Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH Kongressbericht

Band: 11 (1980)

Artikel: Les ouvrages de l'échangeur de Saint-Maurice. Maîtrisede la géométrie des tabliers.

Autor: Boudot, Jacques

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-11348

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

VIII

Les ouvrages de l'échangeur de Saint-Maurice. Maîtrise de la géométrie des tabliers.

Brücken des Autobahnknotens von Saint-Maurice. Kontrolle der Geometrie der Fahrbahnplatte.

The Bridges of the Saint-Maurice Junction. Deck Geometry Control.

JACQUES BOUDOT
Ingénieur
Entreprise Bouygues Travaux Publics
Clamart, France

RESUME
Certains ouvrages construits par encorbellement en voussoirs préfabriqués ont présenté d'importants défauts géométriques. Les réflexions menées sur cet état de fait ont conduit à mettre en place des méthodes de mesures, des moyens de calcul et des procédures de contrôle entièrement nouveaux.

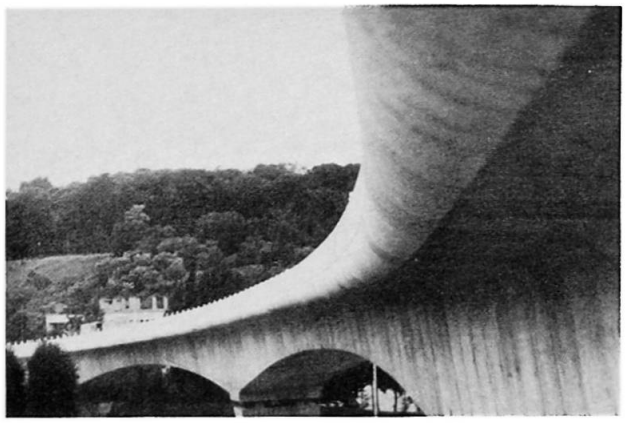
ZUSAMMENFASSUNG
Bei einigen Brücken, die mit vorgefertigten Teilen im Freivorbauverfahren erstellt worden sind, hat man grosse geometrische Fehler feststellen können. Betriebsinterne Studien führten dazu, sowohl neue Berechnungsverfahren als auch neue Prüf- und Messmethoden zu erarbeiten.

SUMMARY
Certain structures constructed of cantilevered precast segments have presented large geometric errors. The reflection on this subject has led to establish methods of measurement, means of calculation and control procedures which are entirely new.

1. INTRODUCTION

Certains ouvrages construits par encorbellement de voussoirs préfabriqués ont présenté d'importants défauts géométriques.

Les réflexions menées par notre entreprise sur cet état de fait nous ont conduit à mettre en place des méthodes de mesures, des moyens de calcul et des procédures de contrôle entièrement nouveaux. Cet ensemble de moyens fut mis en œuvre pour la première fois lors de la construction des ponts de l'Echangeur de Saint-Maurice ; la qualité des résultats obtenus permet de témoigner de la fiabilité des moyens utilisés.



2. SITUATION - DESCRIPTION DES OUVRAGES

L'Echangeur de Saint-Maurice assure la liaison entre l'Autoroute A 86 et l'Autoroute A 4 au droit des communes de Maisons-Alfort et Saint-Maurice à l'Est de Paris.

Il est constitué de quatre bretelles franchissant en viaducs la Marne et l'Autoroute A 4. Chaque bretelle est constituée d'un viaduc d'accès et d'un viaduc franchissant la Marne. La longueur totale des huit tabliers atteint 2 800 m. Le tablier le plus long mesure 510 m, la portée la plus importante atteint 117,50 m et coïncide avec une courbure en plan de 350 m.

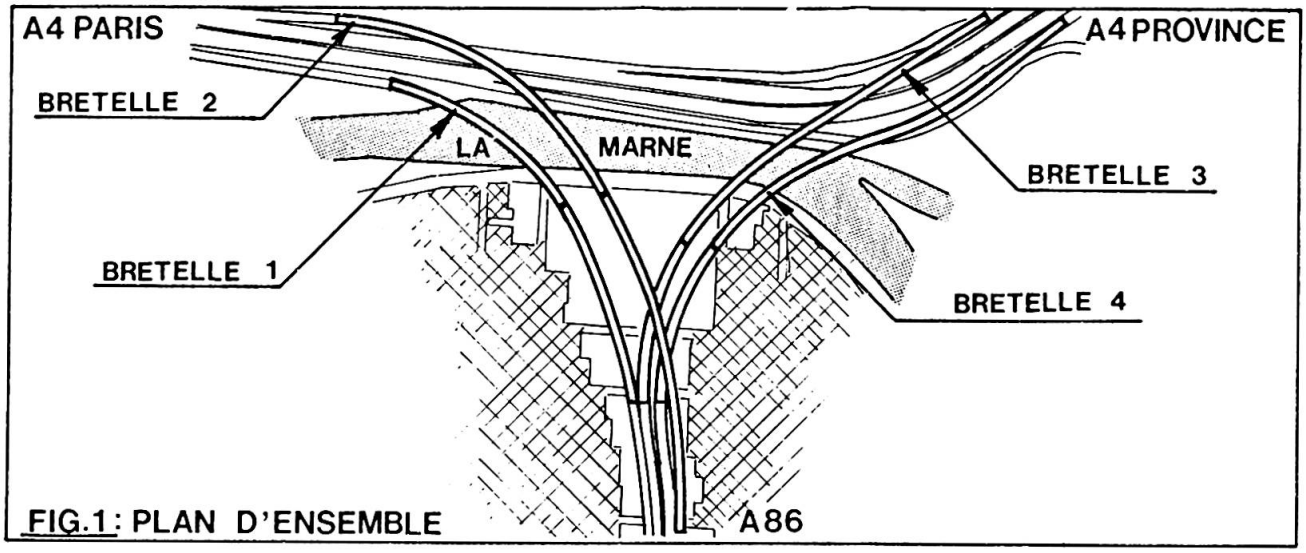


FIG.1 : PLAN D'ENSEMBLE

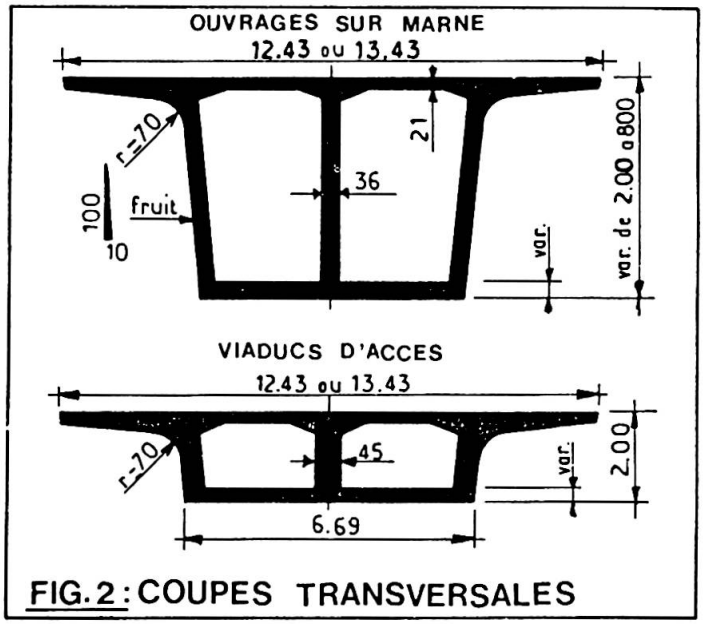
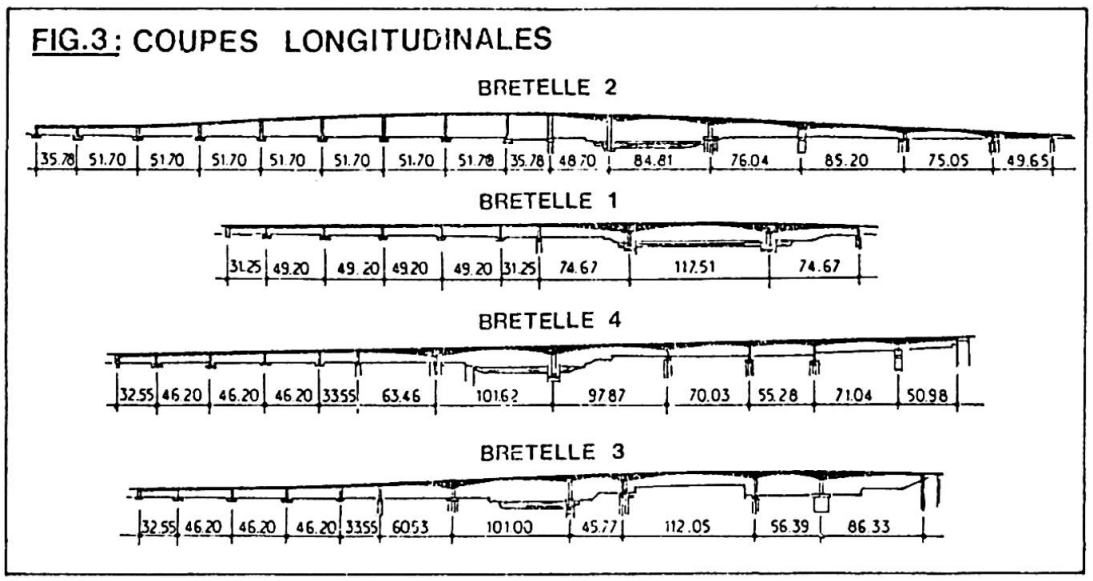


FIG.2 : COUPES TRANSVERSALES

Chacun des tabliers est un monocaisson à trois âmes, la largeur des caissons est de 12,43 m pour les ouvrages assurant les liaisons vers Paris, et de 13,43 m pour ceux assurant les liaisons vers la province. Les hauteurs des tabliers varient entre 2 m et 8 m.

La méthode utilisée pour la réalisation des tabliers est le procédé par encorbellement de voussoirs préfabriqués sur le chantier. Deux cellules ont été nécessaires pour assurer la préfabrication de 1 000 voussoirs d'un poids variant entre 50 t et 100 t.

La précontrainte longitudinale est réalisée par des câbles 12 V 13 STUP et la précontrainte verticale par des barres Dywidag ϕ 15 et ϕ 26,5.



3. OBJET DU CONTROLE DE GEOMETRIE

La géométrie du tablier d'un pont est définie sur les plans contractuels par une vue en plan, un profil en long et une loi de dévers. Ces données déterminent la surface de l'extrados du tablier qui doit être obtenue avec le minimum d'écarts lors de l'exécution.

Nous appellerons :

a) *géométrie locale* :

la géométrie interne à la section droite : épaisseurs des hourdis et âmes, hauteur de la section, etc.

b) *géométrie d'ensemble :*

lorsque la qualité de la géométrie locale est assurée, la surface du hourdis supérieur, le confort de l'usager et l'esthétique de l'ouvrage sont conditionnés par la maitrise de la géométrie d'ensemble (aspect de l'intrados, des lignes de corniches et garde corps).

Le contrôle et la maitrise de la géométrie locale relèvent de procédés classiques dont nous ne parlerons pas ici ; par contre la maitrise de la géométrie d'ensemble demeure un problème délicat et fait l'objet de cette communication.

4. FACTEURS INFLUANT SUR LA GEOMETRIE D'ENSEMBLE

Les facteurs influant sur la géométrie d'ensemble peuvent être classés en deux grandes catégories : ceux qui sont liés à l'évolution des flèches pendant et après la construction et ceux qui dépendent de la géométrie de l'assemblage des voussoirs.

4.1. - Evolution des flèches de l'ouvrage

Les charges de toute nature provoquent des flèches aussi bien en plan que verticalement.

On peut citer par exemple : le poids des charges permanentes, les efforts de précontrainte, le poids des matériels lourds, les gradients thermiques et les surcharges d'exploitation.

Les deux causes essentielles de l'évolution des flèches dans le temps sont, d'une part, les variations de tension des aciers de précontrainte (relaxation des aciers, retrait-fluage du béton), d'autre part, les déformations différées du béton. Les programmes de calculs utilisés doivent intégrer toute l'histoire de la construction, c'est-à-dire le calcul des déformations différées du béton en tenant compte des âges des différents voussoirs et des dates de chargement et le calcul des pertes réelles de tension dans les câbles.

4.2. - Géométrie de l'assemblage des voussoirs

Dans le cas de construction par voussoirs préfabriqués à joints conjugués, il faut connaître de façon précise la géométrie de l'assemblage qui dépend de la qualité de la préfabrication et de la fermeture des joints entre voussoirs.

La bonne fermeture des joints dépend :

– de la géométrie des faces conjuguées, en particulier celle des clés de façon à assurer l'évacuation de la résine époxyde en excès,

– du bon nettoyage des joints,

– et du niveau de pression sur les joints lors de la pose avant mise en place de la précontrainte définitive.

5. MOYENS MIS EN ŒUVRE POUR LA MAITRISE DE LA GEOMETRIE

L'Entreprise BOUYGUES a utilisé un ensemble de programmes de calcul électronique qui constituent le système ARC, appartenant à la Société ENGINEERING ET OUVRAGES D'ART.

A partir des données, ARC fournit une vérification complète de la structure phase par phase et définit la géométrie théorique de préfabrication des voussoirs. Il effectue également le contrôle systématique de la préfabrication, comme nous le décrivons ci-après.

5.1. - Calcul des flèches et contre-flèches

Le système ARC prend en compte en permanence les données générales se rapportant à la structure étudiée et successivement les données particulières à chaque phase.

5.1.1.- *Données générales*

- définition de la géométrie le long d'une « ligne de base » : tracé en plan, en élévation, loi de dévers décrite dans un système d'axes général,
- découpage en voussoirs de calcul. Les voussoirs réels constituent en général un sous-ensemble des voussoirs de calcul,
- données de coffrage et de câblage,
- caractéristiques de souplesse des appuis,
- loi de fluage,
- caractéristiques mécaniques des matériaux,
- calendrier de fabrication et de pose des voussoirs.

5.1.2.- *Données particulières phase par phase*

- définition de la structure dans son état actuel,
- dates des chargements et mises en tension successives des voussoirs,
- charges appliquées par les ouvrages provisoires dans chacune des phases de construction.

Pour chaque phase de calcul on obtient les sollicitations et contraintes dans le tablier, les tensions dans les câbles, les réactions et déformations des appuis, ainsi que les déformations du tablier.

Le système ARC intègre également les contreflèches, qui sont de deux types :

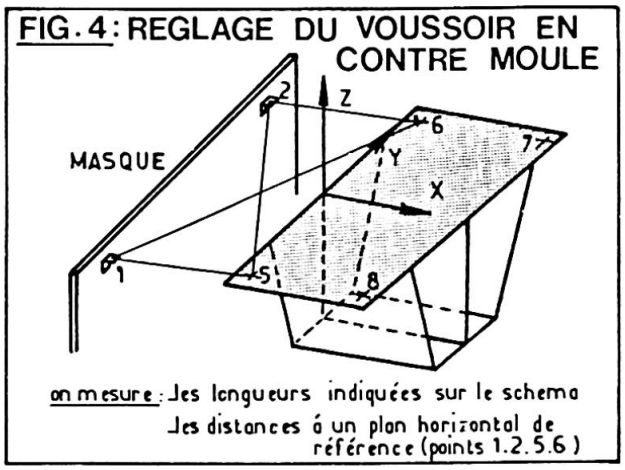
– celles destinées à annuler les flèches dues au mode de construction et aux déformations différées sous charges permanentes. ARC calcule ces contreflèches et modifie la géométrie initiale, voussoir par voussoir.

– les contreflèches additionnelles destinées à compenser les flèches de l'ouvrage sous certaines combinaisons de surcharges d'exploitation ARC modifie en conséquence la géométrie initiale, voussoir par voussoir.

5.2. - Préfabrication et contrôle

5.2.1.- *Contrôle en cellule*

Dans la technique de préfabrication utilisée sur ce chantier (préfabrication en cellule), le voussoir est coulé entre un masque (face avant) et le voussoir précédent : voussoir en contre-moule (face arrière). On réalise donc en cellule l'assemblage de deux voussoirs consécutifs. Pour maîtriser la géométrie d'ensemble, il est indispensable de réaliser, après chaque coulage de voussoir, la schématisation par le calcul de l'assemblage de tous les voussoirs déjà exécutés.



Cela permet de corriger sur le voussoir suivant toute anomalie de géométrie qui pourrait être constatée, de donner les coordonnées de réglage des voussoirs successifs et de suivre de manière précise et efficace la géométrie réelle de préfabrication.

Les calculs de correction en cellule sont effectués par le système ARC. Les mesures sur le chantier doivent être précises (présence continue d'un géomètre sur le site) et des moyens de calculs importants doivent être disponibles sur le chantier (calculateur HP 9825).

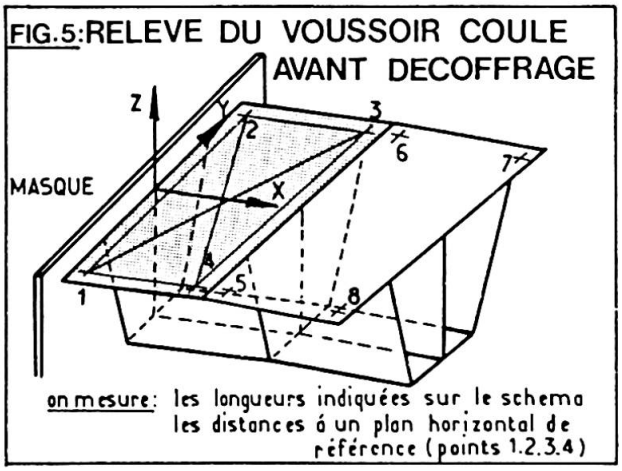
Les mesures en cellule sont faites avant décoffrage. Leur précision est de ± 1 mm sur les longueurs et ± 0,25 mm sur les cotes.

5.2.1.1. - *Réglage du voussoir N en contre moule*

A chaque voussoir est associé un repère 0.xyz (voir figure n° 4). Par le calcul on compare la position réelle et la position théorique des trois axes définissant le voussoir N.

En fonction des écarts on modifie la définition théorique des axes du voussoir (N + 1) de manière à annuler tous les écarts à son extrémité. On en déduit enfin la position à donner en contre moule au voussoir N (réglage dans l'espace des points 5-6-7-8).

5.2.1.2. - *Relevé du voussoir coulé (N + 1) avant décoffrage*



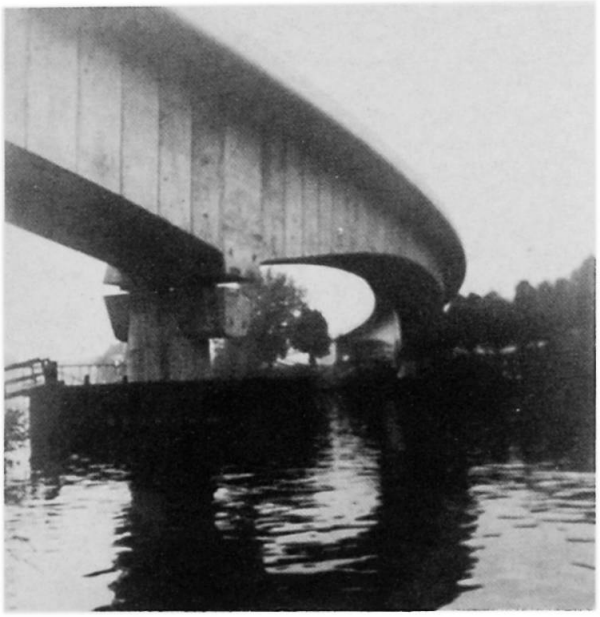
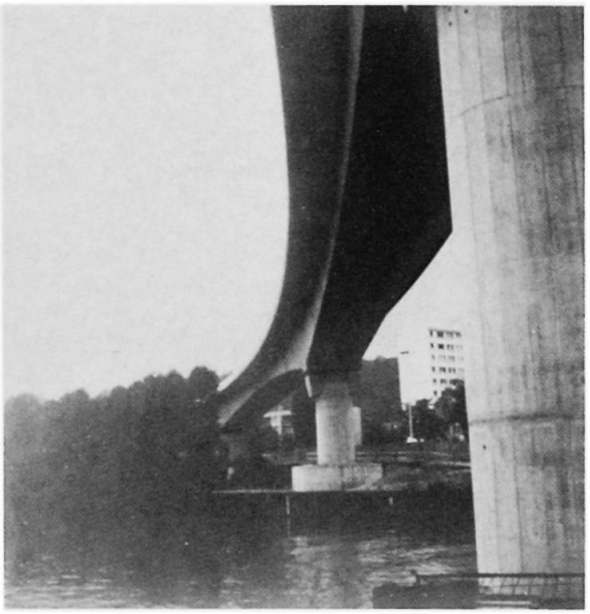
On relève la position dans l'espace des points 1-2-3-4 (voir figure n° 5) définissant la face supérieure du voussoir.

6. RESULTATS OBTENUS SUR L'ECHANGEUR DE SAINT-MAURICE

A titre d'exemple, nous donnons ci-après les résultats obtenus à la fin de la construction du fléau 25-26 qui comporte quinze voussoirs préfabriqués (longueur des voussoirs variant de 2,50 m à 2,75 m).

Colonne 1 : nom des voussoirs
Colonne 2 : nom des voussoirs
Colonne 3 : flèches calculées par ARC
Colonne 4 : cotes NGF théoriques (colonne 2 + colonne 3)
Colonne 5 : cotes NGF mesurées en place
Colonne 6 : écarts en mm.

Les cotes données dans ce tableau sont la demi-somme des cotes des points 1-2 des voussoirs. L'erreur de dévers est partout inférieure à 0.08 %. L'écart en niveau reste inférieur au centimètre.

Cette précision a été obtenue sur l'ensemble des ouvrages exécutés à Saint-Maurice.

Voussoir	Z prefa (N.G.F.)	Flèche mm	Z total (N.G.F.)	Z mesure (N.G.F.)	Z (mm)
1	42 842	– 1.3	42 841	42 845	+ 4
2	42 732	– 2.1	42 730	42 730	0
3	42 616	– 2.9	42 613	42 611	– 2
4	42 510	– 3.8	42 506	42 505	– 1
5	42 399	– 5.0	42 394	42 392	– 2
6	42 278	– 6.6	42 271	42 272	+ 1
7	42 166	– 8.6	42 157	42 156	– 1
8	42 053	– 11.0	42 042	42 038	– 4
9	41 943	– 13.8	41 929	41 932	+ 3
10	41 823	– 16.8	41 806	41 809	+ 3
11	41 708	– 19.9	41 688	41 686	– 2
12	41 594	– 23.0	41 571	41 568	– 3
13	41 467	– 26.1	41 441	41 441	0
14	41 373	– 29.3	41 344	41 340	– 4
15	41 261	– 32.4	41 229	41 223	– 6