

Contrôle géométrique de la construction du pont de Trellins

Autor(en): **Dieny, Patrick / Bouvy, Bernard / Bertocchi, Charles**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte**

Band (Jahr): **55 (1987)**

PDF erstellt am: **02.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-42781>

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.

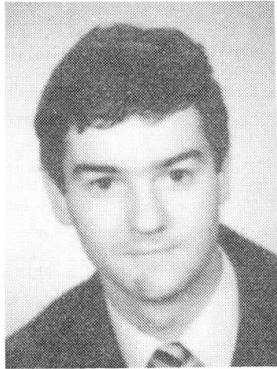
Haftungsausschluss

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.

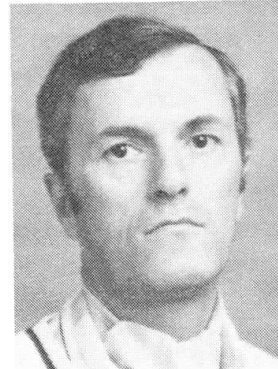
Contrôle géométrique de la construction du pont de Trelins

Kontrolle der Geometrie beim Bau der Brücke von Trelins

Control of the Geometry in the Construction of the Trelins Bridge



Patrick DIENY
Ingénieur TPE
DDE Isère
Grenoble, France



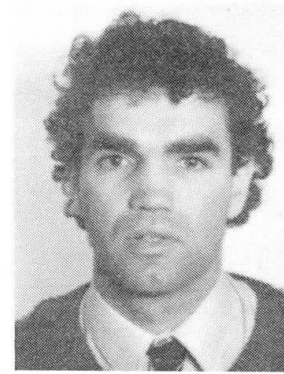
Bernard BOUVY
Ingénieur INSA
CETE Lyon
Lyon, France



Charles BERTOCCHI
Directeur Travaux
Dragages et Travaux Publics
La Défense, France



Michel MARCHETTI
Ingénieur en Chef
Dragages et Travaux Publics
La Défense, France



Daniel TURON
Ingénieur Travaux
Dragages et Travaux Publics
La Défense, France

RÉSUMÉ

Cette communication présente les méthodes de réglage et de contrôle de géométrie utilisées lors de la construction du pont de Trelins. Cet ouvrage est un pont en arc dont la structure porteuse a été réalisée par encorbellements successifs à l'aide de voussoirs coulés en place, la stabilité de chaque demi-arc en cours de construction étant assurée par des haubans provisoires. Le tablier a été ensuite mis en place par poussage, à partir d'une seule extrémité.

ZUSAMMENFASSUNG

Es werden die Methoden der Regulierung und der Geometriekontrolle beim Bau der Bogenbrücke von Trelins vorgestellt. Der Bogen wurde im Freivorbau erstellt. Die Stabilität der beiden Halbbogen war durch provisorische Abspannungen gewährleistet. Der Fahrbahnträger wurde von einer Seite her eingeschoben.

SUMMARY

The methods employed for adjusting and controlling the geometry in the construction of the Trelins arch bridge are presented. Use was made of the cantilever method in erecting the arch structure, with the aid of voussoirs. Provisional stays assured the stability of the semi-arches during construction. The deck was then constructed by pushing forward from one end.



1. PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE

Ouvrage d'une longueur totale de 235 mètres, le pont de TRELINS franchit l'Isère en s'appuyant sur un arc en béton armé de 134 m d'ouverture et de 24 m de flèche.

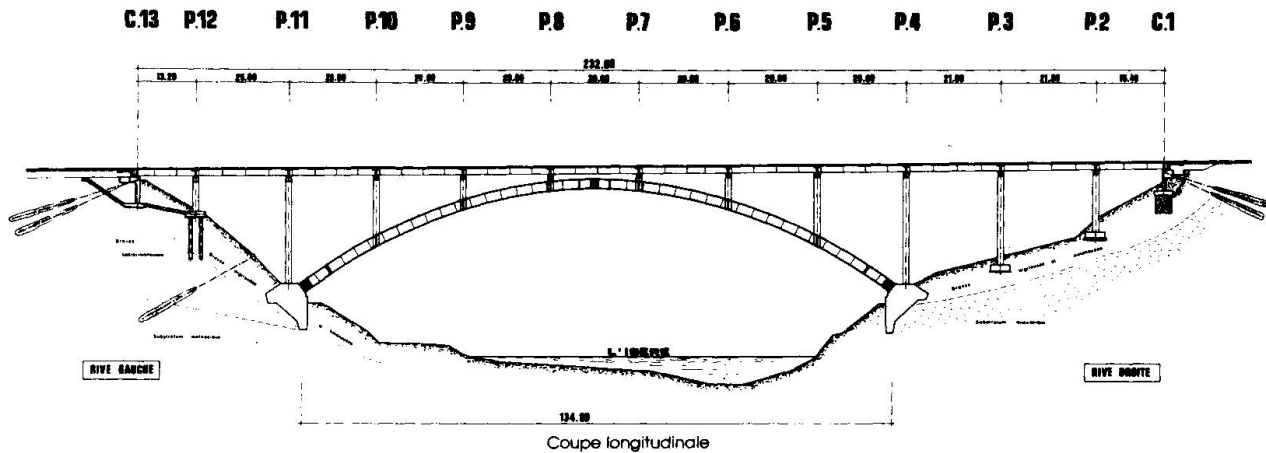


Fig. 1 Description générale de l'ouvrage

Chaque demi-arc est réalisé par encorbellements successifs à l'aide de voussoirs coulés en place de 3,60 m de longueur. Avant leur jonction, leur stabilité est assurée par un système de haubans provisoires ancrés dans le sol.

Le tablier est constitué par une dalle à deux nervures en béton précontraint, mise en place par poussage à partir d'une aire de fabrication située sur la rive gauche de l'Isère.

Pour limiter les effets de la dissymétrie du chargement de l'arc résultant de ce mode de construction, on utilise des haubans provisoires qui sont tendus en fonction de l'avancement du tablier.

2. PROBLÈMES GÉOMÉTRIQUES LIÉS A LA CONSTRUCTION DE L'ARC

2.1 Généralités

La construction par encorbellements successifs d'un demi-arc haubané suppose une approche des problèmes de géométrie différente de celle retenue pour le réglage des contre-flèches d'un tablier de pont en encorbellement classique.

La particularité de ce type de structure réside, en effet, dans sa grande déformabilité et dans la difficulté à prévoir avec précision les déplacements apparaissant pendant la construction.

On ne peut donc prétendre régler le coffrage d'un voussoir à partir d'une référence fixe, en cherchant à compenser les déformations par des corrections calculées à l'avance. Les méthodes de réglage mises en œuvre visent deux objectifs distincts (Fig. 2) :

- 1) En priorité, construire deux demi-arcs présentant une forme telle qu'après mise en vis-à-vis des extrémités et achèvement de l'ouvrage, on obtienne la ligne de l'arc prévue au projet.
- 2) En outre, maîtriser dans la mesure du possible les déplacements durant toutes les phases de réalisation, afin de pouvoir conduire ces structures à la position requise sans opération de réglage correctif.

Après détension des haubans, les deux demi-arcs en appui l'un sur l'autre forment une structure isostatique à trois articulations. Le passage par cette phase libère les auto-contraintes introduites au fur et à mesure de la construction. A cet instant, la géométrie de l'arc n'est plus tributaire de l'historique des opérations précédentes : elle ne dépend que de la forme initiale des voussoirs et

du niveau de l'arc à la clé.

2.2 Réglage de la géométrie des voussoirs

La forme à donner aux voussoirs lors du bétonnage est déterminée à partir de la forme finale de l'arc et des valeurs des contraintes permanentes. Elle est caractérisée par deux paramètres : la longueur du voussoir prise sur sa ligne moyenne et l'angle entre les deux sections d'about.

Ces grandeurs ne se mesurent bien sûr pas directement sur le chantier ; aussi, a-t-on eu recours à une procédure de réglage qui passe par la résolution d'un problème de géométrie analytique dans un repère local où la verticale joue tout naturellement un rôle privilégié.

Dans la pratique, on règle le fond de moule du voussoir à construire à partir de repères placés sur le hourdis supérieur du voussoir précédent.

La méthode, qui suppose l'existence d'un centre de rotation R sous le fond du moule, se déroule en deux temps :

- 1) On détermine la position de R à partir des valeurs des distances verticales y_A , y_B , y_P , et y_Q .
- 2) On calcule ensuite les valeurs de y_P et y_Q à imposer pour obtenir l'angle adéquat entre les deux hourdis inférieurs.

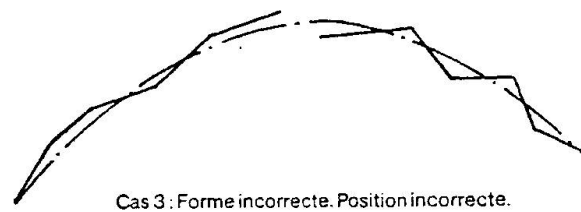
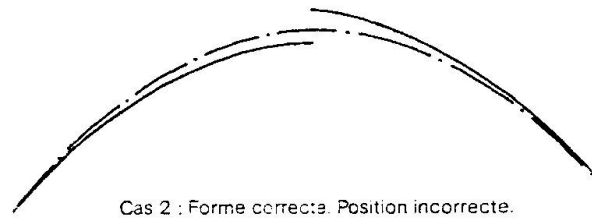
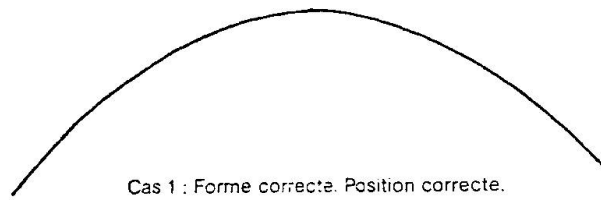


Fig. 2 Situations possibles avant vérinage à la clé

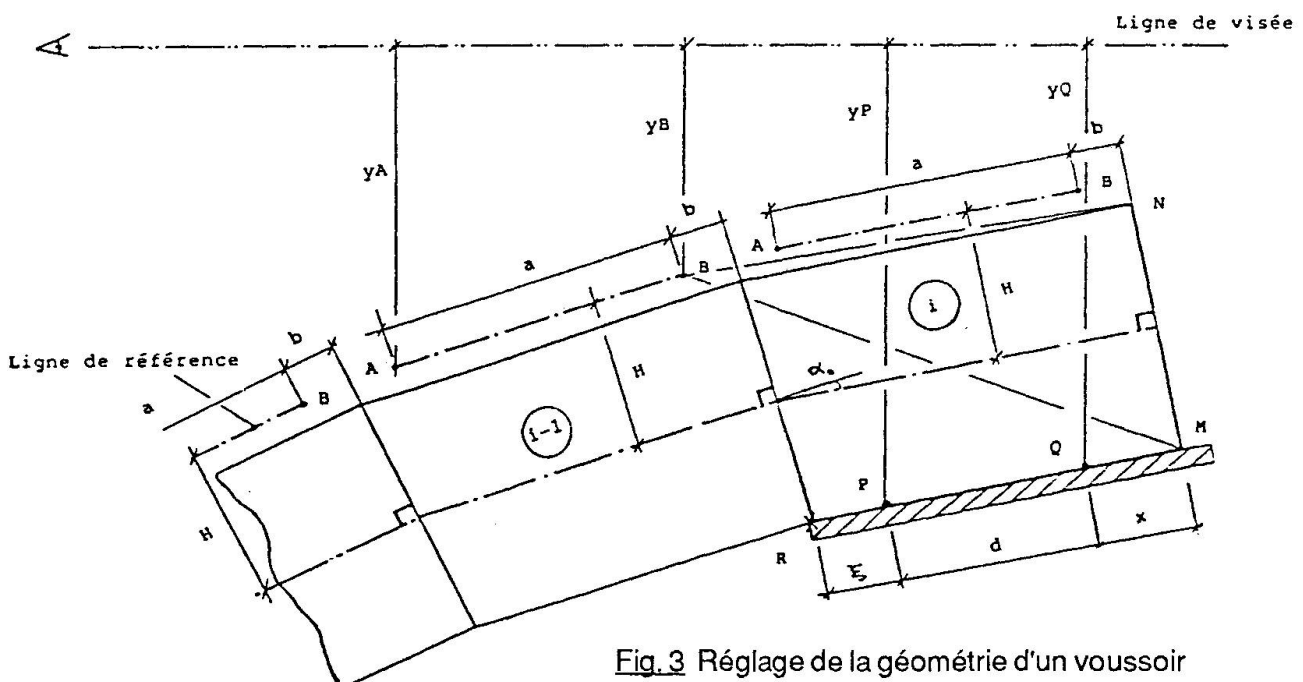


Fig. 3 Réglage de la géométrie d'un voussoir



Lorsque le fond de moule est réglé, il reste à mettre en place le masque d'extrémité en utilisant les valeurs calculées des distances QM, BM, et BN.

Après bétonnage du voussoir, on y implante ses propres repères en s'appuyant sur ceux du voussoir précédent.

La méthode exposée permet donc de construire des voussoirs de forme donnée sans avoir à prendre en compte la position théorique ou réelle de la structure dans l'espace au moment du réglage.

A l'expérience, cette approche s'est révélée à la fois fiable et extrêmement précise.

2.3 Contrôle géométrique de l'arc en cours de construction

Réaliser chaque demi-arc en respectant sa forme théorique représente bien sûr l'objectif primordial. Pouvoir en outre contrôler sa position à tout instant de la construction constitue un plus appréciable, qui permet de vérifier si le comportement réel de l'ouvrage est conforme au modèle de calcul.

Or celui-ci doit être en permanence réactualisé pour tenir compte des conditions réelles du chantier (date des opérations, température extérieure, configuration de l'équipage mobile, charges provisoires, tassement éventuel de la fondation, correction de la tension d'un hauban).

Un programme de calcul de structures, destiné à l'étude de la construction phase par phase d'une poutre courbe haubanée située dans un plan vertical, a donc été développé à l'occasion de ce projet.

Utilisé aussi bien par les ingénieurs d'études que sur place par les ingénieurs du chantier, cet outil a permis de simuler en temps réel toutes les étapes de la construction. La confrontation avec la réalité s'est effectuée par comparaison des valeurs calculées et observées des niveaux des repères A et B. Dans les quelques cas où les opérations réalisées sur le site ont dû s'écarter du scénario prévu à l'étude, on a pu s'assurer instantanément qu'elles conduisaient à des contraintes admissibles à la fois dans les haubans et dans le demi-arc.

2.4 Choix de l'inclinaison initiale du premier voussoir

Chaque demi-arc étant articulé à sa base, l'inclinaison du premier voussoir en début de construction est a priori un paramètre libre. On choisit sa valeur de façon à ce qu'après pose des vérins à la clé et détension de tous les haubans, la section médiane de l'arc se place au niveau requis pour réaliser le clavage.

Cette valeur a été déterminée par approximations successives en simulant à chaque itération toutes les phases de construction du demi-arc étudié.

2.5 Matériel informatique utilisé

Les programmes relatifs au réglage de la géométrie des voussoirs, ainsi que celui destiné au contrôle des demi-arcs en cours de construction ont été développés et exploités sur un micro-ordinateur portable de 256 Ko RAM comportant deux lecteurs de disquettes de 1,2 Mo.

2.6 Résultats expérimentaux

- 1) La méthode de réglage adoptée a permis de parfaitement maîtriser la forme de l'arc puisque la ligne de référence finale ne s'écarte pas plus de ± 1 cm de la ligne théorique.
- 2) La corrélation entre le modèle et le comportement réel du demi-arc haubané en cours de construction est étonnamment bonne. L'écart entre les valeurs observées des déplacements n'excède pas 10 mm alors que ceux-ci présentent des amplitudes maximales de l'ordre d'une vingtaine de centimètres.

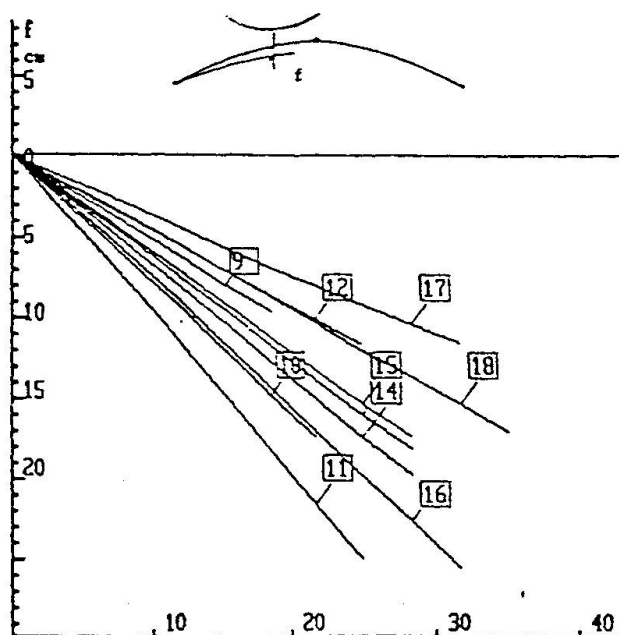


Fig. 4 Déformations théoriques en cours de construction

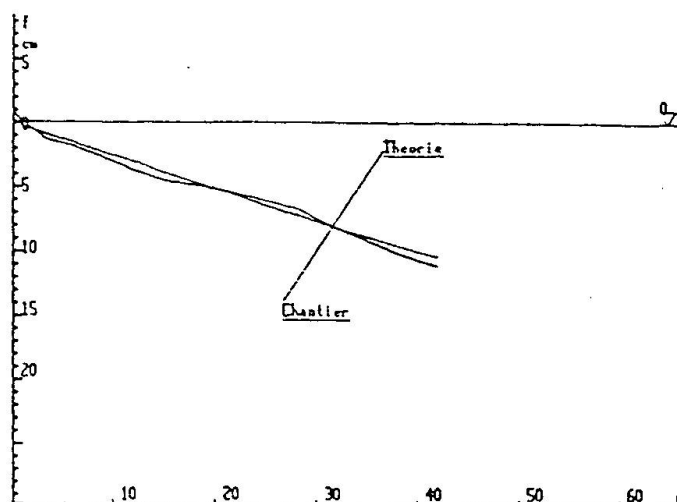


Fig. 5 Comparaison des déformées réelles et théoriques

- 3) Les sections extrêmes des deux demi-arcs haubanés se sont trouvées décalées en niveau de 14 mm à la fin de leur construction. Elles se sont réalignées dès que l'on a brûlé les poutres de clavage.

Après détension des haubans le sommet de l'arc s'est placé à la cote requise pour cette phase, sans que l'on ait eu à modifier par vérinage l'espace entre les deux demi-arcs.

- 4) Le suivi géométrique a permis de déceler une anomalie dans le fonctionnement de la structure rive gauche qui s'est étalée entre la réalisation des voussoirs 5 et 7. Après bétonnage de ce dernier élément la position observée était significativement plus basse que celle calculée. Une analyse détaillée des valeurs théoriques et réelles des flèches élémentaires a montré que cet incident provenait du frottement parasite des haubans 2 et 3 au niveau de leur ancrage. Après correction de la tension dans les haubans concernés, on a constaté à nouveau une bonne correspondance entre le modèle théorique et la réalité.

3. PROBLÈMES GÉOMÉTRIQUES LIÉS AU POUSSAGE DU TABLIER

Durant la mise en place par poussage du tablier, l'arc est chargé dissymétriquement et les appuis qu'il supporte se déplacent verticalement de façon couplée.

Pour des impératifs de programme de travaux, le poussage sur l'arc débute alors que certaines piles ne sont pas encore achevées. On ne peut donc procéder au réglage général des niveaux de l'ensemble des dispositifs de glissement non chargés comme cela avait été initialement envisagé.

Une première solution pour contourner cette difficulté consisterait à installer tout nouvel appui à la cote théorique correspondant à la configuration à cet instant du système arc-tablier. Malheureusement, cette valeur obtenue par un code de calcul sophistiqué ne nous semble guère fiable, car elle dépend de nombreux facteurs dont certains sont en fait mal maîtrisés (température extérieure, module du béton...).

La méthode de réglage finalement retenue repose sur les remarques évidentes suivantes :

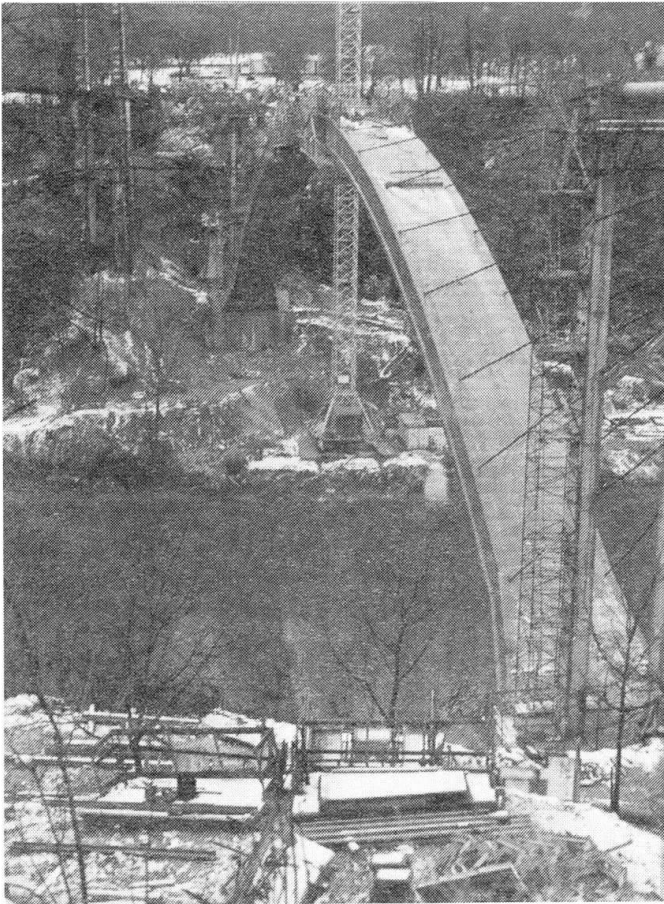
- la position de l'arc clavé chargé par le poids des piles s'obtient par un calcul simple,
- les niveaux des appuis pour cet état constituent précisément la donnée du problème,
- on connaît donc pour chaque pile la distance verticale entre l'appui et la ligne de référence de l'arc. C'est elle que l'on utilise alors pour implanter indépendamment de tout repère fixe le dispositif de glissement.



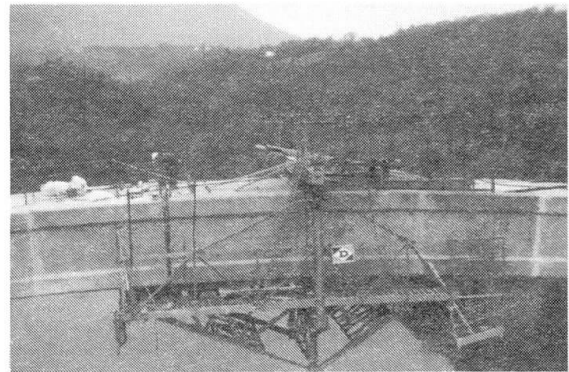
Les déformations verticales de l'arc en cours de poussage ont fait l'objet d'un contrôle géométrique qui a globalement confirmé les valeurs des flèches prévues par l'étude d'exécution.

4. CONCLUSIONS

Les méthodes de réglage et de contrôle de la géométrie de l'arc de TRELINS présentées dans cette communication n'ont pu être appliquées avec succès sur le site que parce qu'elles se sont appuyées sur des logiciels résolument orientés vers les préoccupations de l'ingénieur praticien. Les auteurs ont en ce sens volontairement suivi une tendance qui commence à se dégager aujourd'hui et qui consiste à développer des produits de métier consacrés à la résolution de problèmes d'ingénieur plutôt que des programmes traitant numériquement un problème théorique particulier.



Vue générale de l'arc en cours de construction
Équipage mobile



Demi-arcs en vis-à-vis



Poussage du tablier sur l'arc

