

EVOLUTION DE LA CONSTRUCTION DES PONTS

par B. Mijuskovic

*Service des Ouvrages d'Art
Division Technique - D.R.C.R*

La plupart des ponts au Maroc sont d'une époque assez récente ; il ne subsiste plus que quelques unités anciennes datant du début du siècle, notamment les ouvrages en maçonnerie dont certains sont encore en service.

Au cours des dix dernières années, on a construit ou reconstruit beaucoup de ponts. Il s'agit d'une part de la reconstruction d'ouvrages existants trop étroits ou ne pouvant supporter qu'une charge limitée. Cette limitation de charges est dû soit de l'état vétuste du pont soit du fait que celui-ci avait été calculé selon l'ancien règlement. D'autre part la construction de ponts nouveaux est souvent due à la création de routes nouvelles notamment l'Autoroute Casa-Rabat.

La croissance du trafic routier a nécessité l'adoption de meilleures caractéristiques du tracé, ce qui a introduit le principe de ne pas toujours aborder les brèches de la manière la plus économique ; les ponts construits au cours de la décade sont en plus forte proportion qu'auparavant des ouvrages de grande longueur. Toutefois il n'en est pas résulté d'innovations radicales ; les plus grandes portées ne dépassent que peu 40 mètres, c'est à dire la limite, du point de vue économique, de la travée indépendante en béton précontraint. Ainsi le record de portée de 100 m établi peu après la première guerre mondiale avec la construction des ponts suspendus de la RP. 1 (Casablanca - Rabat) reste toujours à battre. Cependant diverses raisons justifient cet état de chose.

— Il ne s'est pas trouvé de brèche de plus grande longueur qui ne puisse être franchie sans appui intermédiaire.

— Les cas où d'autres techniques que la travée indépendante en béton précontraint (poutres continues construites en encorbellement ; métal) pouvaient être envisagées ont été peu nombreux ; les conditions prévisibles d'amortissement des équipements nécessaires à leur utilisation étaient en conséquence trop mauvaises pour qu'elles fussent compétitives.

— L'acier s'est beaucoup renchéri au début de la décade et il est d'autant moins avantageux que le secteur de la construction métallique en général est peu développé.

D'une manière générale, dès la fin de la deuxième guerre mondiale, la technique s'est uniformisée et l'on a plus construit qu'en béton armé et plus tard en précontraint. Les ponts construits avec d'autres matériaux, bois, maçonnerie (que l'on trouve surtout dans l'Atlas) métal et poutrelles enrobées sont tous anciens. Cette situation n'a pas évolué au cours de la décade. Néanmoins on a pu noter une timide réapparition de la maçonnerie dans les ouvrages d'assainissement à l'occasion de la construction de routes par la Promotion Nationale, institution dont le but est l'emploi de main d'œuvre. La construction de plus grands ouvrages en maçonnerie pourrait être intéressante, parce que c'est une technique à haut emploi de main d'œuvre qui ne requiert que très peu de biens importés, directement ou indirectement ; mais il n'y a plus d'ingénieurs rompus à cette technique, peu de tailleurs de pierre, et pas d'entreprise spécialisée.

Il faut donc chercher l'évolution, de ces dix dernières années dans la conception des ouvrages à l'intérieur du domaine du béton armé et précontraint, dans les méthodes d'élaboration des projets et dans certaines dispositions constructives.

1 — Conception des Ouvrages :

Dans le domaine de la conception des ouvrages, on retiendra :

- La progression du béton précontraint au détriment du béton armé : le précontraint est devenu plus avantageux à partir de 25 mètres de portée ;
- La généralisation de la préfabrication et du lancement des poutres en béton précontraint ;
- L'utilisation systématique du hourdis continu, commun à plusieurs travées indépendantes ; cette technique, imaginée en France dans les dernières années de la décennie 1960-1970 présente deux avantages : calcul plus aisé de la répartition des efforts horizontaux et suppression des joints de chaussée intermédiaires. Le hourdis continu le plus long est celui du pont sur l'Oued Ziz à Aït Athmane (228 mètres) construit presque au même temps que l'application massive des hourdis continues en France.
- L'adoption de règles définitives en matière d'entretoises et appareils d'appui, dès avant la décade, aucun pont poutre ne comportait plus d'entretoises intermédiaires mais il y avait hésitation sur les entretoises d'appui. Le pont cité ci-dessus sur

l'Oued Ziz par exemple n'en comporte pas. On a eu, au cours de la décennie, à faire face à quelques cas de défaillance d'appareils d'appui en élastomère fretté, imputables à ces appareils et non à une quelconque erreur de conception des appuis ; il a en conséquence été décidé de munir les ponts à poutres, d'entretoises d'appuis permettant la reprise du tablier sur vérins en vue du changement éventuel d'appareils d'appui défectueux.

- L'innovation majeure est l'utilisation, des ponts à dalle continue en béton armé ou précontraint qui sont devenus et rapidement de pratique courante. A ce titre l'un des échangeurs de l'autoroute urbaine de Casablanca en comporte quatre, avec des parties atteignant 25 mètres.

Ce type d'ouvrages était pratiquement ignoré auparavant ; la raison en est qu'alors, faute de moyens de calcul appropriés, ils étaient calculés comme la juxtaposition de poutres de 1 mètre de large, hypothèse conservatrice qui les rendait le plus souvent sans intérêt. La plus grande portée réalisée est la travée centrale de 34,4 mètre du radier semi-submersible sur l'Oued Drâa.

Il convient de dire quelques mots de ces ouvrages. Avant 1973, un radier semi-submersible était un ouvrage modeste, de faible hauteur au-dessus du lit de la rivière, formé d'une dalle d'une portée entre appuis n'excédant pas 7,50 mètres. Au cours de la dernière décennie, la réflexion et le calcul ont montré que sous réserve de certaines précautions un véritable pont pouvait supporter la submersion en cas de crue, ces précautions consistent essentiellement :

- à donner un profit hydrodynamique au tablier,
- à ne pas munir l'ouvrage de garde-corps ou à prévoir des garde-corps légers conçus pour être aisément emportés dès le début de la crue.
- à concevoir les appuis de telle sorte que le tablier ne puisse pas ripper sous la poussée des eaux et à tenir compte dans le calcul de cette poussée.

On est ainsi arrivé à construire des radiers semi-submersibles dont le tablier est une dalle continue avec des portées atteignant 17,50 Mètres. Ils sont particulièrement intéressants pour le franchissement des cours d'eau des régions semi-désertiques, sujets à d'une part d'énormes crues soudaine d'autre part le lit majeur de l'oued très large et son franchissement par un ouvrage évacuant les crues centaines serait excessivement onéreux alors qu'un ouvrage semi submersible peut être limité au franchissement du lit mineur sans que ses accès forment barrage. En dehors des régions semi-désertiques, ce type d'ouvrage a été utilisé sur l'Oued Moulouya. Le record de longueur

est détenu par le radier semi-submersible de Bouanane avec 300 mètres.

2 — Fondation et leur évolution :

Il est connu que la résistance du sol et le système de fondation influencent le choix du système de la structure du tablier d'un pont.

La fondation des anciens ouvrages construits au Maroc avant la 2ème guerre mondiale sont, soient superficielles, soient semi profonds. A cette époque aucune statistique hydrologique n'existait, et si elle existait, elle était insuffisante pour pouvoir estimer le débit d'un oued. Le même problème se posait pour les affouillements du lit des oueds. A la longue, beaucoup de ponts se sont effondrés pendant les crues, la plus spectaculaire, connue, est celle de 1970 à la suite de laquelle 14 petits et grands ponts de la région TAZA. — ACNOUL ont été emportés en une seule nuit.

Deux types de fondations profondes étaient envisageable à l'époque :

- pieux en bois ou en béton armé préfabriqués et battus, et caissons havés.

Cependant, vu leur coût trop élevé ces fondations ont été rarement adoptées au Maroc.

Après la deuxième guerre mondiale l'évolution technique s'est accompagnée rapidement d'idées novatrices dans tous les domaines et particulièrement pour les études et connaissance géomécanique et parallèlement pour les études de fondations des ponts.

Du premier temps ce sont les innovations relatives à la mise en place des pieux formée de petit diamètre (de 55 à 80) et dernièrement de 1,20 m à 1,50 m. Au Maroc, le diamètre de 1,20 m est le plus grand diamètre appliqué pour la fondation des ponts.

Durant la dernière décennie, l'évolution essentielle en matière de disposition constructives est l'adoption de plus en plus fréquente des barrettes ou pieux cylindrique.

Ces organes dont la réalisation a été rendue possible par l'introduction du matériel approprié, offrent une meilleure résistance aux efforts horizontaux seront permis de faire des économies substantielles.

L'utilisation des barrettes ou des pieux forrés de gros diamètre influençait énormément la conception des culées, les diminuant au minimum comportant seulement un chevetre (avec garde grève et deux petits murs en ailes) posé sur 2 ou 3 pieux ou barrette, suivant la longueur de la culée.

Durant la décennie écoulée, tous les nouveaux ponts, traversant

un cours d'eau, sont étudiés dans cette optique, pour pouvoir résister à toutes les crues du projet et sans dégâts, en cas des affouillements importants, en prévoyant seulement la fondation profonde sur les pieux forrée ou sur les barrettes.

Les fondations sur les caissons havées sont rare. Le seul exemple est celui du pont sur l'oued Loukkos à Larache dont 3 caissons de 20 m de hauteur ont été inclinés pendant la descente, ce qui produira le changement de la conception au moment de la construction et l'augmentation du coût total d'ouvrage.

3 — Les règlements de conception et d'étude des ponts :

Avant de parler des méthodes de calcul, il est indispensable d'évoquer l'évolution des règlements de conception et d'Etude des ponts.

Le rôle essentiel d'un règlement technique est d'éclairer et de guider l'Ingénieur, de lui faire éviter des graves fautes de conception, de calcul et d'exécution. Les principes généraux de SECURITE sont donc les raisons pour lesquelles les règlements ont été établis.

Un règlement sert aussi de base de référence ou de dénominateur commun pour procéder à une mise en concurrence équitable lors des Appels d'offres.

Il est difficile de savoir quand les premiers règlements ont été établis, probablement depuis les grandes constructions en Egypte, Assyrie, Babilon, Grèce, Rome, quand certaines lois de construction ont été transmises de père en fils sans laisser de traces écrites. En ce qui concerne les règlements sous la forme que nous connaissons, actuellement on sait que pour « LE CIMENT ARME » les premiers sont sortis en France en 1904 et en Allemagne en 1906. A partir de ces dates les règlements de BA ont été plusieurs fois réexaminés et modifiés.

Au Maroc, plusieurs règlements ont été utilisés en parallèle à son évolution technique dans la construction, d'abord les règlements anciens Portugais puis Espagnols et récemment Français. On trouve des ponts qui ont été calculés avec les règlements de la fin du XIX siècle, dont le type de surcharge était un CHARIOT tiré par plusieurs rangs de chevaux. A partir de notre indépendance, ce sont les CPC français qui sont devenus les règlements officiels pour la conception d'étude et la construction des O.A. Ces règlements peuvent être classés en trois groupes :

- a) ceux concernant les études des ouvrages d'art et en particulier :
 - le type de surcharges
 - le Béton armé
 - le Béton précontraint

— le Métal et les ouvrages mixtes (béton acier).

b) qualité des matériaux de construction : Béton, Acier

c) conditions de construction des O.A. et contrôle des travaux.

A partir de 1973, ces règles parasismiques Marocaines sont apparues, mais elles restaient limitées aux bâtiments et constructions industrielles. Ils n'existent pas des règlements Marocains particuliers aux ponts, comme c'est d'ailleurs, le cas de la plupart des pays. Néanmoins dans certains cas bien rares on était amené à procéder à la vérification des ponts sous l'effet du seisme, en s'inspirant des règles parasismiques de 1973 citées ci-dessus.

Les règlements et la sécurité des ouvrages d'art.

Les règlements actuellement utilisés sont plus arbitraires et moins impératifs, permettant à ceux qui veulent suivre simplement le règlement de prendre les règles telles quelles, et à ceux qui veulent faire preuve d'initiative et de créativité de présenter d'autres solutions qui devront naturellement toujours être justifiées par des résultats expérimentaux. Ces règlements sont basés sur la théorie classique des contraintes admissibles, ou du coefficient de sécurité, qui présentent beaucoup d'inconvénients tel que : imprécisions de construction, dispersions de résultats de la résistance des matériaux de construction, durabilité d'ouvrage, etc... Aussi une structure doit-elle non seulement avoir la sécurité nécessaire vis-à-vis de sa capacité résistance, mais aussi de son comportement dans les conditions de service qui doit être acceptable.

Pour cette raison et pour tenir compte de l'influence défavorable des surcharges par rapport au poids propre, aux surcharges permanentes et aux actions de deuxième ordre telles que le vent, la température, le retrait du béton, les ouvrages en B.A. sont calculées en appliquant une majoration des surcharges par un coefficient de pondération pour le 1er genre de 1,2 et 1,5 pour le 2ème genre. Les contraintes admissibles du béton seraient majorées en conséquence d'une certaine proportion. Ces règlements du B.A. actuellement en utilisation au Maroc, voulaient corriger beaucoup d'imprévues des anciens règlements. La pondération du 1ère genre améliora les conditions de sécurité en cas de service de l'ouvrage, et la pondération de 2ème genre tend à répondre aux conditions de résistance à la rupture. On peut dire que ces derniers règlements approuvés en 1970, sont à mi-chemin entre les règles classiques et celles tout à fait nouvelles connues sous le nom de « Règles aux Etats limites » qui ne sont pas encore approuvées et appliquées au Maroc.

En ce qui concerne les surcharges, les règles de 1971, qui sont en-

core en vigueur, tiennent compte des trois types de charge officiels : surcharge A, surcharges B (Bc, Bt, Br) et aussi les surcharges destinées aux itinéraires militaire, M (Mc et Me).

Sur les itinéraires classés, pour permettre la circulation des convois lourds exceptionnels, le règlement prévoit deux types : D et E. Suite aux accidents plus ou moins graves qui se sont produits sur les ponts de faible portance, Monsieur le Directeur des Routes a décidé, par sa note de Mai 1978, que tous les ponts du réseau routier national et ceux dont l'importance de l'investissement justifié le surcoût, soient calculés avec le convoi militaire Mc 120.

Dans le cas du BP, il n'existe pas de règles officielles. Elles sont arrêtées au niveau des instructions provisoires No 1 de 1965 encore en application au Maroc. Les instructions provisoires No 2 de 1973 n'ont pas trouvé leur champs d'application non seulement au Maroc, mais aussi en France, pays origine de ces règlements, à cause du manque de simplification et de long calcul.

Malgré que ces règlements tendent à être détaillés, bien souvent, pour beaucoup de questions elles sont dans l'impossibilité d'y répondre d'une façon satisfaisante.

Le plus grand vide au niveau du règlement pour la conception, l'étude et la construction des ouvrages d'art, est le manque des règlements consacrés aux problèmes de fondations.

Méthodes d'études :

Devant la décennie écoulée « le moteur le plus puissant du développement d'étude » résidé dans l'utilisation intensive des calculs électroniques pour calcul des tabliers, quelquefois pour les piles et culées et fondation profonds. Il faut signaler que l'utilisation des programmes n'était pas pour le goût de luxe, mais pour le souci d'économie, d'efficacité d'exactitude et de possibilité d'optimisation. Les résultats de cette technique sont bien connus dans le monde héritiers. Ils ont été spectaculaire dans la mesure où l'on a pu remplacer une semaine de travail d'un Ingénieur par une minute de travail d'ordinateur. A part l'économisation du temps d'étude, la réduction du temps de contrôle et vérification des projets et aussi important. Les études ne sont pas encore complètement automatique. Souvent ce sont les études des divers structures des tabliers. Pour avoir une idée, il faut savoir que les premières utilisations des calculs électronique ont commencé en 1957 à CHICAGO, au Road Show. En France le fer de lance de la méthode est le calcul entièrement automatique des ponts inauguré le 1er février 1961.

Le Maroc a bénéficié des possibilités du calcul électronique de deux manières :

- certains bureaux d'études ont accès à des programmes installés en France, au Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) notamment par l'intermédiaire de bureaux d'études français ; ce n'est pas une solution idéale mais elle nous apporte néanmoins les possibilités d'optimisation et les garanties d'exactitude des calculs que seule procure l'informatisation des études,

- la Direction des Routes a profité des facilités offertes par le calcul automatique pour faire établir des dossiers d'ouvrages types suffisamment proches les uns des autres pour qu'il soit possible, le plus souvent, d'adopter l'un d'eux ou en tout cas de déduire chaque projet particulier par adaptation ou interpolation sans véritable calcul. Il convient de s'étendre davantage sur ce point.

Les objectifs de ces dossiers types étaient multiples :

- 1) normalisation des études et des techniques de construction ;
- 2) aide à la planification par les données d'avant métré contenues dans les dossiers.
- 3) amélioration de la qualité technique des études par la rationalisation et l'harmonisation de la conception des ouvrages d'art.
- 4) réduction des délais d'études
- 5) réduction des coûts d'études.

Une première tranche de dossiers types a été éditée en 1978 elle comprend :

- 1) radiers submersibles : SUB — 78
- 2) cadres fermés en béton armé : CAD — 78
- 3) portiques ouverts en béton armé : POB — 78
- 4) ponts dalles en béton armé : DA — 78 .
- 5) ponts dalles en béton précontraint : DP — 78
- 6) ponts à poutre en béton armé : PA — 78
- 7) ponts à poutres en béton précontraint : PP — 78
- 8) murs de soutènement : MUS — 78

En ce qui concerne les ponts, les dessins portent seulement sur les ouvrages droits, ils ne contiennent que les tabliers.

Ces dossiers d'ouvrages types n'ont pas eu le succès escompté.

Seuls ont été bien utilisés par les bureaux d'étude de l'Administration les dossiers types des :

- radiers submersibles,
- dalots cadres,

quelque peu celui des murs de soutènement, et très rarement les autres.

Quant aux bureaux d'études privés, après avoir longtemps conti-

nué d'utiliser d'autres types anciens d'ouvrages ayant reçu dans le passé l'approbation de l'Administration, ils sont venus ces deux dernières années, sous la pression de celle-ci, à utiliser systématiquement les dossiers-types pour les ouvrages que ceux-ci couvrent.

Il y a plusieurs raisons aux difficultés rencontrées dans l'entrée en application pratique des dossiers-types :

- un grand nombre de cadres nouveaux venus dans les services de l'Équipement en ignorant tout simplement l'existence,

- certains bureaux d'étude non spécialisés (topographes notamment) chargés d'études routières comportant de petits ouvrages d'art préfèrent continuer à recopier les ouvrages types dont ils ont l'habitude plutôt que faire l'effort de comprendre la façon d'utiliser les ouvrages types de 1978,

- enfin et surtout, ces dossiers sont incomplets ; le fait que les dossiers de pont laissent à l'utilisateur le soin d'étudier les appuis, oblige à en concevoir de compatibles avec la superstructure leur fait préciser d'anciens types qui ne requièrent pas cet effort ; on constate en effet que les dossiers complets (radiers submersibles, cadres) ont eu plus de succès que les ponts.

Aussi la Direction des Routes et de la Circulation Routière a-t-elle entrepris de compléter les dossiers-types, en y introduisant les ouvrages biais et les appuis des ponts. Ces nouveaux dossiers 82 sont sur le point d'être approuvés au moment où est écrit cet exposé.

Nous envisageons, pour que cette fois-ci les dossiers types soient réellement utilisés aussitôt que disponibles :

- d'organiser périodiquement des séminaires ou conférences de recyclage pour initier à leur utilisation les cadres nouveaux de l'Entreprise ou de l'Administration.

- de diffuser ces dossiers aux autres Ministères qui ont à construire des ouvrages — (intérieur, Agriculture) ; s'ils veulent bien les adopter, la standardisation des ouvrages simplifiera la tâche des bureaux d'études et entrepreneurs et devrait apporter une réduction des coûts.

Les dossiers-types dont on vient de parler apportent pour leur part un ensemble d'innovations ; en particulier, les abouts de tablier des ponts dalles ont été conçu de façon à rendre les ouvrages parfaitement antisismiques.

Nous ne nous étendrons pas sur les détails d'équipement des tabliers, joints de chaussée notamment, pour lesquels on a mis à profit l'apparition sur le marché de nouveaux dispositifs et consenti un sérieux effort de normalisation.

Signalons enfin, bien qu'il ne s'agisse pas à proprement parler d'une disposition constructive, l'utilisation de plus en plus fréquen-

te des résines époxy pour la réparation d'ouvrages dégradés par corrosion d'armatures.

5 — Perspectives d'avenir :

a) Généralités

Le proche avenir verra la construction d'assez nombreux ponts. A eux seuls, trois grands projets en comportant la dernière tranche de l'autoroute Casablanca-Rabat (9 dont un de près de 100 mètres sur l'Oued Yquem), la route de contournement de Rabat (dont un pont de 179,00 mètres sur l'Oued Bouregreg) et la liaison Kénitra-Larache (dont le pont de 205 mètres sur l'Oued Sebou).

Les ponts encore en service datant de 1973 ou avant sont au nombre de 3500 ; ceux, construits au cours de la décennie 1974-1983 100 ; on ne peut estimer exactement le nombre de ceux qui seront construits dans les dix années à venir, puisque le plan ne va pas aussi loin. Mais tout donne à penser que le nombre d'ouvrages construits annuellement et leur importance continuera de croître. La limite de portée des 40 mètres est déjà franchie avec le pont sur le Loukkos à Larache qui comporte deux portées de 60 mètres comportant une pile marteau avec deux consoles de 20 m ce qui a impliqué une autre structure que la poutre en T actuellement seule utilisée pour les grandes portées ; un nouveau système de construction est mis en marche au Maroc avec la construction du pont sur l'oued Lakhdar sur l'accès à l'Usine Electrique d'Amougguez. Il s'agit des ponts à poussés qui peuvent devenir très concurrent aux ponts à poutres préfabriquées jusqu'au 40 m de portée, et de les dépasser (50, 60, 70 m) et plus une nouvelle technique une fois introduite à cette occasion, elle ne manquera pas de trouver de nombreuses.

b) Prévision des crues :

Les crues des cours d'eau font courir aux ouvrages d'art deux ordres de risques :

- risques concernant l'accomplissement de leur fonction,
- risques de dégradation ou destruction de l'ouvrage.

Les auteurs de projets de ponts ont dans le passé traité ces problèmes trop à la légère, il en est résulté de nombreux accidents, ponts contournés par le déplacement du lit de la rivière, ponts détruits.

Ignorer le problème est un excès d'optimisme qui confirme la malhonnêteté intellectuelle. Le traiter avec des critères de dimensionnement tels que la « hauteur de crue maximale probable » non étayés par une analyse statistique ne vaut guère mieux.

Au début de la décennie, les débits de crue étaient évalués au Maroc soit, pour les petits bassins versants, par des formules diverses dans les différentes régions, empruntées à des pays étrangers et calibrées trop sommairement, soit, pour les grands bassins versant par les formules de HAZAN et LAZAREVIC calibrées pour 7 régions Marocaines d'après les données pluviométrique des années 1957 à 1967 (ces formules ont été présentées au colloque de Leningrad - 1967).

Il est apparu nécessaire de mieux organiser la prévision des crues. Pour les grands bassins versants, une étude confiée à SOGREAH a confirmé que les formules régionales constituaient une excellente approche, sauf pour la région du Rif où d'après les observations de la période 1967 - 1977, il y aurait sous estimation.

Pour les petits bassins versants, une étude pilote a été confiée à HIDROTECHNICA PORTUGUESA en collaboration avec HYDRAUTECHNICA-MAROC pour le vaste bassin de l'Oued Sebou ; elle doit servir de modèle à l'étude progressive des autres bassins, travail important qui prendra encore quelques années.

Il serait intéressant que la Direction de l'Hydraulique entreprit de contrôler à nouveau les formules régionales de HAZAN et LAZAREVIC pour une période plus longue, par exemple 1957 - 1987.

De par le caractère aléatoire des crues, de certains aspects périodiques ou pseudo-périodiques du régime pluviométrique, la prévision des crues nécessite des observations sur une longue période ; c'est par conséquent œuvre de longue haleine. Les efforts entrepris permettent d'escompter que l'on disposera d'un outil convenable avant la fin des prochaines dix années.

c) Affouillements :

Les crues violentes des cours d'eau marocains font courir aux ouvrages un risque grave de ruine par affouillement de leurs appuis ; il est donc essentiel de pouvoir évaluer correctement la profondeur des affouillements à craindre pour concevoir convenablement les fondations des ouvrages. L'observation des affouillements est difficile parce que ceux qu'on peut observer après une crue ne révèlent pas la situation pendant la crue.

Faute d'observations, la pratique courante est d'utiliser des formules empiriques, d'origine américaine qui, malheureusement ont été calibrées sur des fleuves (colorado, Missisipi dont le régime est fort différent de celui de nos oueds.

En collaboration avec le Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes, la Direction des Routes a mis en place près du pont d'Aït Melloul sur l'Oued sous une pile expérimentale qui livrera de pre-

mières observations. Il est prévu en réaliser d'autres ; un certain nombre d'années devra encore s'écouler pour que la synthèse des observations permette d'aboutir à des règles adéquates aux conditions marocaines.

6 — Conclusion :

Sans que le Maroc puisse jusqu'alors présenter de réalisations spectaculaires dans le domaine des ouvrages d'art, on mesurera, nous l'espérons, que des efforts non négligeables ont été consentis pour réaliser dans les meilleures conditions des ouvrages satisfaisants.

Il reste beaucoup à faire, notamment en matière de surveillance et entretien des ouvrages et de réparation des ouvrages dégradés.

Nous ne voudrions pas conclure sans évoquer, même si la Direction des Routes n'en est pas responsable, le grand projet de réalisation d'un ouvrage fixe à travers le Détroit de Gibraltar. Si la solution finalement retenue devait être un pont, le Maroc passerait d'un coup des modestes techniques qui viennent d'être évoquées à une grande première mondiale.