Elimination de la couche d'enrobage des chevêtres y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées	m ²	450	2 000	900 000
4.3	Elimination de la surcouche du béton des fûts y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées	m ²	200	2 000	400 000
4.4	Nettoyage du parement destiné à éliminer les souillures et dépôts superficiels de natures diverses	m ²	200	1 000	200 000
4.5	Elimination du béton dégradé et reconstitution de béton y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées	m ²	50	5 000	250 000
4.6	Mise en œuvre des inhibiteurs pour stopper le processus de corrosion	m ²	200	1 200	240 000
4.7	Coffrage perdu entre fûts pour voile	m ²	700	300	210 000
4.8	Coffrage ordinaire pour voile	m ²	900	1 200	1 080 000
4.9	Béton B27 pour voile	m ³	330	15 000	4 950 000

4.10	Aciers HA FeE400 pour voile	t	35	110 000	3 850 000
4.11	Coffrage ordinaire pour chevêtre	m ²	500	1 200	600 000
4.12	Béton B27 pour chevêtre	m ³	180	15 000	2 700 000
4.13	Aciers HA FeE400 pour chevêtre	t	20	110 000	2 200 000
4.14	Reconstruction des bossages pour appareils d'appuis	dm ³	8000	40	320 000
4.15	Bossage blocage latéral antisismique	dm ³	14000	40	560 000
4.16	Nettoyage d'oxydation des platines des Appareils d'appuis et application de revêtement de protection	m ²	75	2 000	150 000
4.17	Remplacement des Appareils d'appuis en élastomère fretté	dm ³	300	10 000	3 000 000
4.18	Protection des parements des piles et culées par un revêtement d'imprégnation	m ²	550	1 000	550 000
	SOUS-TOTAL 4				22 170 000
5	TABLIER				
5.1	Nettoyage d'oxydation des poutres métalliques et application de revêtement de protection	m ²	650	1 000	650 000
5.2	Nettoyage du parement destiné à éliminer les souillures et dépôts superficiels de natures diverses	m ²	500	1 000	500 000
5.3	Elimination du béton dégradé et reconstitution de béton y compris dégagement et nettoyage des armatures rouillées	m ²	450	5 000	2 250 000
5.4	Mise en œuvre des inhibiteurs pour stopper le processus de corrosion	m ²	1050	1 200	1 260 000
	SOUS-TOTAL 5				4 660 000
6	EQUIPEMENTS				
6.1	Dépose des fourreaux en PVC de drainage existant	u	132	50	6 600
6.2	Dépose des dalles de trottoir	ml	680	100	68 000
6.3	Dépose des barrières de sécurité	ml	140	2 000	280 000

	endommagées				
6.4	Dépose des joints de chaussée existant	ml	100	2 000	200 000
6.5	Béton de remplissage pour trottoirs	m ³	70	10 000	700 000
6.6	Fourniture et mise en œuvre des barrières de sécurité	ml	140	9 000	1 260 000
6.7	Fourniture et mise en œuvre des Fourreaux en PVC de 100 mm de diamètre	ml	1360	300	408 000
6.8	Réalisation des joints secs en béton armée entre tablier	ml	70	20 000	1 400 000
6.9	Fourniture et mise en œuvre des joints de chaussée	ml	32	70 000	2 240 000
6.10	Fourniture et mise en œuvre des joints de trottoir	ml	10	10 000	100 000
6.11	Fourniture et mise en œuvre des avaloirs en aciers avec grille et étanchéité	u	132	8 000	1 056 000
6.12	Réalisation du caniveau fil d'eau en asphalte gravillonné	ml	680	1 500	1 020 000
	SOUS-TOTAL 6				8 738 600

RECAPITULATIF

OA SUR OUED DJEDDI- RN03 SUD : OUMECHÉ

1	OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES	3 500 000,00
2	DEVIATION PROVISOIRE	29 606 000,00
3	TERRASSEMENTS	5 660 000,00
4	INFRASTRUCTURE	22 170 000,00
5	TABLIER	4 660 000,00
6	EQUIPEMENTS	8 738 600,00
	TOTAL HT	74 334 600,00
	TVA 17%	12 636 882,00
	TOTAL EN TTC	86 971 482,00

Pour un TVA 19% le montant TTC sera 88 458 174.00 DA

FICHE D'INVENTAIRE D'UN OUVRAGE D'ART

Date de l'inventaire:----/----/-----		Inspection conduite par :	Conditions climatiques :
Date du Procès-verbal : ----/----/-----		Durée d'inspection : de.....à.....	T° :
Identifiant	Code wilaya/N° de la Route/ PK/ N° de l'Ouvrage		Visite effectuée par : M ^{lle} /M ^r
	□□//□□□□ □□ □□		Profil : Ing <input checked="" type="checkbox"/> Tech <input type="checkbox"/> M ^{lle} /M ^r
INFORMATIONS ADMINISTRATIVES			
Identification		Localisation	
Maitre de l'ouvrage : DTP Biskra Subdivision : STP Ouled Djellal. Commune : Ouled Djellal Maison Cantonnière Groupe d'ouvrage : Pont /Passerelle <input checked="" type="checkbox"/> Tunnel/Trémie <input type="checkbox"/> Viaduc <input type="checkbox"/> Mur soutènement <input type="checkbox"/> Famille d'ouvrage : Béton armé <input checked="" type="checkbox"/> Précontrainte <input type="checkbox"/> Métallique <input type="checkbox"/> Mixte <input type="checkbox"/> Maçonnerie <input type="checkbox"/> Arc <input type="checkbox"/> Suspendus <input type="checkbox"/> à Haubans <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/> Type Structure de l'ouvrage Pont voute <input type="checkbox"/> Pont poutre âme pleine <input checked="" type="checkbox"/> Pont dalle <input type="checkbox"/> Pont caisson <input type="checkbox"/> Pont cadre <input type="checkbox"/> Ponceau <input type="checkbox"/> Dalot <input type="checkbox"/> Poutrelles enrobés <input type="checkbox"/> Pont en arc <input type="checkbox"/> Pont à câbles <input type="checkbox"/> Viaduc <input type="checkbox"/> Poutres triangulées <input type="checkbox"/> O.Submersible <input type="checkbox"/> O.Semi submersible <input type="checkbox"/> Dénomination de l'ouvrage : Type de fonctionnement de la structure : Isostatique <input checked="" type="checkbox"/> Hyperstatique <input type="checkbox"/> Particularités (Présence d'éléments extérieurs d'utilité publics (annexés aux structures de l'ouvrage) *Conduite d'eau (eau potable, eaux usées) <input type="checkbox"/> *Conduite Câbles (téléphonique, gaz, électricité) <input type="checkbox"/>		Numérotation de l'ouvrage : □□. Position : PK 76+400 /PR Coordonnées (X,Y) : Longitude Latitude..... Situation de l'ouvrage Rase campagne <input type="checkbox"/> Urbain <input checked="" type="checkbox"/> Périurbain <input type="checkbox"/> Marin <input type="checkbox"/> Voie Portée : Type Numéro RN <input checked="" type="checkbox"/> 46A CW <input type="checkbox"/> CC <input type="checkbox"/> Origine de la voie portée (PK début) : PK 56+200 Extrémité de la voie portée (PK Fin) : PK 114+000 Orientation voie portée : EL Baaj vers Bir Naam Obstacle Franchie : Oued <input checked="" type="checkbox"/> Voie Ferroviaire <input type="checkbox"/> Parking <input type="checkbox"/> Route (RN, CW, CC) <input type="checkbox"/> Autres (exple : Pont immeuble.....) Hauteur gabarit 4.5(m)/largeur chaussée 07 (m) Sujétions particulières : Zone sismique Zone 0 <input type="checkbox"/> Zone IIa <input type="checkbox"/> Zone III <input type="checkbox"/> Zone I <input checked="" type="checkbox"/> Zone IIb <input type="checkbox"/> Accessibilité de l'ouvrage : (commentaire sur d'accès vers l'ouvrage et aux différentes parties de cet ouvrage)	

INFORMATIONS TECHNIQUES	
Données de circulation	Données de Capacité portante
TJMA : Véh / j % Poids Lourds : % Possibilité de déviation à proximité Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> A combien de Km..... Nom d'un itinéraire de déviation : Longueur de l'itinéraire de déviation.....Km	Chargement de conception Connu <input type="checkbox"/> Inconnu <input type="checkbox"/> Problème de limitation de charge Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Date de la décision : Poids aux charges légales limites (PTAC) limité <input type="checkbox"/> Illimité <input type="checkbox"/>
Signalisation permanente de l'ouvrage	Hydraulique de l'Ouvrage
Signalisation de prescription : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Signalisation de danger : Panneau relatif à un passage étroit Existe <input type="checkbox"/> Aucun affichage <input type="checkbox"/> Panneau de limitation de vitesse : Existe <input checked="" type="checkbox"/> Aucun affichage <input type="checkbox"/> Panneau de limitation de hauteur du gabarit : Existe <input type="checkbox"/> Aucun affichage <input type="checkbox"/> Panneau de limitation de tonnage Existe <input type="checkbox"/> Aucun affichage <input type="checkbox"/>	Oued sujet à écoulement Sec <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> <u>Travées concernées par l'écoulement</u> Toutes <input type="checkbox"/> ou Travée N°1/2/3/4/5/6/7/8 Oued sujet à inondation/Hauteur des eaux Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> ...3.50.(m) Tracé du lit d'Oued Stable <input type="checkbox"/> Instable <input type="checkbox"/> Méandre <input type="checkbox"/> Rectiligne <input type="checkbox"/> Implantation du lit d'Oued Correcte <input type="checkbox"/> Dangereuse <input type="checkbox"/>
INFORMATIONS DESCRIPTIVES	
Géométrie	
Capacité du Profil en Travers : Nombre de voie de circulation : Route à 1 voie <input type="checkbox"/> Route à 1x2 voies <input type="checkbox"/> Route à 2x2 voies <input type="checkbox"/> Route à 2x3 voies <input type="checkbox"/> Implantation tracé Correcte <input type="checkbox"/> Dangereuse <input type="checkbox"/> Particularité géométriques : Biais :gd Droit :gd Rayon :(m) Pente :(%) Devers :(%)	Dimensions : Longueur totale de l'ouvrage : ...167.5.(m) Longueur du tablier : 167.5.....(m) Largeur totale (Sens aller) :10.....(m) Largeur chaussée (Sens aller) :07.10(m) Largeur circulaire de la chaussée : 07.10 (m) Largeur TPC :(m) Largeur totale : (Sens retour).....(m) Largeur chaussée (Sens Retour) :(m) Largeur circulaire de la chaussée :(m) Hauteur libre du gabarit (Tirant d'air) :4.5(m) Longueur de la brèche :(m)

INFORMATIONS DESCRIPTIVES	
Equipements	
Joint de chaussée :	
Oui <input type="checkbox"/>	Non <input checked="" type="checkbox"/>
Invisibles <input type="checkbox"/>	
Transversaux <input type="checkbox"/>	Obliques <input type="checkbox"/>
Nombre.....Longueur.....(m)	
Largeur Ouverture du Souffle(m)	
Type joint de chaussée :	
Abords de la chaussée : <input type="checkbox"/>	
TPC : Avec <input type="checkbox"/>	Sans <input checked="" type="checkbox"/> Largeur.....(m)
Trot G : Avec <input checked="" type="checkbox"/>	Sans <input type="checkbox"/> Largeur...1.50.(m)
Trot D : Avec <input checked="" type="checkbox"/>	Sans <input type="checkbox"/> Largeur...1.50(m)
Accot G : Avec <input type="checkbox"/>	Sans <input checked="" type="checkbox"/> Largeur.....(m)
Accot D : Avec <input type="checkbox"/>	Sans <input checked="" type="checkbox"/> Largeur.....(m)
Aucun Trottoir /Accotement <input type="checkbox"/>	
Hauteur des bordures de trottoir :0.20.....(m)	
Type trottoir: Dalles en béton <input checked="" type="checkbox"/>	
Revêtement en BB <input type="checkbox"/>	
Revêtement en Béton <input type="checkbox"/>	
Type joint trottoir.....	
Corniche : Existe <input checked="" type="checkbox"/> N'existe pas <input type="checkbox"/>	
Dispositifs de retenue (Oui /Non) :	
Côté Gauche extérieur <input checked="" type="checkbox"/>	Côté droit extérieur <input checked="" type="checkbox"/>
Longueur : ...187.5.....(m)	Longueur : ...187.5 (m)
TPC côté gauche <input type="checkbox"/>	TPC côté droit <input type="checkbox"/>
Longueur : (m)	Longueur : (m)
Hauteur des dispositifs de retenue :1.10.....(m)	
Type :	
Glissière de sécurité <input type="checkbox"/>	Garde-Corps <input checked="" type="checkbox"/>
Parapet maçonnerie <input type="checkbox"/>	Parapet béton <input type="checkbox"/>
Barrière métallique <input type="checkbox"/>	Sans <input type="checkbox"/>
Matériau : C gauche Côté droit	
Acier <input checked="" type="checkbox"/>	Acier <input checked="" type="checkbox"/>
Béton <input type="checkbox"/>	Béton <input type="checkbox"/>
Maçonnerie <input type="checkbox"/>	Maçonnerie <input type="checkbox"/>
Appareils d'appuis :	
Visible <input checked="" type="checkbox"/>	non visible <input type="checkbox"/>
Nature	
Fixe <input checked="" type="checkbox"/>	Mobile <input type="checkbox"/> Absent <input type="checkbox"/>
Nombre de ligne d'appuis :	
Type : Elastomère <input checked="" type="checkbox"/>	
Métallique <input type="checkbox"/>	
Section rétrécie de béton <input type="checkbox"/>	
Invisible <input type="checkbox"/>	
Autre <input type="checkbox"/>	
Moyens nécessaires pour leur inspection :	
Léger <input type="checkbox"/>	Moyen <input type="checkbox"/> Lourd <input type="checkbox"/>
Plots antisismiques	
Existe <input type="checkbox"/>	N'existe pas <input checked="" type="checkbox"/>
Système de drainage et d'évacuation des eaux:	
Type :	
Gargouilles <input checked="" type="checkbox"/>	Caniveaux <input type="checkbox"/>
Barbacanes <input type="checkbox"/>	Absence <input type="checkbox"/>
Etat :	
Correcte mal <input type="checkbox"/>	façonné <input type="checkbox"/> Obstrué <input type="checkbox"/>
Zone d'influence aux abords de l'ouvrage :	
Défauts du Remblai d'accès :	
Dénivelée (tassement) <input type="checkbox"/>	
Défaut de joint (fissure) <input checked="" type="checkbox"/>	
Talus contigu :	
Protégé <input checked="" type="checkbox"/>	Non Protégé <input type="checkbox"/>
Stable <input type="checkbox"/>	Instable <input type="checkbox"/>
Type de protection :	
Gabions <input checked="" type="checkbox"/>	Palplanche <input type="checkbox"/>
Perrés maçonnés <input type="checkbox"/>	pierres sèches <input type="checkbox"/>
Végétalisation <input type="checkbox"/>	Parois en BA <input type="checkbox"/>
Béton projeté <input type="checkbox"/>	Autres.....

INFORMATIONS DESCRIPTIVES	
Systèmes structuraux	
Tablier	
Nombre de travées (Voûte ou Arches) : 11	
Portée max des travées (m) 15	
Diamètre de voûte (m) :/...../...../...../...../.....	
<u>Nature Matériaux Type</u>	
BA <input type="checkbox"/>	Travée continues <input type="checkbox"/>
BP <input type="checkbox"/>	Travée indépendante <input checked="" type="checkbox"/>
Maçonnerie <input type="checkbox"/>	Voûte <input type="checkbox"/>
Métallique <input type="checkbox"/>	Portique <input type="checkbox"/>
Mixte <input type="checkbox"/>	Cadre <input type="checkbox"/>
Poutrelles enrobés <input type="checkbox"/>	Cantilever <input type="checkbox"/>
Nombre de poutres :	
Fondations	
<u>Type fondation des culées :</u>	
Superficielles (sur semelle ou radier) <input checked="" type="checkbox"/>	
Profondes (sur Pieux ou Puit) <input type="checkbox"/>	
<u>Type fondation des piles :</u>	
Superficielles (sur semelle ou radier) <input checked="" type="checkbox"/>	
Profondes (sur Pieux ou Puit) <input type="checkbox"/>	
<u>Fondations immergées</u>	
Oui <input type="checkbox"/>	Non <input checked="" type="checkbox"/>
Lequels (Numéros Appuis) //...../...../...../...../	
<u>Affouillement</u> : Visible <input checked="" type="checkbox"/> Inexistant <input type="checkbox"/>	
Amorce d'affouillement <input type="checkbox"/>	
Au niveau de quel appui (Numéro) :1/2/3/4/5/6	
<u>Système Protection en place vis à vis de l'affouillement :</u>	
Existe <input type="checkbox"/>	inexistant <input checked="" type="checkbox"/>
<u>Type de protection :</u>	
Gabionnage <input type="checkbox"/>	Palplanche <input type="checkbox"/>
Enrochement <input type="checkbox"/>	Radier <input type="checkbox"/>
Autres types	
<u>Indices d'affouillement</u>	
Écoulement rapide et brusque de l'eau <input checked="" type="checkbox"/>	
Pente abrupte <input type="checkbox"/>	
PILES	
Nombre de piles :.....10.....	
Hauteur des piles :7.8	
<u>Piles avec chevêtre</u>	
Oui <input checked="" type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
<u>Nature Matériaux Types</u>	
BA <input type="checkbox"/>	Colonne <input checked="" type="checkbox"/>
Maçonnerie <input type="checkbox"/>	Voile <input type="checkbox"/>
Métallique <input type="checkbox"/>	Marteau <input type="checkbox"/>
Autre.....	Palée <input type="checkbox"/>
Fût <input type="checkbox"/>	
CULEES	
<u>Type</u> Culée en terrée <input type="checkbox"/>	Pile culée <input type="checkbox"/>
Culée remblayé <input checked="" type="checkbox"/>	
Hauteur ::.....08.....(m)	
<u>Culée Mur latéral RG (Amont)</u>	
<u>Nature Matériaux Types</u>	
BA <input checked="" type="checkbox"/>	Aile <input checked="" type="checkbox"/>
Maçonnerie <input type="checkbox"/>	Retour <input type="checkbox"/>
Sans <input type="checkbox"/>	Quart de cône <input type="checkbox"/>
<u>Culée Mur de Front</u>	
<u>Nature Matériaux Types</u>	
BA <input checked="" type="checkbox"/>	Enterrée <input checked="" type="checkbox"/>
Maçonnerie <input type="checkbox"/>	Apparente <input type="checkbox"/>
Autre Creuse <input type="checkbox"/>	
<u>Mur Garde Grève</u>	
Visible <input checked="" type="checkbox"/>	Invisible <input type="checkbox"/>
<u>Nature matériau</u>	
BA <input type="checkbox"/>	Maçonnerie <input type="checkbox"/>
<u>Culées Mur latéral RD (Aval)</u>	
<u>Nature Matériaux Types</u>	
BA <input checked="" type="checkbox"/>	Aile <input checked="" type="checkbox"/>
Maçonnerie <input type="checkbox"/>	Retour <input type="checkbox"/>
Sans <input type="checkbox"/>	Quart de cône <input type="checkbox"/>

Plan d'intervention

