

“LA CONSTRUCTION DE NOUVEAUX PONTS ET LA RECONSTRUCTION D’ANCIENS PONTS AU COURS DES DIX DERNIÈRES ANNÉES DANS LA PROVINCE D’ALEXANDRIE” - ITALIE -

Ing. Piergiuseppe A. Dezza
Ingénieur en Chef Service Technique / Direction Viabilité, Province d’Alexandrie - Via
Porta, 9 - 15100 Alexandrie (I)

Ing. Felice Lo Destro
Dirigeant Service Technique/Secteur des Travaux Publics Viabilité 1, Province
d’Alexandrie - Via Porta, 9 - 15100 Alexandrie (I)

Arch. Roberta Bocchino
Dirigeante Service Technique/Secteur des Travaux Publics Viabilité 2, Province
d’Alexandrie - Via Porta, 9 - 15100 Alexandrie (I)

Ing. Massimo Robiola
Responsable Service Technique U.O.A. “Service Projets Ouvrages”, Province d’Alexandrie
- Via Porta, 9 - 15100 Alexandrie (I)

RESUME

La Province d’Alessandria est située dans la Région du Piémont, au nord-ouest de l’Italie, où, en février 2006, ont eu lieu les XX Jeux Olympiques d’Hiver.

Depuis octobre 2001, date du transfert aux Provinces italiennes des compétences sur l’ancien réseau routier national (géré précédemment par l’A.N.A.S. – Azienda Nazionale Autonoma Strade - Société italienne pour l’entretien des autoroutes et des routes), la Province d’Alessandria, troisième province de la Région par étendue, gère environ 2.150 km de routes extra-urbaines, dont 1.765 km de routes provinciales "historiques" et 380 km d’anciennes routes nationales.

Sur ce réseau routier extra-urbain se trouvent plusieurs ponts: on compte 138 ouvrages en gestion le long des routes provinciales "historiques" et 225 sur les anciennes routes nationales transférées à la Province, ce qui fait un total de 363 structures que le Service Technique / Direction de Viabilité de la Province doit maintenir en conditions d’efficacité.

Au cours des dix dernières années le territoire de la Province d’Alessandria a été affecté par quelques phénomènes calamiteux exceptionnels, tels que l’inondation provoquée par le fleuve Tanaro en 1994, l’inondation du fleuve Pô en 2000 et du Scrivia en 2002, aussi bien que par les séismes de 2000 et 2003 et par des nombreuses débâcles hydro-géologiques.

En conséquence de ces événements naturels extraordinaires, on a démarré la construction de nouveaux ponts en béton armé et en béton armé précomprimé sur les fleuves Tanaro et Scrivia, ayant une travée de plus de 100 mètres de longueur et un développement total supérieur à 500 mètres. On a aussi reconstruit des anciens ponts en arc en maçonnerie sur le fleuve Bormida et le torrent Scrivia, par l’adoption de méthodologies innovatrices qui respectent l’aspect esthétique des ouvrages "historiques" et de l’environnement.

Beaucoup de ponts en arc en maçonnerie, construits dans les premières décennies du XX^{ème} siècle nécessitent l’élargissement de la surface viable, pour s’adapter aux

géométries du trafic commercial actuel ou alors des passerelles piétonnes pour la mise en sécurité des personnes.

D'autres ponts en béton armé, construits aux années '50 du dernier siècle, nécessitent des urgents travaux d'entretien extraordinaire des parties en béton et en acier d'armature fortement détériorées par les phénomènes de carbonatation et dégradées par les sollicitations des moyens de transport lourds.

Un catalogage précis et ajourné des ponts et des viaducs, réalisé sur le territoire par les techniciens et enregistré à l'aide d'un logiciel spécifique par le Bureau du Cadastre Routier - un bureau constitué en 2002 au sein de la Direction de Viabilité - permet d'avoir la connaissance globale du patrimoine structurel de la Province d'Alessandria, et contribue à la programmation de l'entretien des ouvrages et - par conséquent - à la sécurité du transit des véhicules sur le réseau routier extra-urbain de compétence.

1. INTRODUCTION

La Province d'Alexandrie fait partie de la Région du Piémont : elle se trouve au Nord-Ouest de l'Italie, à savoir dans la zone où les Jeux Olympiques d'Hiver ont eu lieu en Février 2006.

Au cœur de la Province se trouve Marengo, la célèbre localité où, le 14/06/1800, Napoléon Bonaparte conduisit une de ses plus grandes batailles, gagnant de manière retentissante grâce au mérite de l'infanterie légère sous les ordres du Général Desaix.

A peine arrivé près de Napoléon pendant la bataille de Marengo, au moment où tout semblait perdu avant le renversement du front de combat, Desaix aurait prononcé la phrase suivante : "cette bataille est complètement perdue, mais il est deux heures et il est encore temps d'en gagner une autre".

A l'heure actuelle, la Province d'Alexandrie, comme toutes les autres Provinces de la Région du Piémont et de nombreuses Régions d'Italie, a été concernée, à partir d'Octobre 2001, par le transfert de compétences du réseau routier ex-national, de sorte que, depuis lors, la titularité gestionnaire de cette Administration s'étend sur environ 2.150 km de routes extra-urbaines, dont 1.765 km de routes départementales "historiques" -R.D.- et 380 km de routes ex-nationales -R.N.-. [1] (Figure n° 1)

Ce patrimoine se présente extrêmement varié, avec une longueur moyenne de 7+128 km pour les 248 routes "historiques" et de 27+150 km, donc presque quadruple, pour les 14 routes "transférées".

De nombreux ponts se trouvent sur le réseau routier extra-urbain de la Province d'Alexandrie : les structures en gestion sont 138 le long des R.N.-R.D. "historiques" et 225 sur les ex-R.N. transférées, soit un total de 363 structures qui doivent être entretenues en bon état par le Service Technique / Direction de Viabilité de l'Administration. [2]

Au cours des dix dernières années, le territoire de la Province d'Alexandrie a été touché par quelques phénomènes calamiteux exceptionnels tels que l'inondation du Tanaro et de la Bormida en 1994, celle du Pô en 2000, celle du torrent Scrivia en 2002, les phénomènes sismiques de 2000 et 2003, ainsi que par divers mouvements hydrogéologiques. (Photo n° 1)

A la suite de ces effets naturels extraordinaires, on a entrepris des interventions de construction de nouveaux ponts en béton armé (BA) et béton armé précontraint (BAP) sur

le Tanaro et le Scrivia, ayant des portées de plus de 100 m de longueur et une longueur totale dépassant 500 m, (Photo n° 2) et de reconstruction d'anciens ponts en arc en maçonnerie, adoptant des méthodes innovatrices mais dans le respect absolu de l'aspect esthétique des structures "historiques" ainsi que de l'environnement local, sur la Bormida et le torrent Scrivia. (Photo n° 3)

De nombreux ponts en arc, en maçonnerie, construits au début du XXe siècle, nécessitent maintenant l'élargissement du plan de roulement afin de s'adapter aux nouveaux tracés géométriques du trafic commercial, préférable à la réalisation de passerelles piétonnes garantissant le transit des personnes en toute sécurité. (Photo n° 4)

D'autres ponts en béton armé, construits au cours des années 50 du siècle dernier, nécessitent des interventions urgentes d'entretien extraordinaire du béton et de l'acier d'armature, fortement détériorés par des phénomènes de carbonatation et dégradés par les sollicitations des véhicules lourds. (Photo n° 5)

Un catalogage précis et mis à jour des ponts et des viaducs, effectué par les techniciens sur le territoire et enregistré à l'aide d'un logiciel spécial par le Bureau du Cadastre Routier, créé en 2002 dans le cadre de la Direction Viabilité de la Province d'Alexandrie, fournit une vaste connaissance du patrimoine structural de l'Administration, contribuant à la programmation de l'entretien des structures et par conséquent, autant que possible, à l'effort fait afin de garantir le transit en toute sécurité des véhicules sur le réseau routier extra-urbain géré.

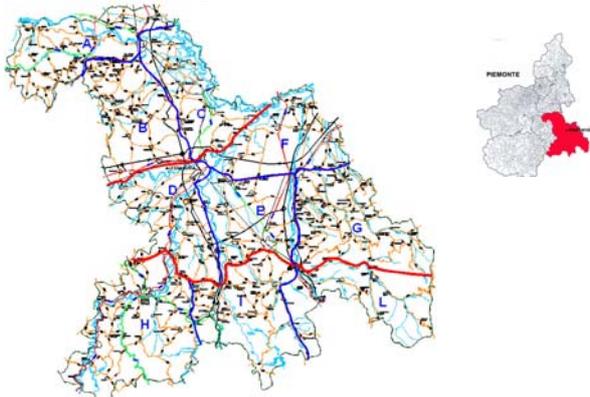


Figure n° 1 - Le réseau routier extra-urbain de la Province d'Alexandrie



Photo n° 1 – La page du quotidien "La Stampa" du 28/11/2002 – Section Alessandrie et Province



Photo n° 2 – Le nouveau viaduc de la RD 78 "Valenza – Rivellino"



Photo n° 3 – La reconstruction de la pile du pont effondré le long de la RD 140 "de la Val Borbera", dans la localité Arquata Scrivia



Photo n° 4 – Le pont le long de la RD 143 “Serravalle – Vignole” à la fin des travaux



Photo n° 5 – L’effondrement de la poutre du bord du pont le long de l’ex-R.N. 30 “de la Vallée de la Bormida” dans la localité Terzo d’Acqui

2. SUITE AUX CALAMITÉS NATURELLES : LA CONSTRUCTION DE NOUVEAUX PONTS ET LA RECONSTRUCTION EXTRAORDINAIRE D’AUTRES OUVRAGES D’ART – HISTOIRE ET INNOVATION

2.1 *L’événement

Au cours de la première décennie de Novembre 1994, en particulier du 4 au 6, un phénomène météorologique exceptionnel, sous forme de précipitations très intenses, a frappé la Province d’Alexandrie ainsi qu’une partie du territoire ligurien et de vastes zones du Piémont : du 4 au 5 Novembre 1994, les précipitations ont enregistré une moyenne de 180 à 220 millimètres sur 36 heures, avec des pointes de 55 millimètres vers minuit à Cairo Montenotte (SV, province de Savone) et Acqui Terme (AL, province d’Alexandrie) [3].

La diffusion des précipitations, leur importance et durée, progressivement en extension territoriale jusqu’aux zones d’Asti et de Coni, ont déterminé des coefficients d’écoulement très élevés, causant de vastes phénomènes d’inondation pendant la journée du 6 Novembre 1994, comme conséquence du grave état de crise de tout le réseau hydrographique du Piémont.

A cet égard l’Autorité du Bassin du Pô a déterminé pour le Tanaro, dans la Province d’Alexandrie, un temps de retour de crue de l’ordre de 200 ans.

Les dégâts ont été très graves, en pertes de vies humaines et effondrements des infrastructures : en particulier, le réseau routier de la Province d’Alexandrie a été compromis pour plus de 90 des 248 routes du domaine, révélant son insuffisance et la vétusté de certaines structures essentielles.

A cet effet, l’Administration a lancé, naturellement avec l’aide de l’Etat et par l’intermédiaire de la Région Piémont, un programme ambitieux mais fondamental pour la réalisation de trois nouveaux ponts - viaducs, dont deux sur le Tanaro de 900 mètres et 200 mètres de long, respectivement le long de la Départementale 78 “Valenza – Rivellino” et de la Départementale 77 “de Felizzano”, et un sur le torrent Scrivia de 560 mètres, en correspondance de la Départementale 87 “Molino de’ Torti – Isola S. Antonio”, en plus de l’entretien général extraordinaire effectué sur le pont de Castelnuovo Scrivia, desservant la Départementale 85 “Castelnuovo Scrivia – Alluvioni Cambiò”. (Photo n° 6/7)

2.2 * *Le nouveau viaduc "Rivellino"*

Le nouveau viaduc sur le Tanaro de la Départementale 78, placé sur l'axe reliant Valenza, "la ville de l'or", aux péages de l'autoroute A7 "Milan – Gênes", est utilisé en moyenne par plus de 7 mille véhicules par jour ; sa réalisation a eu comme objectif celui d'éliminer le remblai d'origine formant un corps routier sur une longueur d'environ 900 mètres, en continuation d'un pont déjà construit pendant les années 50. [4] (Photo n° 8) (Figure n° 2) La structure a été construite en B.A. et B.A.P., de Mars 1997 à Septembre 1998, sur des travées d'une portée de 30 mètres ayant une largeur courante de 9,00 m dont 7,00 de plan routier fini et deux trottoirs latéraux ainsi que deux aires intermédiaires pour le stationnement de secours des véhicules.

Le tablier, soutenu par des piles circulaires de 2,50 mètres de ϕ reposant sur des poteaux de 1200 mm de ϕ ayant une longueur allant jusqu'à 28 m, se compose de poutres en forme de π renversé en B.A.P. de 29,80 m de longueur sur lesquelles a été construite la semelle de 30 cm d'épaisseur ; le schéma statique a été envisagé avec deux chaînes cinématiques de huit poutrages et deux de sept pour limiter le nombre des joints, donc les interventions d'entretien au cours de la vie utile de l'ouvrage d'art.

2.3 * *Le nouveau viaduc "Isola S. Antonio"*

Une autre structure considérable est celle de l'enjambement du torrent Scrivia, construit le long de la RD 87, sur l'axe Est – Ouest, entre le péage de Casei Gerola le long de l'autoroute A7 dans la Province de Pavie et le centre agricole de Sale sur l'ex-RN 211 "Lomellina", sur une longueur de 560 mètres, avec les rampes d'accès au réseau routier existant pour un développement total de 1250 mètres de tracé routier moderne. [5]

Le nouvel ouvrage, ouvert au trafic véhiculaire en Octobre 1999, est formé d'un tablier en B.A.P. avec schéma à poutre continue de quinze travées ayant une portée minimale de 32,15 m et maximale de 40 m ; la largeur totale est de 9,20 m, la chaussée de roulement - de 8 mètres, les bordures extérieures - de 60 cm. (Photo n° 9)

Plus précisément, le tablier du pont est formé d'une série de paires de poutres préfabriquées et assemblées sur place, avec des joints aussi bien longitudinaux que transversaux ; sur les axes de la pile ont été placées des paires de poutres côte à côte ayant une hauteur variable de 125 à 185 cm, ayant fonction de "cantilevers", de 15,70 m de longueur, unies entre elles et avec des poutres ayant une hauteur constante de 125 cm et une longueur variable. (Photo n° 10)

Les fondations de chaque plinthe ont été réalisées au moyen d'une couronne périmétrale de poteaux "jet grouting" ayant un $\phi > 80$ cm et une profondeur de 15 mètres, avec un clapet de fond réalisé par la même technique afin de permettre le creusement d'un puits jusqu'à environ 8 mètres sous le niveau de référence, jugé nécessaire pour éviter le dégravolement des fondations dû au choc impétueux et fréquent du torrent qui prend sa source dans les Apennins ligures.

2.4 * *La remise en état du pont "Castelnuovo Scrivia"*

Une expérience de construction encore très significative, bien que du type "réhabilitation intégrale d'un ouvrage d'art historique et artistique", a été celle des travaux de remise en état, adaptation et entretien extraordinaire du pont sur le torrent Scrivia dans la Commune de Castelnuovo Scrivia, le long de la Départementale 85 "Castelnuovo Scrivia – Alluvioni Cambiò", à courte distance du péage de la localité homonyme, le long de l'autoroute A7, donc une structure elle aussi fortement concernée par le trafic lourd, étant donné son emplacement naturel.

Le pont à treize travées, soutenu par des piles en maçonnerie, d'une longueur totale égale à 240 mètres, remonte au XIXe siècle, sa construction ayant été achevée en 1867 ; les travées en arc surbaissé sont en maçonnerie de briques et le plan de roulement situé au-

dessus était protégé par un garde-fou en fonte interrompu par des parapets semi-circulaires placés en correspondance des piles. [6]

La Province d'Alexandrie a entrepris la réhabilitation du pont, qui a concerné :

- * la consolidation du terrain de fondation par l'exécution de colonnes "jet grouting" à partir du plan routier sur deux rangées, au nombre de dix par rangée (Photo n° 11)

- * le renforcement des piles, surtout à la façade nord, plus détériorée, au moyen de la démolition totale de la maçonnerie portante jusqu'à la cote des soubassements des fondations, et leur reconstruction successive avec bourrage en béton à l'arrière.

La remise en état structurelle s'est limitée aux bandes latérales, unissant les deux parties à la semelle en B.A. située au-dessus, de façon à ce que la section transversale se présente comme un "U" renversé. (Figure n° 3)

La nouvelle semelle en B.A. ne présente donc pas de parties en saillie, étant limitée à la largeur d'origine du pont : par contre, on a construit, pour des raisons de sécurité évidentes pour le transit des piétons et des bicyclettes, un trottoir d'une largeur de 1 mètre du côté "en aval" du pont, une structure en acier reliée à la semelle par des profilés disposés avec un entraxe de 2,40 m, protégée par un parapet métallique forgé sur le moule de celui du pont d'origine. (Photo n° 12)

Le pont "Castelnuovo Scrivia" a été également le premier ouvrage post-alluvial rouvert au trafic, le 19.03.1998.

*2.5 * Le nouveau pont "Felizzano"*

Le quatrième pont, probablement l'ouvrage le plus significatif parmi tous ceux qui ont été réalisés à la suite de la remise en état des dégâts causés par l'inondation de 1994, est celui qui a été construit sur le Tanaro, le long de la RD 77, en correspondance de Felizzano, à savoir à proximité de la sortie homonyme de l'autoroute A21 "Turin – Plaisance".

La procédure conceptuelle, approbative et financière de l'ouvrage a été très laborieuse, (Photo n° 13) car il s'agissait d'un pont qui devait remplacer une structure historique, à caisson métallique, construit dans les années 1883/1885, à cinq travées, ayant une longueur totale de 165,19 m, à charpente portante formée de deux poutres latérales principales symétriques en forme de double T, faisant également fonction de barrière et de parapet, formées d'assemblages cloués de 2,80 m de haut et disposées avec un entraxe de 6,50 mètres. (Photo n° 14)

Quant au pont d'origine, la Direction des Beaux-Arts du Piémont a imposé le maintien de la première travée de "mémoire historique" côté Felizzano et de la première pile dans son alvéole ! [7] (Figure n° 4)

Le nouveau pont, entièrement réalisé en béton armé coulé sur place, unit les rives du (Photo n° 15) Tanaro en s'appuyant uniquement sur deux piles et en s'opposant, par sa transparence et sa légèreté, à l'ancienne structure, plus basse et avec de nombreux appuis dans le lit de la rivière.

Dans la nouvelle structure, dont le chantier a été mis en route en Novembre 1998 et l'ouverture au trafic a eu lieu le 03.02.2001, l'association entre l'amélioration des caractéristiques des matières – allant des briques et du fer au B.A. et B.A.P. – et le perfectionnement des techniques de construction est visible dans l'amincissement de la poutre appuyée, la réduction du nombre et des dimensions des appuis, et dans la pureté et le caractère essentiel de la structure.

Le pont de Felizzano s'étend sur une longueur totale de 202 mètres sur trois travées, dont celle du centre est de 100 mètres et les deux latérales de 51 mètres ; il est formé d'une chaussée centrale de 8,00 m et de deux trottoirs latéraux de 1,10 m chacun, la largeur totale du tablier étant de 10,20 m. (Figure n° 5) Les piles sont fondées sur des plinthes en puits, réalisées au moyen d'un pilotis formé d'un anneau extérieur de 29 poteaux de 100 cm de ϕ , ayant une longueur de 25 mètres, et d'un pilotis central formé de 62 micro-

poteaux de 10 mètres de longueur ; étant donné que le niveau d'assise des fondations est placé à 8 mètres sous la surface libre de l'eau pour éviter les phénomènes d'infiltration, les poteaux ayant un grand diamètre ont été soutenus par une couronne de 29 "jet groutings" de 11 mètres de longueur. (Photo n° 16)

La construction de la nouvelle structure a été effectuée en avançant par à-coups à partir des piles, selon le système "Dywidag", par claveaux de 5 mètres de longueur l'un : c'est-à-dire qu'on a réalisé deux étais ayant une longueur totale de 98,00 m, dont 49,00 m du côté du piédroit et autant du côté de la pile centrale, procédant par paires spéculaires par rapport à l'axe de la pile.

*2.6 * La reconstruction du pont "Arquata – Vignole"*

Après l'inondation de Novembre 1994 et l'exondation catastrophique du Pô en Octobre 2000 qui frappa la ville de Casale Monferrato et le vaste territoire environnant, le souvenir de la seconde quinzaine de Novembre 2002 est encore vif, lorsque du 22 au 26, en correspondance de la zone d'Arquata Scrivia, tout près de l'autoroute A7, on avait enregistré une hauteur de pluie de 261 mm avec une pointe de 84 mm le 25.11.2002. [8] La crue extraordinaire du torrent Scrivia provoqua, vers 11h30 du 26.11.2002, l'effondrement de deux travées du pont se trouvant le long de la Route Départementale 140 "de la Val Borbera", entre les communes d'Arquata Scrivia et Vignole Borbera. (Photo n° 17)

Dans cette zone géographique, en moins de vingt heures le torrent a fait enregistrer une hauteur de crue maximale égale à 3,50 m : ce choc hydraulique a causé un effondrement vertical d'environ 1,60 mètres, accompagné d'une rotation en avant et latérale de 3°49' de la seconde pile de la structure, ayant comme conséquence la rupture du dé de fondation et l'écroulement des deux travées qui s'appuyaient sur la même pile à cause d'un phénomène extrêmement violent de dégravolement à la base. (Photo n° 18)

Le pont en maçonnerie sur le Scrivia, à cinq travées de 22,50 mètres l'une, d'une longueur totale de 142,50 m, remonte à la seconde décennie du XXe siècle.

En tout cas, le pont effondré se présentait dans un état de risque évident d'écroulement total non seulement des deux travées centrales irrémédiablement compromises mais de la structure toute entière, à cause du manque d'équilibre des poussées horizontales sur la tête des piles, l'appui de la pile "enfoncée" n'existant plus : l'écroulement aurait fatalement causé un dégât irréparable ! C'est pour cette raison qu'en Juillet 2003 la Province d'Alexandrie a procédé à la mise en sécurité de 1ère phase (Photo n° 19) par un système de "tirage et ligature" du bloc pile – piédroit, en utilisant 6 barres Dywidag lisses d'un diamètre de 40 mm, d'une longueur jusqu'à 51,60 m et tendues, en une séquence de 16 phases, jusqu'à un tirage de 420 KN/chacune, isolant ainsi les travées centrales des restantes, laissant donc aux travées centrales la possibilité de s'écrouler, le cas échéant, sans interférer avec les autres parties de la structure.[9]

Avant les démolitions des arches, on a procédé à la consolidation des piédroits et des piles existants par des micro-poteaux de 240 mm de ϕ réalisés à partir de l'extrados de la semelle sur 24 mètres, traversant toute l'épaisseur de la structure, ainsi qu'à l'exécution d'une couronne de 51 "jet groutings" de 800 mm de ϕ interpénétrés à partir de l'extrados des plinthes, de 8 mètres de longueur chacun.

La "nouvelle" pile a été réalisée en béton armé coulé à l'intérieur de parois préfabriquées déjà revêtues de briques pleines afin de garantir la même forme géométrique et le même aspect que les piles préexistantes ; les nouvelles arches des deux travées reconstruites – successives à l'abattage contrôlé de celles qui étaient déformées – ont été réalisées en B.A. grâce à des éléments préfabriqués disposés en nombre de six par travée, ayant également la fonction de coffrage perdu. (Photo n° 20)

La semelle finale a été également construite en béton armé sur des prédalles perdues, après avoir enlevé les chaînes de sécurité de 1ère phase et bloqué ces "coffrages" aux

corniches inférieures au moyen de piquets en acier enfoncés sur 50 cm, garantissant leur résistance aux actions de freinage des véhicules en mouvement.

La nouvelle section transversale du plan routier a maintenant 10,30 m de largeur sur toute la longueur de la structure. (Photo n° 21)

Les travaux, commencés en Janvier 2004, ont été terminés en Juillet 2005 : au cours de la remise en état, la position et les dimensions de la pile n'ont pas été modifiées et l'interférence de la structure avec le torrent se trouvant au-dessous n'a pas été altérée.

Pour conclure la phase "alluvionnaire", il est intéressant de comparer les coûts supportés pour la réalisation des nouvelles structures avec ceux de la reconstruction des structures historiques, obtenant le tableau ci-après :

OUVRAGE	TYPLOGIE	SPF (m ²)	COÛT (€) (*)	COÛT UNITAIRE (€/m ²)
Viaduc "Rivellino" RD n° 78 Nouvel ouvrage	Structure en B.A.- Poutres en B.A.P. à π renv.	8.100	8.958.460,00	1.110,00
Viaduc "Isola S. Antonio" RD n° 87 Nouvel ouvrage	Structure en B.A. – Paires de poutres en B.A.P. assemblées sur place	5.152	6.579.700,00	1.280,00
Pont "Felizzano" RD n° 77 Nouvel ouvrage	Structure en B.A. – Caissons en B.A.P. réalisés sur place par à-coups à partir des piles	1.959,40	3.454.130,00	1.765,00

Pont "Castelnuovo Scrvia" RD n° 85 Remise en état de 13 travées	Consolidation de 6 piles en maçonnerie et des fondations relatives – Réfection de la semelle en B.A et de la partie au- dessous-	1.344,00	1.867.635,00	1.390,00
Pont "Arquata – Vignole" Reconstructio n de 5 travées	Consolidation de piles en maçonnerie- Démolition d'1 pile et de 2 arches en maçonnerie- Réfection intégrale d'1 pile et de 2 arches en B.A. revêtues de briques-	1.493,50	5.013.750,00	3.355,00

Tableau n° 1 – Les ponts des inondations 1994 - 2002

(*) Les coûts des Travaux Publics ont été actualisés à 2006



Photo n° 6 – Le pont le long de la RD 85 “Castelnuovo Scrivia – Alluvioni Cambiò” dans la localité Castelnuovo Scrivia, endommagé à la suite des crues du torrent Scrivia



Photo n° 7 – Le pont le long de la RD 85 “Castelnuovo Scrivia – Alluvioni Cambiò” dans la localité Castelnuovo Scrivia – Les travaux de réhabilitation du plan routier



Photo n° 8 – Viaduc “Rivellino” terminé

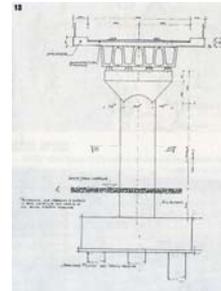


Figure n° 2 – Section type et détails du nouveau viaduc de la RD 78 sur le Tanaro



Photo n° 9 – Le nouveau pont sur la Départementale 87 – Contrôle statique effectué en date du 23/10/1999 au moment de la crue du torrent Scrivia



Photo n° 10 – Le nouveau viaduc sur la Départementale 87 – lancement de la dernière travée du viaduc



Photo n° 11 – Consolidation des plinthes et des piles du pont le long de la RD 85 “Castelnuovo Scrivia – Alluvioni Cambiò”

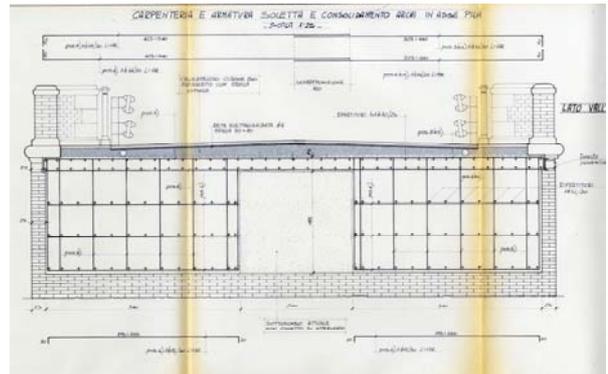


Figure n° 3 – La nouvelle section routière - charpenterie et armature du pont le long de la Départementale 85 “Castelnuovo Scrivia – Alluvioni Cambiò”



Photo n° 12 – Le pont réhabilité, avec la passerelle piétonne, à Castelnuovo Scrivia.



Photo n° 13 – Claveau du nouveau pont sur le Tanaro de la RD 77



Photo n° 14 – Vue du pont d’origine de Felizzano



Figure n° 4 – Plan de la zone de Felizzano avec la surface d’exondation atteinte par le Tanaro et l’emplacement du nouveau pont sur la Départementale 77



Photo n° 15 – Nouveau pont de Felizzano avec l'image de l'ancienne structure au fond

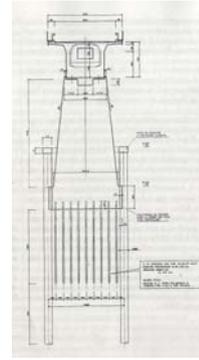


Figure n° 5 – Section type du nouveau pont "Felizzano"



Photo n° 16 – Fondations en puits des piles du nouveau pont le long de la Départementale 77

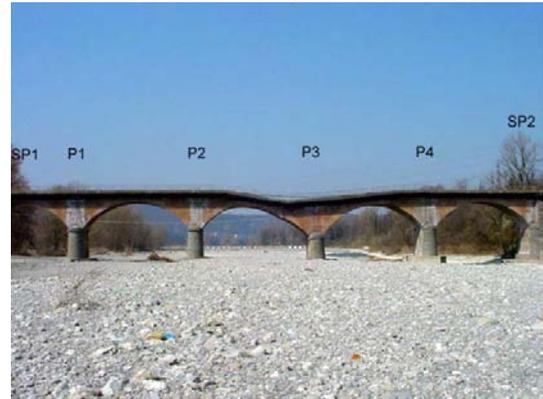


Photo n° 17 – Vue longitudinale - piédroits en amont – du pont effondré



Photo n° 18 – Détail de la charnière plastique sur arc



Photo n° 19 – Vue des chaînes pour la mise en sécurité de 1ère phase



Photo n° 20 – Mise en place des semi-arches préfabriquées



Photo n° 21 – L'ouvrage terminé sur le torrent Scivia entre Arquata Scivia et Vignole Borbera.

3. LE TRAFIC ROUTIER LOURD ET LE PATRIMOINE EXISTANT : RÉHABILITATION OBLIGÉE ET MODERNISATION NÉCESSAIRE DES STRUCTURES “HISTORIQUES”

*3.1 * L'entretien extraordinaire*

La mobilité véhiculaire sur les routes est en croissance constante, comme on peut d'ailleurs le déduire techniquement des données relevées par le Bureau du Cadastre Routier de la Province d'Alexandrie sur un échantillon de 13 routes du réseau tout entier, parmi lesquelles les 5 ex-nationales mises en évidence ci-après, qui sont celles où, dès Décembre 2003, on a mis en service des stations fixes relevant le trafic, placées sous le pavage routier, avec “téléchargement” périodique des données au moyen d'un logiciel spécial.

D'autre part les véhicules lourds, très fréquemment en mouvement à une grande vitesse sur des corps routiers et des ouvrages dont la forme géométrique et la structure sont inadéquats, ainsi que l'action de corrosion provoquée par l'eau saturée d'agents agressifs provenant du plan routier, ou bien par les sels antigels utilisés pendant la saison froide, contribuent dans leur ensemble à endommager l'état des semelles des structures, généralement en B.A., ainsi que celui des piles, rendant souvent urgente l'exécution des interventions de remise en état.

Malheureusement on remarque fréquemment le côté critique de l'élargissement du plan routier des ponts, réalisé généralement dans les années 70, surtout sur des structures en maçonnerie préexistantes, condition dans laquelle, pour en donner un exemple, la Province d'Alexandrie a récemment effectué une intervention considérable d'entretien

extraordinaire d'une structure le long de l'ex-RN 30 "de la Valle Bormida", à l'entrée d'Acqui Terme. (Photo n° 22)

Le pont a été l'objet d'une inspection détaillée en Octobre 2002, où on a également remarqué la dégradation généralisée des poutres, des trottoirs, des appuis des poutres et des piles ; l'état au fond du pont, contrôlé encore en 2005 au moyen de carottages spécifiques à partir des têtes de pile, ne causait ni représentait aucune inquiétude. (Photos n° 23)

La partie délabrée de la structure, c'est-à-dire la 1ère travée/côté amont, constamment surveillée, était fermée au transit des véhicules et des piétons à partir de Novembre 2002 et restait ainsi jusqu'au 10.04.2005. lorsque, sans aucun signe prémonitoire, et peut-être exclusivement à cause des sautes de température de l'hiver qui ont certainement accru l'évolution de la déformation, plutôt que la brusque hausse et baisse de température autour de cette date, les "liens" désormais faibles de cette partie avec les structures adjacentes ont cédé et la poutre s'est écroulée dans la rivière se trouvant au-dessous. (Photo n° 24)

Considérant également la présence de plusieurs lézardes, dont une longitudinale se propageant dans toutes les travées, entre la structure en arc préexistante et les poutres en B.A., et les lézardes transversales axées sur des piles, ainsi qu'à la suite des recherches d'exploration sur place, le manque d'un raccord transversal adéquat entre la structure d'origine et les poutres posées par la suite est apparu évident. Considérant donc l'instabilité possible des poutres en B.A. de toutes les travées, il a été jugé nécessaire d'éviter, dans la phase conceptuelle de remise en état [10] en vue de la sécurité, les opérations qui concernaient la structure en saillie, réalisant, le pont étant fermé à la circulation, la solution du raccord transversal "en chaîne" des poutres appuyées, d'après le modèle typologique ci-dessous : (Figure n° 6)

Ensuite on a mis en place une nouvelle poutre préfabriquée en B.A.P. réalisée à l'usine, d'une forme à peu près équivalente à celles déjà en place. Puis on a placé les coupelles préfabriquées et les armatures pour la coulée d'achèvement successive en correspondance de la partie extérieure de la semelle du plan routier et du trottoir de la 1ère travée déjà consolidée. (Photo n° 25)

Enfin on a procédé de façon habituelle à l'entretien des poutres existantes et endommagées, d'après le modèle opérationnel indiqué en figure n° 12 (Figure n° 7)

Le coût de l'intervention a été équivalent à 370.000,00 € ; le chantier a duré de Mai 2006 à fin Juillet 2006, avec une incidence unitaire de 245,00 €/m² - valeur mise à jour à 2006. (Photos n° 26)

*3.2 * L'adaptation fonctionnelle*

Un autre filon opérationnel de plus en plus important pour l'Administration Publique consiste à procéder à l'adaptation fonctionnelle des ponts et viaducs existants pour développer leur possibilité d'utilisation également en termes de sécurité pour le mouvement des véhicules aussi bien que des piétons.

C'est le cas du pont de Serravalle Scrivia (Photo n° 27), le long de la RD 143 "Serravalle – Vignole", où de Mars 2002 à Novembre 2002, juste quelques jours avant l'événement catastrophique qui s'était produit sur l'autre structure quelques kilomètres en amont, mentionné dans les pages précédentes, la Province d'Alexandrie avait procédé à la réalisation d'une passerelle piétonne ainsi qu'à d'autres travaux de modernisation de la structure. [11]

Le pont de Serravalle Scrivia, dans son aspect actuel, avec quatre grandes arches en maçonnerie sur le torrent Scrivia et des arceaux en correspondance de l'entrée du village, remonte à 1834, lorsqu'à la suite d'une crue extraordinaire du cours d'eau, les dernières

arches furent rehaussées, donnant au pont l'aspect incliné visible aujourd'hui, sur une longueur de 150 mètres. Considérant la largeur moyenne du plan routier de 5,26 m, donc à peine suffisante au transit parallèle de deux véhicules, la limite de portée de l'infrastructure de 10 tonnes, la présence de deux trottoirs d'à peine 65 cm de largeur protégés, comme d'ailleurs la route, uniquement par des garde-fous métalliques, il a paru inéluctable, en 2001, de programmer la construction d'une passerelle piétonne en B.A. sur la saillie d'aval du pont, afin de permettre le raccord en toute sécurité entre les habitants du hameau Lastrico et le centre du village, en élargissant autant que possible le plan de roulement des véhicules et en le délimitant par des rails de sécurité métalliques conformes aux nouvelles prescriptions techniques, en les dissimulant à l'extérieur par des plaques brunies et une gouttière en cuivre. (Figure n° 8)

Le travail, qui a également comporté l'élargissement du chemin de roulement jusqu'à 5,50 m, pour une semelle totale de 8,10 m, a été naturellement exécuté par phases afin de permettre le mouvement des véhicules légers en alternant le sens de la marche ainsi que le remplacement de plusieurs lignes de sous-services.

La poutre servant de contrepoids à la passerelle, réalisée en B.A. à l'intérieur du corps du pont en arc, était particulièrement massive, atteignant les dimensions de 80 cm * 100 cm ; la nouvelle limite de portée du pont, contrôlée pour des charges de 2ème catégorie, a été établie à 25 tonnes, soit nettement supérieure à la valeur d'origine. (Photo n° 28)

Le coût total de l'intervention d'adaptation fonctionnelle de cette structure "historique" significative s'est élevé à 405.000,00 € – valeur actualisée à 2006 - avec une incidence unitaire de 335,00 €/m².



Photo n° 22 – Vue générale du pont sur la Bormida, le long de l'ex-RN 30, à Terzo d'Acqui



Photos n° 23 – Etat de dégradation du pont de l'ex-RN 30 à Terzo pendant les premières années de ce siècle



Photo n° 24 – Ecrroulement de la 1ère poutre – côté amont du pont sur l'ex-RN. 30 à Terzo

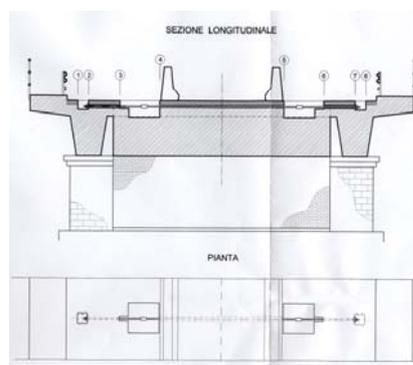


Figure n° 6 – Consolidation "en chaîne" des poutres d'élargissement du pont à Terzo, le long de l'ex-RN 30



Photo n° 25 – Mise en place de l'armature de la nouvelle semelle en correspondance de la 1ère travée remise en état du pont de Terzo le long de l'ex-RN 30



-Surfaces à traiter pour tous les travaux

Travaux sur les poutres existantes

- 1 – Dressage des intrados de tabliers au moyen du sablage ou du sablage humide avec de l'eau sous pression en utilisant du sable siliceux
- 2 – Enlèvement du béton (colcrète) armé délabré :
 - jusqu'à 2 cm sur tout l'intrados
 - jusqu'à 4 cm dans les zones les plus détériorées
- 3 – Mise en place des fers d'armature existants pour la préparation des nouvelles coulées
- 4 – Prétraitement des surfaces en béton avec une solution aqueuse de résines acrylico-vinylées
- 5 – Remise en état de la section d'origine avec du béton (colcrète) à grande durabilité et l'emploi d'additifs de fluidification et d'expansion
- 6 – Traitement de protection avec des matières à base de liants cimentaires modifiés par des polymères synthétiques époxydiques

Figure n° 7 – Phases de l'intervention de remise en état du béton et des armatures délabrés du pont de l'ex-RN 30 / Terzo



Photos n° 26 – Vue du pont de Terzo le long de l'ex-RN 30, une fois les travaux terminés



Photo n° 27 – Vue du plan routier "d'origine" du pont sur le Scrivia le long de la RD 143

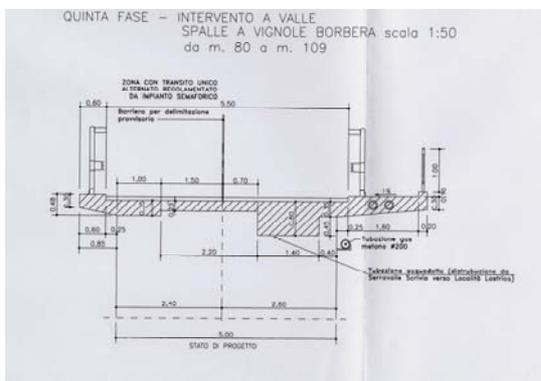


Figure n° 8 – Section transversale du projet de pont sur le Scrivia / RD 143



Photo n° 28 – Vue générale du pont sur le Scrivia et la passerelle piétonne relative / RD 143

4. LE MONITORAGE DES OUVRAGES D'ART À L'HEURE ACTUELLE ET UN REGARD VERS L'AVENIR

4.1 * *Le Cadastre Routier*

Le Bureau du Cadastre Routier, même s'il est prévu par l'Art. 13 du Nouveau Code de la Route – Décret-loi n° 285/1992, a été institué par la Province d'Alexandrie en 2002, à la suite de la promulgation du Décret Ministériel 01.06.2001. [12]

Cette dernière disposition normative a établi que le recensement des données et des informations, visant à la gestion et programmation des interventions de la part des Administrations gérant le réseau routier, constitue la banque de données pour le SIS – Sistema Informativo delle Strade (Système d'information routier) - et que par conséquent la recherche des notes utiles doit présenter des références géographiques de même que les éléments de base constituant le tracé routier (axes, virages et nœuds).

Le Cadastre Routier de la Province d'Alexandrie a donc pour objectif de créer une banque de données de référence pour le réseau routier de l'Administration, une banque de données partageable avec toute autre structure publique opérant sur le territoire, justement parce qu'elle est établie dans un langage, c'est-à-dire par une méthode rendue univoque par le D.M. 01.06.2006.

Les informations acquises, et implémentées par le Bureau du Cadastre Routier de la Province avec le logiciel réservé, concernent :

- le monitoring du trafic
- la fréquence des accidents sur le réseau routier
- les ouvrages d'art
- les concessions, par conséquent la gestion des accès et des affiches.

Voulant traiter des ponts, car tel est le sujet du Mémoire, le Service Technique/Direction du Réseau Routier de la Province d'Alexandrie a entrepris dès 2003, d'une façon systématique et scientifique, le contrôle de la stabilité des ouvrages d'art routiers, relevant les structures d'une longueur supérieure ou égale à 10 mètres le long des Routes Départementales "historiques" et des ponts de n'importe quelle dimension le long des Routes ex-Nationales transférées.

Dès le début de l'activité de contrôle des conditions de stabilité des ouvrages d'art, on a constaté comment l'indication des techniciens recenseurs a déjà "obligé" à intervenir dans plusieurs cas concrets pour effectuer des travaux extraordinaires urgents, garantissant ainsi un meilleur niveau de sécurité pour la viabilité des routes de la Province.

4.2 *L'avenir*

Un grand effort infrastructurel est en cours à la Province d'Alexandrie dans le domaine des Travaux Publics, pour le réseau routier aussi bien que le bâtiment.

En particulier, les variantes routières en cours de conception sont actuellement au nombre de 7, pour un montant de plus de 98 millions d'euros, désormais toutes approuvées par les Conférences des Services spécifiques.

D'une manière analogue, à proximité de Marengo, sur l'axe routier de l'ex-RN n° 10 "Padana Inferiore", où environ 45.000 véhicules circulent tous les jours à l'entrée et à la sortie d'Alexandrie, on envisage un nouvel axe de variante, d'un coût de plus de 65 millions d'euros, dont le nouveau pont sur la Bormida, une structure mixte en acier et béton, ayant une portée totale de 260,00 m, sera l'ouvrage le plus significatif. [13] (Photo n° 29)



Photo n° 29 – Projet du nouveau pont sur la Bormida le long de la variante routière allant de Marengo vers la Ville d’Alexandrie

5. CONCLUSIONS

Nous avons mis en évidence la grande quantité de travail infrastructural réalisé par la Province d’Alexandrie sur les routes “historiques” lui appartenant et sur celles qui proviennent du domaine de l’Etat.

Les exemples des nouveaux ouvrages d’art construits dans les endroits frappés par les inondations, plutôt que les “entretiens extraordinaires” auxquels il a fallu faire face, sont le témoignage de l’effort prodigué sur le territoire pour améliorer les liaisons entre les différents centres reliés par un réseau routier de 2.150 km d’extension.

Les travaux effectués sur les ponts, et en général sur tous les ouvrages, sont tous compatibles avec l’environnement.

Une nouvelle méthodologie moderne pour connaître son propre patrimoine infrastructural est celle qui provient du Cadastre des Routes qui, établi comme norme par le D.M. 01.06.2001, est devenu opérant dans la Province et constitué en Bureau structuré à partir de 2002.

De grands projets pour un proche avenir, avec un plan financier important à la base de la construction de sept variantes routières en correspondance des nœuds critiques liés au réseau de 1er niveau existant, et un espoir : celui de faire “voler” les véhicules de Marengo à Alexandrie au-dessus de la Bormida grâce à un nouveau pont.

Tout ceci représente la synthèse “structurelle - constructive” de la Province d’Alexandrie : un grand remerciement à tout le Service Technique qui continue à faire parler de lui pour le bon motif, et celui qui opère dans le domaine des Travaux Publics sait combien cela est important et très difficile.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Ing. P.A. Dezza – Ufficio Tecnico della Provincia di Alessandria

“La costruzione di nuovi ponti e la ricostruzione di ponti antichi negli ultimi dieci anni della Provincia di Alessandria: attività di cantiere ed interazione con il Catasto Strade” – Napoli, 4-7 Ottobre 2006 - XXV Convegno Nazionale Stradale - Associazione Mondiale della Strada - Comitato Nazionale Italiano – Comitato tecnico C.4.4 “Ponti Stradali e connesse strutture”

[2] Ing. P.A. Dezza / Arch. R. Bocchino / Ing. A. Clemente / Ing. M. Robiola – Ufficio Tecnico della Provincia di Alessandria

“Interventi vari per il miglioramento del livello di sicurezza su strade extraurbane di grande traffico in provincia di Alessandria” – Le Strade, 1-2/2005

