

Mesures de dilatation et de poussée en clé sur un grand ouvrage en béton armé (pont de la RN 7 sur le canal de fuite de Donzère-Mondragon)

Autor(en): **Savey, Pierre / Deleglise, René**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen**

Band (Jahr): **6 (1970)**

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-7764>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

**Mesures de dilatation et de poussée en clé sur un grand ouvrage en béton armé
(Pont de la RN 7 sur le canal de fuite de Donzère-Mondragon)**

Dilatations- und Scheiteldruckmessungen an einem großen Stahlbeton-Bauwerk
(Brücke der RN 7 über den Kanal von Donzère-Mondragon)

Dilatation and Force at the Top Joint on a Big Prestressed Concrete Structure
(Bridge of the RN 7 over the Channel of Donzère-Mondragon)

PIERRE SAVEY

Ingénieur des Ponts et Chaussées
Directeur Adjoint de l'Équipement
à la Compagnie Nationale du Rhône

RENÉ DELEGLISE

Chef du Centre d'Exploitation du Bas-Rhône
à la Compagnie Nationale du Rhône

France

I - INTRODUCTION

1-1 - Description de l'ouvrage

Le pont par lequel la route nationale 7 franchit le canal de fuite de l'aménagement de Donzère-Mondragon a été construit en 1951. C'est un grand pont en béton armé de 260,50 m. de portée comportant trois travées de 80,25m, 100m et 80,25m. Il a été réalisé pour le compte de la Compagnie Nationale du Rhône. Le projet a été conçu par M. le Président CAQUOT.

Ce pont est formé de deux poutres tubulaires parallèles de hauteur variable, supportant la dalle de chaussée. Les appuis de chaque poutre sont constitués par des rouleaux en béton frettés, formant au droit des piles, béquilles virtuelles. L'ouvrage présente un biais important (45°). Les deux poutres sont cependant droites, le biais est réalisé par un décalage longitudinal



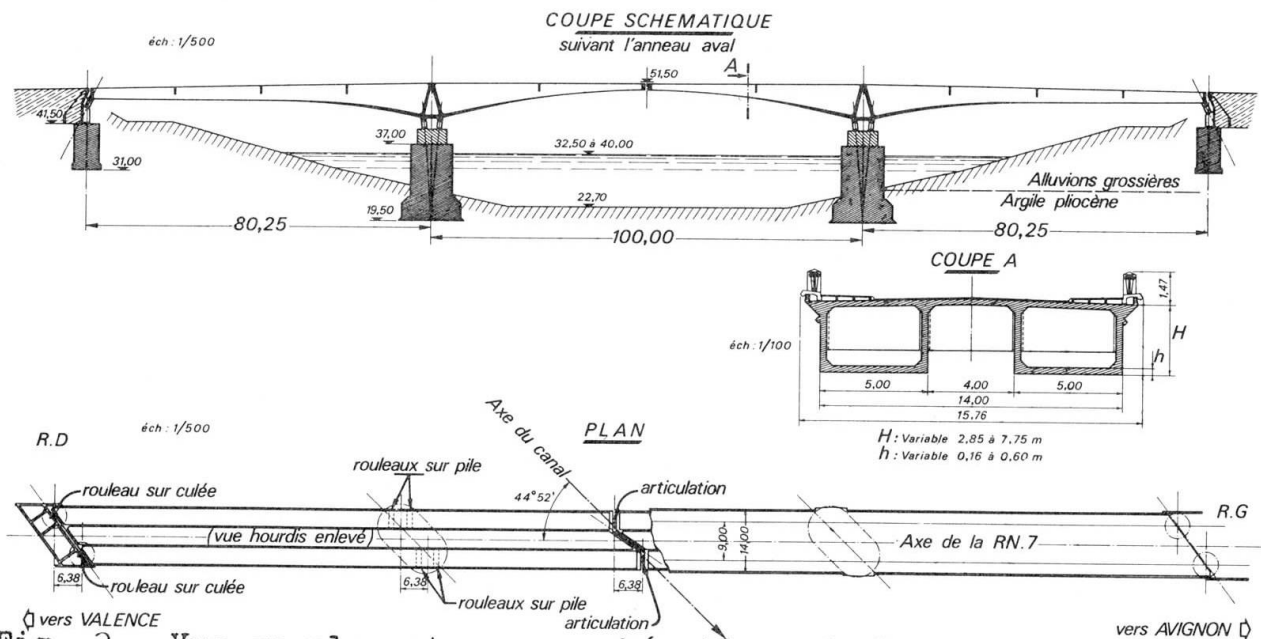


Fig. 2 - Vue en plan et coupe schématique du Pont.

des appuis de 6,38 m. La liaison entre les poutres est réduite au minimum par des entretoises de faible hauteur, à l'exception des entretoises sur appuis qui sont très rigides. Chaque poutre fonctionne sensiblement comme un pont droit.

Elles sont toutes deux coupées, en clé, par une articulation en béton fretté mise en charge au décintrement de façon à rester toujours en compression.

Les fondations de l'ouvrage sont des caissons foncés à l'air comprimé dans l'argile pliocène en place.

1-2- Campagne de mesures effectuées sur l'ouvrage

En 1955, après une période de froid intense, l'examen des articulations centrales permit de constater qu'à chacune des deux articulations l'un des plots était décollé de l'entretoise d'about de 2 à 3 mm. On concluait alors à un déclavage résultant de la disparition au moins momentanée de la poussée de clavage initiale.

Les études faites à la suite de ces premières constatations aboutirent à un projet de reclavage provisoire destiné d'une part, à rendre au pont ses conditions de fonctionnement normal en introduisant en clé une poussée égale à la poussée initiale et d'autre part, à permettre l'exécution d'une série de mesures à la suite desquelles un projet de reclavage définitif pourrait être établi.

Après mise en place des articulations provisoires formées de deux vérins, la Compagnie Nationale du Rhône a procédé à des mesures périodiques portant sur la poussée, la température et les déplacements.

Ces observations faites sur un peu plus de deux années, (de Novembre 1964 à Septembre 1966) c'est-à-dire sur deux cycles de saisons, ont comporté des enregistrements continus (enregistrements des températures,

variations de l'ouverture des joints de culée) et des mesures ponctuelles (mesures de poussée par exemple, dont la fréquence était en moyenne d'une par semaine). Elles ont fourni une masse assez importante d'informations sur le comportement de cet ouvrage.

De telles mesures, sur de telles durées, sont assez inhabituelles. C'est pourquoi il nous a paru intéressant de les relier ici.

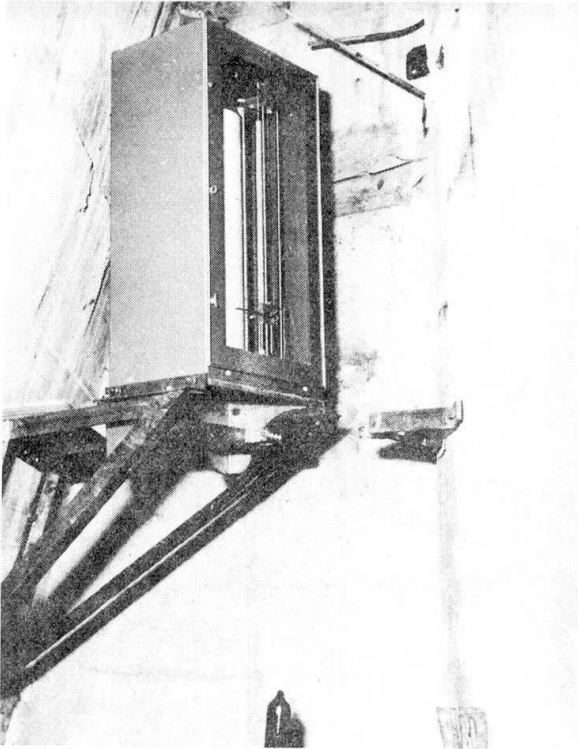


Fig. 3 - Appareils d'enregistrement des dilata-tions

2 - DILATATION DU PONT

Les observations relatives à la dilatation du pont ont comporté des mesures de température et d'allongement.

2-1- Mesure des températures

Des enregistrements continus de la température ont été effectués en trois points :

Le premier point de lecture donnait la température dite "extérieure" (te). L'enregistreur correspondant étant placé à l'intérieur d'un caniveau de trottoir du pont, au droit du joint de culée rive droite, donc à l'abri du soleil mais bien ventilé puisque le caniveau est coupé à cet endroit par le joint de culée.

Les deux autres donnaient la température dite "intérieure" (ti) des poutres à l'aide de deux enregistreurs disposés l'un dans la poutre amont, l'autre dans la poutre aval au droit de la pile rive droite, donc assez loin de la culée (80m). A noter que la seule ouverture établissant une communication entre l'intérieur des poutres et l'extérieur est une trappe de 0,50 m de côté environ, située à proximité immédiate de la culée. On peut, semble-t-il, admettre que cette ouverture ne joue qu'un rôle négligeable dans la transmission de la chaleur entre l'extérieur et l'intérieur des poutres.

2-2- Mesure des allongements

Les allongements du pont ont été enregistrés de façon continue à l'aide de quatre appareils disposés au droit des joints de culée rive droite et rive gauche, et des poutres amont et aval. L'appareillage comportait un cylindre vertical portant les feuilles d'enregistrement hebdomadaire, l'équipage mobile

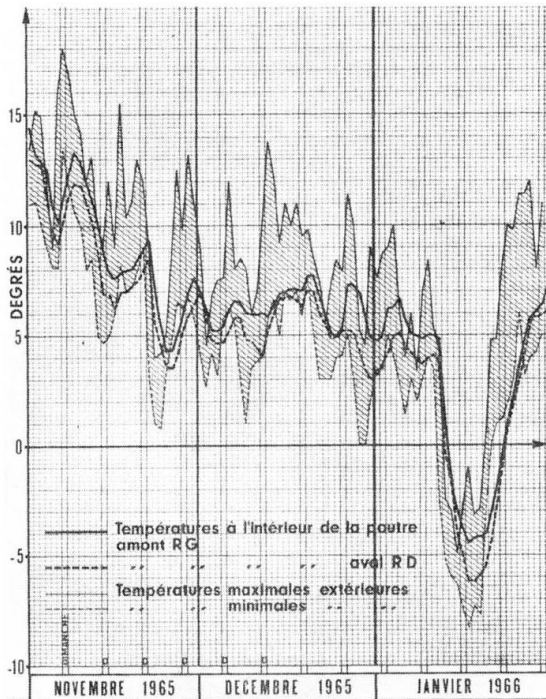


Fig. 4 - Variation des températures sur une longue durée

graphique semestriel des températures. Ce graphique comporte pour chaque jour quatre températures ; les températures à l'intérieur de l'anneau amont et de l'anneau aval et les maxima et minima extérieurs. On remarque que les températures intérieures du pont sont voisines l'une de l'autre et généralement assez

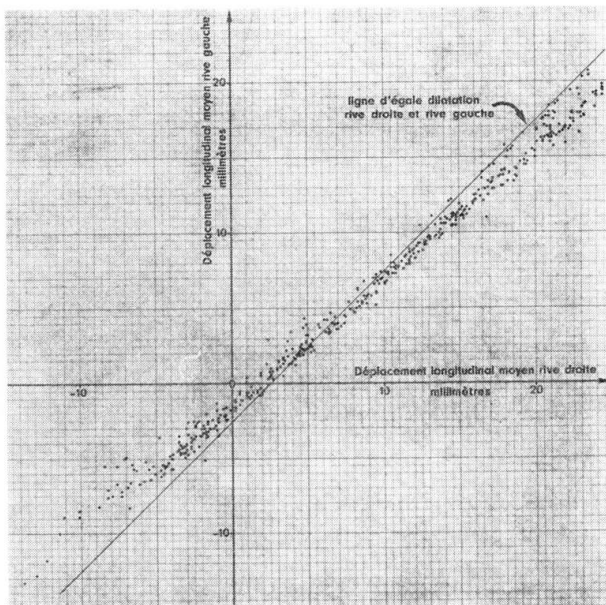


Fig. 5 - Comparaison des dilatactions rive droite et rive gauche.

portant la plume était solidaire d'un fil d'acier reliant un des deux parements à un contre poids ; l'appareil enregistreur était solidaire du parement opposé. Afin d'augmenter la sensibilité de l'ensemble, le fil d'acier était moufflé, ce qui nous a permis d'amplifier les mouvements dans le rapport de 1 à 5. Le pont étant biais, l'ensemble était disposé de manière à mesurer les déplacements réels parallèlement à l'axe de l'ouvrage.

Afin de contrôler le fonctionnement des enregistreurs, des mesures étaient effectuées au moins une fois par semaine à l'aide d'un pied à coulisses entre des repères fixes.

2-3- Résultats des mesures de température

Nous donnons ci-contre à titre d'exemple, un extrait de graphique semestriel des températures. Ce graphique comporte pour chaque jour quatre températures ; les températures à l'intérieur de l'anneau amont et de l'anneau aval et les maxima et minima extérieurs. On remarque que les températures intérieures du pont sont voisines l'une de l'autre et généralement assez bien centrées sur l'intervalle minimum-maximum, avec toutefois, en cas de variation importante des extrêmes, un léger retard de quelques jours sur ceux-ci. D'une manière générale, il semble que la température à l'intérieur des caissons soit de l'ordre de la moyenne des extrêmes extérieurs.

2-4- Résultats des mesures d'allongement

Les variations des ouvertures des joints de culée ont été converties en variation de longueurs en faisant le total des variations de la rive gauche et de la rive droite, et cela pour chacun des anneaux amont et aval considérés séparément. Compte tenu de la précision des mesures, nous pouvons dire que les deux

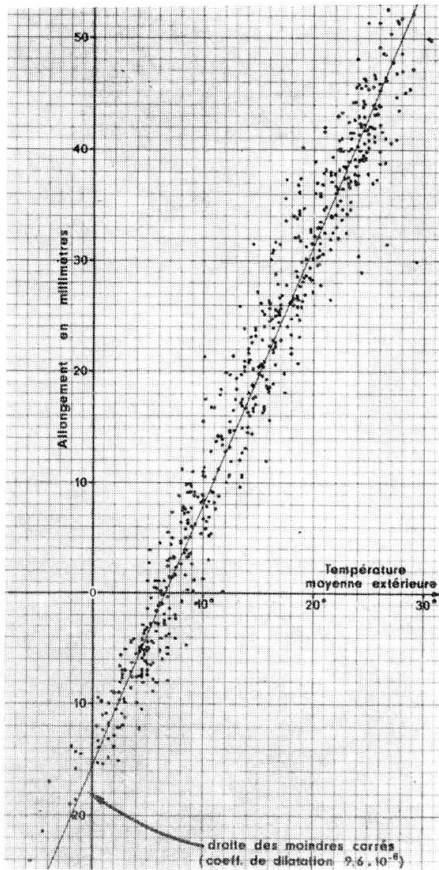


Fig.6 - Corrélation Allongements température

thermomètre placé dans le caniveau (voir paragraphe 2-1).

Pour les allongements, nous avons considéré la moyenne arithmétique des minima et maxima de chaque journée. On obtient ainsi un nuage de points donnant l'allongement du pont en fonction de la température. La droite des moindres carrés montre que la longueur augmente d'environ 2,5 mm par degré pour une longueur totale du pont de 260,50 m, cette variation donne un coefficient de dilatation de $9,6 \times 10^{-6}$, un peu faible en comparaison de la valeur admise couramment. Il faut noter à ce sujet que la dilatation du pont n'est pas entièrement libre, elle est freinée par les bielles de culée qui sont inclinées à 2 pour 1, ce qui entraîne une flexion des travées de rive et réduit le coefficient de dilatation apparent du pont. Cependant cette réduction est faible et n'intervient pas sur les deux premiers chiffres significatifs du coefficient de dilatation.

On peut noter sur ce graphique une assez forte dispersion. La température du pont ne peut se déduire de la longueur qu'à $\pm 3^\circ$ près.

Cette dispersion traduit la complexité de la distribution des températures à l'intérieur du pont sous l'influence des variations plus ou moins rapides et plus ou moins grandes de la température extérieure.

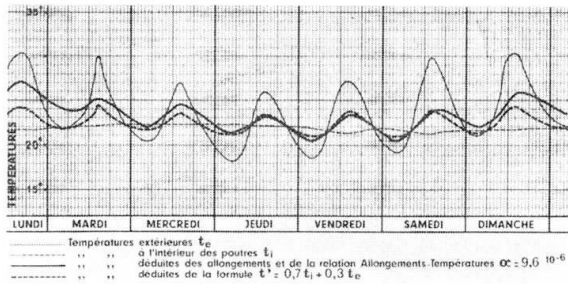
poutres amont et aval donnent lieu aux mêmes dilatations. Par contre, en comparant les variations d'ouverture des joints de culée rive droite et rive gauche, on constate que le joint de culée rive gauche joue moins que celui de rive droite. A une variation de longueur du pont de 10 mm correspond une variation de longueur de 4,6 mm en rive gauche et 5,4 mm en rive droite.

La symétrie du pont qui est géométriquement rigoureuse, n'est donc pas absolument conservée dans la dilatation. Il y a entre chaque rive, un écart de l'ordre de 10 % de la dilatation globale. Ce résultat peut être intéressant à connaître pour l'étude technologique des joints de chaussées.

2-5- Corrélation allongements-température, coefficient de dilatation

Un graphique de corrélation allongement-température a été établi à partir des données suivantes :

Pour les températures, nous avons porté en abscisse la température moyenne extérieure en faisant la moyenne arithmétique des maxima et minima de chaque journée d'après les enregistrements du



ig.7 - Enregistrement et calcul continu des températures du 4 au 11 Juillet 1966

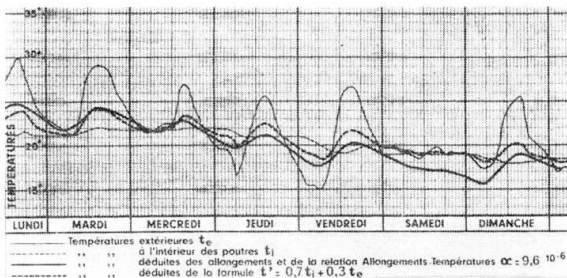


Fig.8 - Enregistrement et calcul continu des températures du 22 au 29 Août 1966

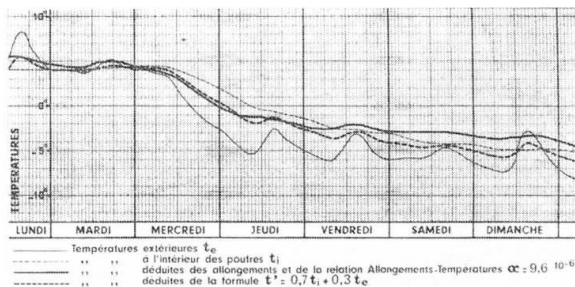


Fig.9 - Enregistrement et calcul continu des températures du 10 au 17 Janvier 1966

2-6- Température réelle du pont

C'est pourquoi nous avons cherché si l'on pouvait, à chaque instant, attribuer une température moyenne au pont et comment cette température pouvait se déduire de la température de l'air extérieur et intérieur. Les voiles de béton qui constituent le pont sont, sur une face, exposés à la température intérieure (t_i) et sur l'autre face, exposés dans les parties à l'ombre, à une température voisine de celle qui règne dans le caniveau (t_e). Dans les parties au soleil, la température extérieure peut être beaucoup plus élevée mais il a paru difficile d'en tenir compte. La solution la plus simple est d'admettre que le pont présente une température propre t qui est une fonction linéaire des températures de l'air ambiant.

La loi qui semble le mieux convenir est :

$$t = (0,70 t_e + 0,30 t_i) - 3h$$

Il y a en effet un déphasage assez net de trois heures entre la température du pont et la température de l'air.

La validité de cette loi apparaît sur les figures 7, 8 et 9, dont deux ont été établies en saison chaude et une en saison froide.

Nous avons reporté sur ces graphiques :

- les températures de l'air t_e et t_i (résultant d'un enregistrement continu) ;
- la température propre du pont t , déduite des précédentes selon la loi ci-dessus ;
- la température propre du pont (t') déduite de sa longueur à l'aide d'un coefficient de dilatation supposé de $9,6 \times 10^{-6}$.

On voit sur ces graphiques que les deux températures t et t' sont voisines, donc que la loi indiquée ci-dessus est assez bien vérifiée. Il subsiste cependant des écarts qui peuvent atteindre au maximum $2,5^\circ$. D'une manière plus précise le coefficient de corrélation entre t' et t est de l'ordre de $0,993$ avec un écart type de $1,15^\circ$

Si l'on se posait le problème des variations de longueur d'un pont projeté, on ne connaîtrait pas la température intérieure des poutres t_i mais seulement la température de l'air à l'ombre t_e à l'emplacement où l'on veut édifier le pont. Le plus simple est alors de remplacer t_i par la moyenne des températures extrêmes extérieures observées dans la journée précédente. La température propre du pont s'écrit alors :

$$t = 0,70 t_e + 0,15 (t_{em} + t_{eM}) - 3h - 1j$$

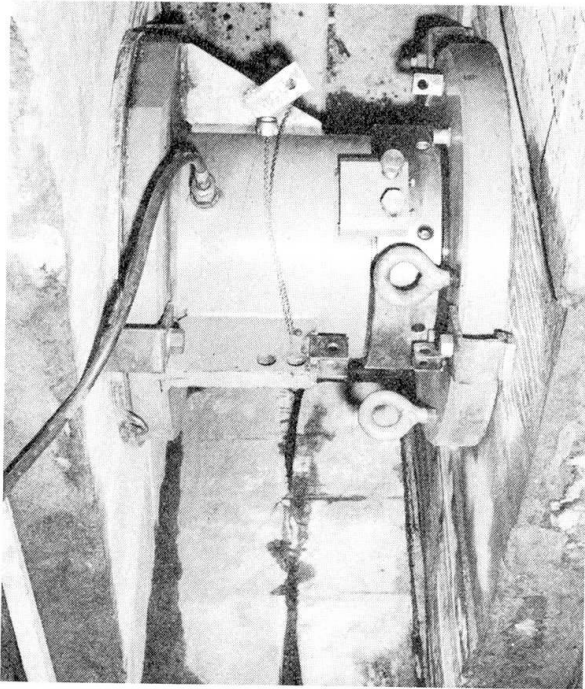


Fig.10 - Vérin de reclavage provisoire en place.

Cette loi n'est évidemment valable que pour un pont formé de poutres tubulaires analogues au pont de Donzère. Dans le cas d'un pont dalle il faudrait vraisemblablement réduire très fortement le coefficient qui est devant t_e .

3 - POUSSEE EN CLE

3-1- Articulation de clé provisoire

Au moment où le pont a été construit, une poussée a été introduite dans l'articulation de clé. Pour cela, des vérins ont été installés entre les entretoises de clé et la poussée exercée a été de 180 tonnes par poutre ; on a alors bétonné les articulations centrales qui ont été mises en charge par suppression des vérins. La poussée en clé devait ensuite s'élever à 214 tonnes par demi-pont par l'effet de charge correspondant à l'exécution des revêtements des trottoirs et des garde-corps.

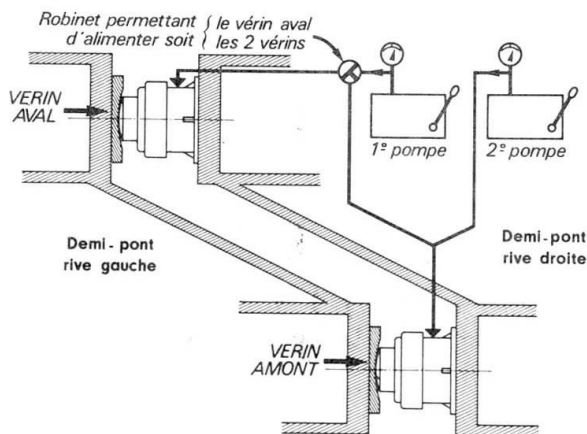


Fig.11 - Schéma des articulations provisoires.

Les opérations de reclavage qui ont été rendues nécessaires par la fissuration des rotules ont permis de faire d'assez nombreuses mesures de la poussée réelles qui régnait dans l'articulation.

Pour cela, les rotules ayant été démolies ont été remplacées par quatre vérins horizontaux à

raison de deux vérins par anneaux. Ces vérins étaient appliqués sur les entretoises d'about des deux demi-travées centrales de manière que leurs axes se situent dans le même plan que celui des rotules. Les pistons prenaient appui sur des crapaudines permettant la rotation des deux demi-ponts dans les mêmes conditions que les rotules primitives.

Les pistons pouvaient être bloqués par des écrous permettant de conserver la poussée sans qu'il soit nécessaire de maintenir en permanence la pression d'huile dans les vérins. Le circuit d'huile était conçu de telle sorte que la pression était la même dans chacun des vérins relatifs à un même anneau. Par contre, on pouvait pour chacun des couples amont et aval, brancher les vérins en parallèle sur une même pompe ou séparément sur deux pompes différentes.

3-2- Mesure des ouvertures du joint de clé

L'ouverture du joint de clé était mesurée à l'aide de deux comparateurs sensibles au $1/100$ de mm (1), situés l'un à l'amont, l'autre à l'aval dans le plan des axes des vérins. Cette ouverture était, bien entendu, constante en dehors de toute action sur les vérins. Ces deux comparateurs avaient essentiellement pour but de nous renseigner sur les variations d'ouverture du joint de clé lors des mesures de poussée qui se traduisaient par des variations d'ouverture pouvant dépasser 1 mm.

3-3- Inégalité des poussées sur les deux anneaux

Nous avons vu qu'il existait deux possibilités pour actionner les vérins :

- soit opérer avec deux pompes. Une pompe pour les deux vérins amont et une autre pompe pour les deux vérins aval. Dans cette hypothèse, on est maître à la fois des poussées et des écartements. La logique conduit à manoeuvrer les vérins de telle sorte que l'on enregistre les mêmes écartements à l'amont et à l'aval, ce qui a donné le plus souvent des valeurs de la poussée différentes pour l'anneau amont et pour l'anneau aval, l'écart type par rapport à la poussée moyenne étant de l'ordre de 14,5 %
- soit opérer avec une seule pompe pour les quatre vérins branchés en parallèle (méthode que nous avons le plus souvent employée). Dans cette dernière hypothèse, ils exercent tous le même effort mais le joint de clé ne s'ouvre pas parallèlement à lui-même, il se produit une légère angulation, assez faible d'ailleurs ; l'écart entre les comparateurs amont et aval est de quelques dixièmes de mm. Quelquefois cet écart est nul,

(1) Cette sensibilité peut paraître démesurée pour un ouvrage d'une pareille dimension. En fait, l'expérience a montré qu'une précision du dixième de mm était absolument nécessaire.

quelquefois il est dans un sens, quelquefois dans l'autre sens. Il est vraisemblable que cette inégalité résulte de l'ensoleillement qui échauffe différemment la face amont et la face aval du pont.

3-4- Détermination de la poussée

La détermination de la poussée est assez délicate. En effet,

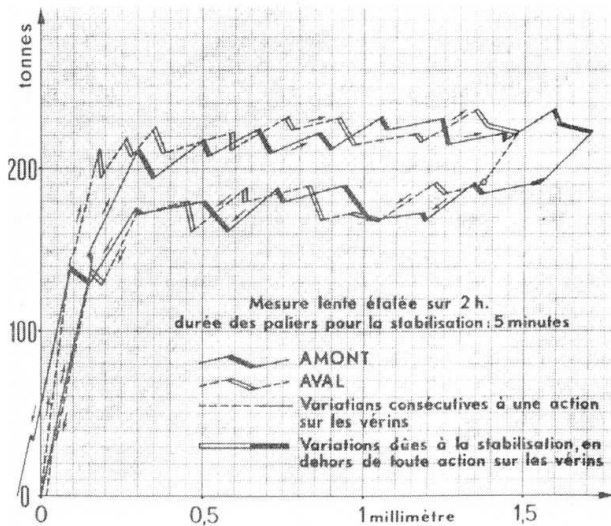


Fig. 12 - Variation de l'écartement du joint de clé en fonction de la poussée

les valeurs que l'on mesure sur les manomètres donnent bien une poussée mais celle-ci ne correspond pas forcément à celle qui existait dans le pont avant que l'on agisse sur les vérins. Pour préciser cette définition de la poussée, nous avons établi lors de chaque mesure des graphiques donnant les variations d'ouverture du joint de clé en fonction de la poussée. Plus de 60 mesures de ce type ont été effectuées.

Les résultats d'une mesure courante sont représentés sur la figure 12. La mise en pression des vérins était opérée par paliers, en ne s'arrêtant sur chaque palier que le temps nécessaire pour lire les appareils.

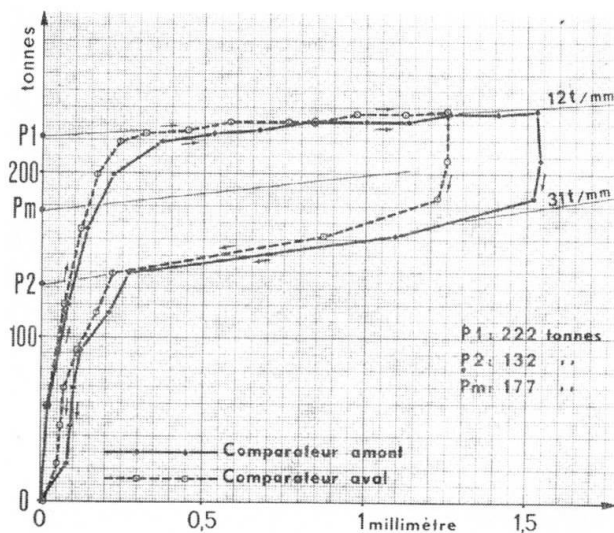


Fig. 13 - Mesure lente des variations de poussée en clé avec l'ouverture du joint

La poussée croissait d'abord très vite, puis de moins en moins, c'était la phase de transfert de la poussée entre écrou et pression d'huile. Ensuite, la poussée croissait linéairement avec une pente beaucoup plus faible et très peu variable suivant les essais (12 tonnes par mm environ). Il y avait dans cette phase transfert complet de la poussée sur la pression d'huile et la réaction du pont exprimait uniquement le résultat des déformations provoquées dans les poutres par l'ouverture du joint de clé.

Si l'on cessait d'envoyer de l'huile dans le circuit, l'écartement ne variait plus. On constatait alors que la poussée

faiblissait. La perte de poussée ainsi obtenue pouvait atteindre 100 tonnes. Cette perte de pression ne peut s'expliquer que par une certaine raideur du pont qui ne se déforme pas instantanément sur toute sa longueur sous l'action des vérins.

Si l'on diminuait ensuite le volume d'huile, la poussée décroissait d'abord lentement à raison de 10 à 20 tonnes par mm selon une loi sensiblement linéaire mais dont la pente variait beaucoup plus d'un essai à l'autre que lors de la phase de montée en pression. Enfin, si le volume d'huile continuait de décroître, la pression tombait brusquement à partir d'un certain moment. Il y avait alors transfert entre pression d'huile et écrou.

Au total, il se produisait donc une sorte de phénomène d'hystérésis, les efforts appliqués ne se traduisant pas immédiatement par des mouvements de l'ensemble des poutres.

Dès lors, on peut se demander quelle était la poussée réelle dans le pont avant cette expérience. On peut par exemple extrapoler la montée de poussée linéaire jusqu'à l'axe des poussées, c'est-à-dire jusqu'au point d'ouverture nulle du joint on obtient ainsi une poussée P_1 . On peut de même extrapoler la descente de poussée linéaire, on obtient ainsi P_2 inférieur à P_1 . On peut aussi prendre la moyenne, soit P_m .

Pour mieux examiner ce phénomène, nous avons procédé à une autre expérience dont les résultats sont donnés figure 13.

La mise en pression a été faite par paliers successifs en laissant entre chaque lecture un temps de stabilisation ; l'opération a duré environ deux heures. Les appareils étaient lus immédiatement après les manoeuvres sur les vérins et immédiatement avant la manoeuvre suivante, soit au début et à la fin de chacun des paliers de stabilisation.

On constate que durant ces paliers, la poussée diminue dans la phase écartement du joint, elle augmente dans la phase resserrement. Si l'on considère les courbes enveloppes correspondant les unes au début des paliers, les autres à la fin, on constate une réduction du phénomène d'hystérésis. Il est probable qu'en faisant l'opération encore plus lentement ces phénomènes disparaîtraient complètement, mais la prévision ainsi obtenue serait illusoire car la température extérieure varie et cette variation trouble la mesure si celle-ci est trop longue.

L'analyse de ces graphiques nous a conduit à retenir la valeur moyenne P_m comme étant la plus représentative de la poussée qui existait en clé avant la manoeuvre des vérins.

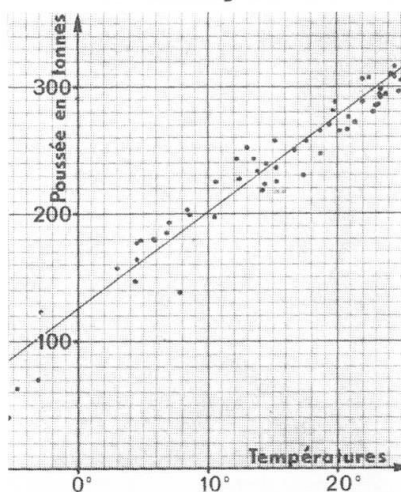


Fig.14 - Relation poussée-température

3-5- Relation poussée-température

Le pont étant hyperstatique, la poussée en clé varie avec la température. Nous avons cherché à dégager la corrélation expérimentale entre ces deux éléments en prenant en compte, pour la poussée la valeur de P_m et pour les températures la valeur t' définie au paragraphe 2-6 ci-dessus et déduite de la dilatation du pont à l'instant de la mesure de poussée. En adoptant ces paramètres, on pouvait espérer réduire la dispersion des points traduisant la relation poussée-température. La droite

des moindres carrés a l'équation suivante :

$$P(\text{tonnes}) = 7,53 t' + 125$$

On voit que P peut s'annuler pour des températures voisines de -17° . On trouve là l'explication des désordres qui ont été à l'origine des opérations entreprises sur ce pont.

Cette corrélation est donnée dans la figure 14. On remarque qu'il subsiste une dispersion assez forte. Pour une température donnée la poussée est égale à la valeur résultant de l'équation ci-dessus à ± 40 t près.

On peut aussi chercher à déterminer la relation poussée-température par le calcul. Il faut faire alors un calcul complet du pont tenant compte du biais car celui-ci introduit une raideur sensible dans l'ouvrage à cause de l'importance des entretoises sur appui. Le calcul fait (1) avec un module d'élasticité de $3,6 \times 10^6$ t/m² donne une variation de poussée de 8,6 t par degré alors que la variation mesurée est de 7,53 t par degré. Le pont est donc un peu moins raide que ne le laisse supposer le calcul. On pourrait schématiser cela par une diminution du module. Il faudrait pour obtenir une variation de poussée de 7,53 t par degré, supposer un module de $3,1 \times 10^6$ t/m². Cette valeur est voisine de celle que l'on admet pour des charges brusquement appliquées. On aurait pu penser que les effets thermiques étaient des phénomènes lents. En fait il n'en est rien ainsi que le montrent d'ailleurs, les indications du paragraphe 2-6 ci-dessus.

4 - CONCLUSIONS -

On peut résumer ainsi les enseignements de ces mesures :

4-1- Il n'est pas très aisé de définir la température et la poussée en clé d'un grand ouvrage en béton comme le pont de la RN 7 sur le canal de fuite de DONZERE. La température moyenne ne peut être définie à partir de la longueur du pont qu'à 2 ou 3° près. La poussée ne peut être connue à partir de la température qu'à 40 t près. Dans l'étude des articulations et des joints de chaussée, il convient de tenir compte de ces fluctuations autour des positions théoriques. En particulier, si la poussée d'origine est faible, de l'ordre de 50 t, il faut savoir que des fluctuations aléatoires sont capables d'en changer le signe. Pour un ouvrage de ce type, des poussées beaucoup plus fortes devraient être mises en oeuvre si l'on ne veut pas que les écarts relatifs soient très grands.

(1) Ce calcul a été fait par le Service Central d'Etudes Techniques à l'aide d'un programme de calcul d'un ensemble de barres non articulées (programme PROPAC).

4-2- On peut rendre compte assez fidèlement des phénomènes de dilatation en définissant la température intrinsèque du pont par l'expression :

$$t = 0,70 t_{e-3h} + 0,15 (t_{eM} + t_{em})_{-1j}$$

ou t_{e-3h} est la température extérieure à l'ombre trois heures avant l'instant considéré.

t_{eM} et t_{em} les températures extrémales observées dans les dernières vingt-quatre heures.

4-3- Il existe dans l'ouvrage une raideur certaine qui se manifeste par un temps de propagation des efforts entre la clé et les culées, de l'ordre de la dizaine de minutes. Il est malheureusement difficile de savoir dans quelle mesure cette "raideur" résulte des dimensions de l'ouvrage ou du biais qui gêne le mouvement normal des articulations.

4-4- Dans cet ouvrage hyperstatique où la poussée en clé dépend directement de la température, le module d'élasticité qui intervient pour le calcul de la poussée est celui que l'on prend pour des efforts appliqués rapidement, à savoir entre $3,1 \times 10^6$ t/m².

4-5- Il faut signaler enfin que ces études ont permis de définir le niveau convenable de la poussée et de procéder au reclavage définitif du pont. Opération, qui, exécutée en trois phases du 15.4.67 au 29.5.67, a nécessité 20 heures d'interruption de la circulation réparties sur 3 jours. Depuis, le fonctionnement de l'ouvrage est parfaitement normal.

RESUME

Le rapport relate les résultats de mesures de températures, allongements et poussés en clef, effectuées en 1965 et 1966 sur un pont en béton armé de 260 m de portée. Ces mesures ont permis:

- de définir une relation entre la température propre du pont et les températures de l'air ambiant,
- d'analyser d'une manière précise le comportement du pont aux effets thermiques,
- de chiffrer les écarts de poussée en clef réelle par rapport au calcul théorique.

ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Bericht zeigt die Ergebnisse der Temperatur-, der Dehnungs- und Scheiteldruckmessungen der Jahre 1965 und 1966 an einer Stahlbetonbrücke von 260 m Spannweite. Die Messungen erlauben:

- eine Beziehung zwischen Eigentemperatur der Brücke und Lufttemperatur aufzustellen.
- genau das Verhalten der Brücke infolge von Temperatureinflüssen zu berechnen.
- die Berechnung der Abweichung des Scheiteldruckes in bezug auf die theoretische Rechnung.

SUMMARY

This report presents the results of measurements carried out in 1965 and 1966 of temperature, deformation and compression at the crown of a reinforced concrete bridge of 260 m span. The measurements were used to obtain the following:

- a relation between bridge temperature and ambient temperature,
- a precise analysis of bridge behaviour due to temperature effects,
- variations in compression in the crown of the bridge from the theoretical values.

Leere Seite
Blank page
Page vide