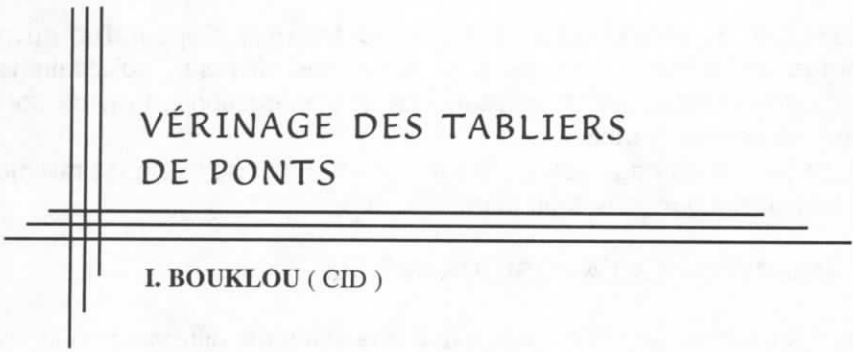




VÉRINAGE DES TABLIERS DE PONTS

I. BOUKLOU (CID)

DÉFINITION

La technique du vérinage est requise quasi-systématiquement pour toute intervention au niveau des dispositifs d'appui d'un tablier de pont.

C'est l'opération consistant à soulever au moyen de vérins, le tablier en prenant appui le plus près possible des points d'appui existants.

Le vérinage est réalisé de façon à conserver le tablier dans un plan de référence parallèle au plan d'origine, avec retour à la position initiale ou avec une altimétrie différente selon l'opération projetée.

LES DIFFÉRENTS TYPES DE VÉRINAGE

1 - AVEC RETOUR A LA POSITION INITIALE

La nécessité de recaler ou de changer les appareils d'appui d'un ouvrage, distordus de façon excessive à la suite des diverses sollicitations de construction (fluage, retrait, phasage de la construction ...) ou de service, impose de vériner le tablier.

Dans ce cas, le vérinage est opéré avec une hauteur de quelques millimètres et le tablier ne change pas en altimétrie.

2 - SANS RETOUR A LA POSITION INITIALE

Ce sont les cas où le tablier se trouve à une altimétrie différente en fin d'opération ; on peut citer :

- Le relevage des tabliers de P.S. autoroutiers pour augmenter la hauteur libre ou éviter un reprofilage au droit de l'ouvrage lors d'un rechargement de la chaussée.

- Le remplacement des appareils d'appui de tabliers ayant une vingtaine d'années où l'on constate que les appareils d'appui, s'ils existent, sont posés directement sur les sommiers des piles ou culées, sans bossage inférieur.

- Le ripage de tabliers lors de réaménagements d'échangeur.

- Les dénivellations de lignes d'appui : sur les structures mixtes par exemple, dans le but d'augmenter la compression dans le béton de la dalle de circulation.

3 - SANS MODIFICATION DE LA POSITION INITIALE

En site urbain, il s'avère parfois impossible de modifier la position d'un tablier qui se trouve imbriqué dans des constructions, des massifs floraux ou fait partie d'un échangeur. Dans ce cas, on procède au "vérinage à tablier zéro". Cette opération consiste à transférer sur des vérins le poids du tablier sans le déplacer, ce qui se contrôle avec des capteurs. Dès que le transfert de charge a eu lieu, on vient recéper les appuis par sciage, carottage ou hydro-démolition de la hauteur suffisante pour y implanter les nouveaux appareils d'appui, avec leurs bossages inférieurs et supérieurs.

Ce type d'intervention demande toujours le renforcement de la tête de l'appui, dont la démolition a pu détruire des armatures principales.

SHÉMA DE PRINCIPE D'UN VÉRINAGE

Les éléments de base indispensables à la réalisation d'un vérinage de tablier de pont sont les suivants :

- une ou des pompes Haute Pression (HP) à faible débit pour l'alimentation des vérins en cours d'opération ;
- des vérins destinés à exercer l'effort demandé ;
- des flexibles d'alimentations adaptés, entre la ou les pompes HP et les vérins.

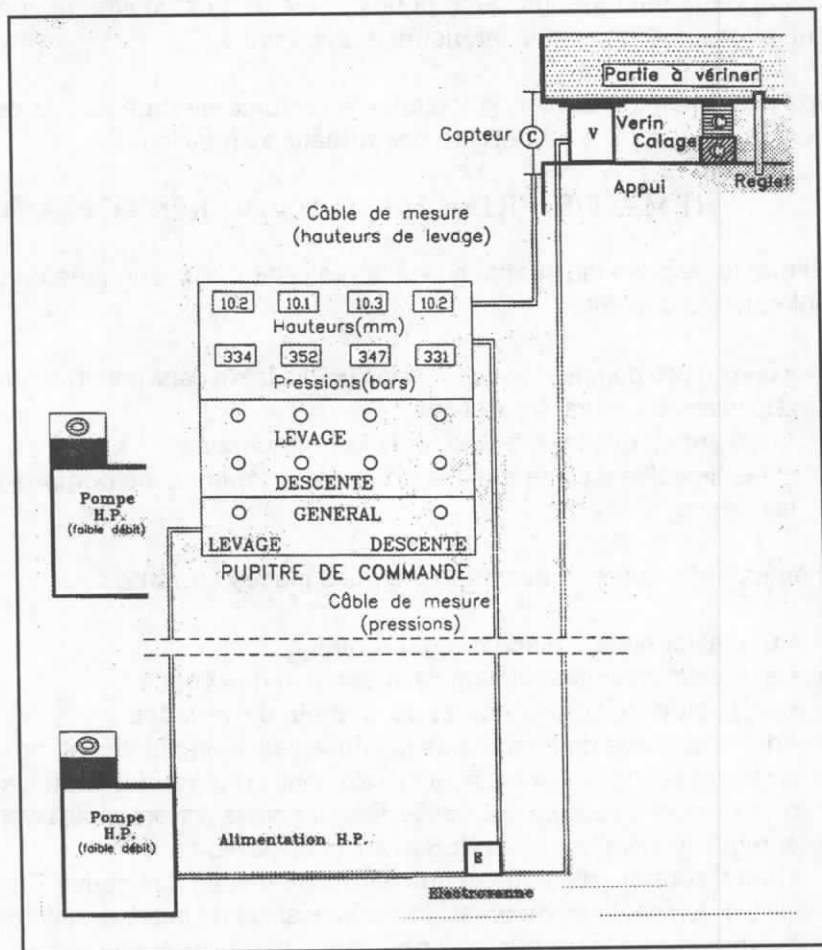
Ces éléments doivent être accompagnés des pièces suivantes :

- une alimentation électrique du système ;
- des électrovannes pilotant l'alimentation des vérins ;
- un pupitre de commande et de contrôle du vérinage ;
- des dispositifs de contrôle de la dénivellation, implantés au droit des différents points de vérinage. Généralement, on utilise des capteurs de déplacement de course appropriée. Ces dispositifs doivent impérativement enregistrer l'état "zéro" du PS6 avant dénivellation ;
- des dispositifs de contrôle des efforts au niveau des vérins. On peut utiliser des capteurs de pression car la position de la prise d'information est très importante pour la bonne conduite de l'opération ;

Pour ces deux derniers points, le pupitre de contrôle doit permettre la visualisation en continu des dénivellations et des pressions.

- des jeux de calage en nombre suffisant et de caractéristiques géométriques et mécaniques correctes.

Le croquis ci-joint présente un atelier de vérinage intégrant les dispositions sus-indiquées.



CONCEPTION DU DISPOSITIF DE VÉRINAGE

Il s'agit de concevoir un dispositif capable de soulever le tablier d'un ouvrage d'art en modifiant provisoirement ses conditions d'appui.

Pour cela, la procédure à suivre se présente comme suit :

- Examiner la structure de l'ouvrage à véliner ;
- Définir les moyens et méthodes ;
- Vérifier la structure en phase provisoire.

1 - EXAMEN DE LA STRUCTURE

La conception correcte du vélinage d'un pont donné ne peut se faire qu'avec une connaissance précise des caractéristiques du tablier de ce pont.

Une inspection détaillée particulière avec prises de vue et relevés géométriques éventuels est requise avant toute opération, afin de vérifier que le pont est vérinable (cas des ouvrages d'art avec entretoises).

Au cours de cette inspection, on devra vérifier :

- que l'ouvrage et tout particulièrement les zones d'appui ont bien la géométrie des plans existants, ce qui conduit à effectuer un relevé précis des hauteurs réellement disponibles entre la ligne d'appui considérée et le tablier (sous dalle, sous talon de poutre ou sous entretoise).
- que le tablier a une structure entretoisée sur appuis.
- que l'attelage des traversées se fait au niveau des poutres ou du hourdis.
- que pour les dalles déversées ou pour les poutraisons "en toit", les bossages sont parfois de hauteur différente.
- que sur ou sous ouvrage, la pose de réseaux (eau, lgd, ...) ne pose pas de problèmes particuliers : gêne devant un point de vélinage - impossibilité de supporter une dénivellation - etc...
- que l'ouvrage n'est pas bloqué en altimétrie par son environnement (glissière et/ou garde-corps scellés "à cheval" sur l'about du tablier).
- que les joints de chaussée sont bien déposés ou sans effet.
- que l'about de tablier sur culée est bien dégagé avec un "jeu libre d'about" suffisant.

Il sera alors possible de rechercher, à partir de la panoplie des possibilités de matériel, celui qui est le mieux adapté aux problèmes existants.

2 - DEFINITION DES METHODES ET DES MOYENS

1) Mode opératoire

Si le fait d'avoir de grandes disparités dans les longueurs des câblages électriques ne pose pas de problèmes particuliers, il n'en est pas de même en ce qui concerne les circuits hydrauliques où une telle disparité va perturber la régularité du levage et provoquer le dépassement des seuils de dénivellations admissibles entre appuis. La valeur du soulèvement maximal possible d'une ligne d'appui par rapport aux lignes d'appui adjacentes devra être déterminée par l'étude d'exécution.

Ce phénomène sera d'autant plus sensible que les électrovannes seront éloignées du vérin, ce qui est préjudiciable à leurs contacteurs électriques, ainsi qu'aux régulateurs de pression.

En plus, la pompe hydraulique HP sera du type "à faible débit" et son implantation devra être judicieusement choisie pour obtenir un levage souple et continu. Si le levage n'est pas souple et continu, les seuils de dénivellation admissible entre points de vérinage seront très vite atteints. Les valeurs de ces seuils sont très contraignantes entre les divers points de vérinage ; elles sont en général déterminées par l'étude d'exécution.

Cette nécessité implique l'usage de plusieurs pompes, près des différentes lignes d'appui. En outre, l'emplacement de l'atelier de commande devra être choisi de sorte qu'il soit implanté sous la travée à relever afin de conserver depuis ce poste une vision d'ensemble des points de vérinage durant l'opération, dans la mesure où cela est possible.

Le CPS du marché des travaux devra définir les valeurs des seuils admissibles pour les dénivellations longitudinale et transversale.

2) Vérins

Pour mener à bien l'opération de vérinage, il y a lieu d'étudier la faisabilité à partir des vérins d'usage courant. En fonction de la hauteur de levage, ainsi que le nombre de reprises nécessaires pour y parvenir, il est loisible parfois de procéder à un couplage ou à l'alternât de deux séries de vérins (vérins "plats" et "corbeaux" par exemple).

Les principales caractéristiques des vérins "plats" sont les suivantes :

- leur encombrement est faible (25 à 30 mm de hauteur) ;
- leur course est limitée à 20 mm en moyenne.

Les principales caractéristiques des vérins "corbeaux" sont les suivantes :

- leur course est importante (50 cm environ) ;
- leur implantation se fait par clouage sur la face de l'appui provisoire ;
- leur tête est en général de section réduite. Elle nécessite l'interposition de plaques de répartition de 15 mm d'épaisseur au moins (problèmes de poids, manutention, centrage, ...).

On prévoira systématiquement des vérins largement surdimensionnés par rapport aux charges estimées.

En effet, les réactions d'appui peuvent être plus élevées que celles déterminées par le calcul. D'autre part, avec une section plus importante, à même débit, la vitesse de montée des vérins est plus faible, donc plus contrôlable.

3) Zones d'appui et implantation des vérins

L'inspection détaillée particulière évoquée au § 4.1 et le dépouillement des plans d'exécution permettront en principe de vérifier l'état des zones d'appui de l'ouvrage d'art. On aura alors déterminé dans quel cas de figure l'on va se situer :

- Vérins disposés sur l'appui : on devra définir la préparation du support à réaliser au préalable, ainsi que les plaques de répartition utiles en cas de fretage douteux ou inexistant.

Les vérins utilisés seront du type "vérin plat" ou "vérin à pot".

- Vérins disposés sur la face avant de l'appui : dans le cas où les zones d'appui ne peuvent pas recevoir de vérin posé, il devient nécessaire de venir ancrer un (ou des) "vérin corbeau" sur la face latérale de l'appui considéré.

On peut aussi venir ancrer des barres de précontrainte dans cet appui afin d'y brêler une console supportant un (ou des) "vérin à pot".

L'implantation de barres dans l'appui réalisée par carottage, fait très vite augmenter le coût de l'opération qui peut devenir prohibitif pour de petits ouvrages et peut poser de gros problèmes techniques dans le cas de lignes d'appuis très biaises, pour l'ancrage des barres dans la section en angle aigu du biais.

Au niveau des culées, il faudra s'assurer de la nature des murs de front et de leur épaisseur.

- Vérins disposés sur chandelles en appui au sol : les cas où l'on peut prendre appui au sol avec des "chandelles" en profilés métalliques posent aussi des problèmes de résistance au flambement, ce qui conduit à réaliser des brêlages dans l'appui et des contreventements (coût, conditions d'exécution sur ouvrages d'art en service).

Cette disposition est toutefois facilitée dans le cas où l'on rencontre des perrés dont l'embase est renforcée par une longrine en béton armé.

- Vérins disposés sur des chaises : dans le cas des ponts à poutres sous chaussée à travées de grandes portées, il est souvent possible d'utiliser des chaises symétriques sur les appuis intermédiaires (piles) puisque les entretoises dégagent un passage suffisant.

Le levage se fait alors sous le talon de poutre, en front de chevêtre. Cette solution implique le vérinage des deux lignes d'appui simultanément. Le croquis ci joint illustre un exemple de supports provisoires.

4) Calages

Les calages de sécurité sont impératifs, dans le cas où les vérins utilisés n'en comporteraient pas, chaque fois que des reprises de vérinage sont nécessaires.

Afin de pouvoir reprendre les réactions d'appui provisoirement, ces calages doivent remplir les conditions suivantes :

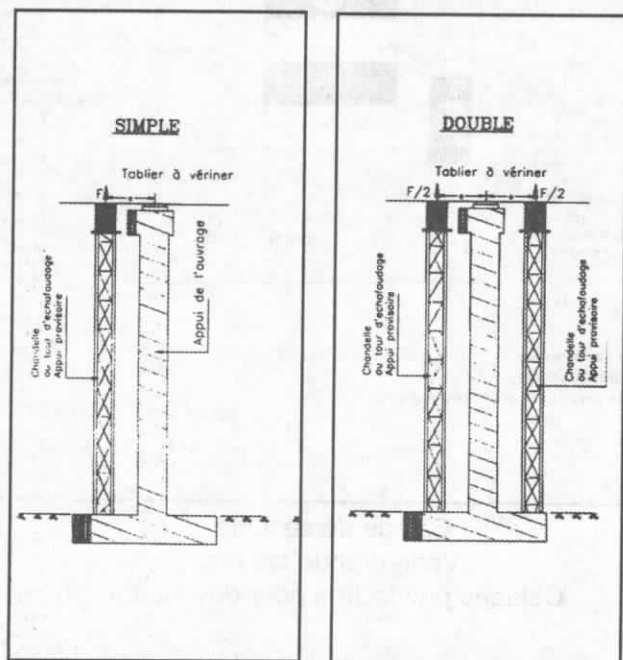
- ils doivent être réalisés entre des surfaces planes et parallèles ;
- ils doivent garder une certaine accessibilité ;
- ils doivent avoir des caractéristiques géométriques et mécaniques satisfaisantes.

- Concernant ce dernier point, les matériels couramment utilisés sont :
- les cales métalliques ;
 - les cales en bois dur (chêne par exemple) ;
 - les cales en résitex : il s'agit de trames de coton imprégnées de résines ;
 - les cales en mortier de résine polymérisé.

3 - VERIFICATIONS DE LA STRUCTURE EN PHASE PROVISOIRE

Il est nécessaire de bien définir les descentes de charge et de consulter les plans de ferrailage de l'ouvrage en question pour :

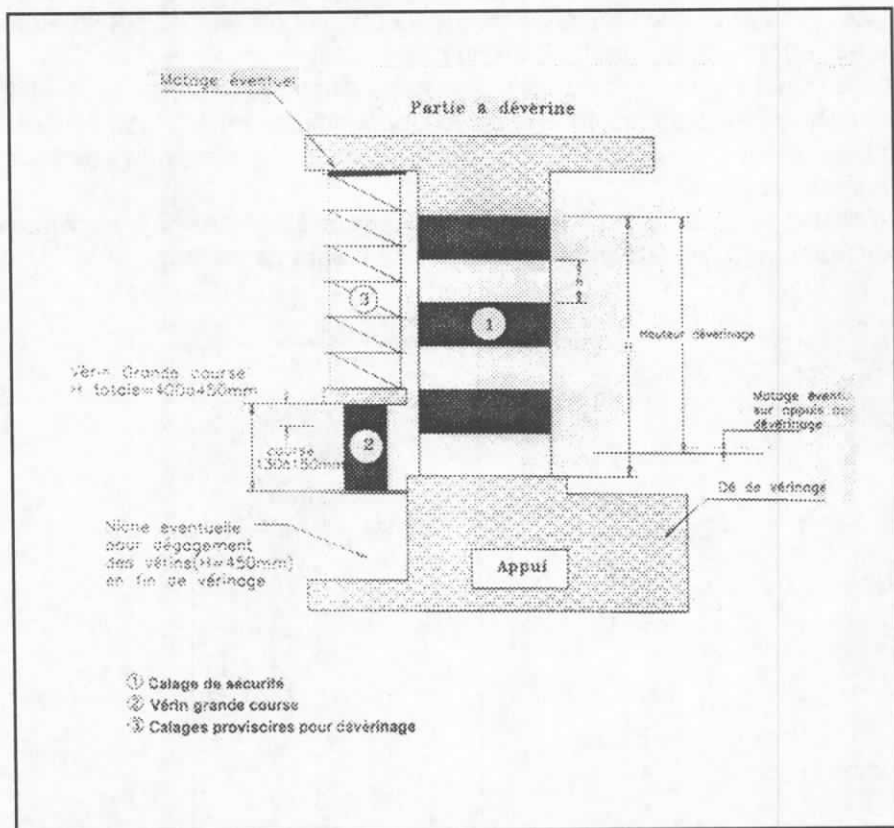
- dimensionner le système de vérinage de la structure existante ;
- vérifier la structure provisoire à la flexion longitudinale en calculant la valeur du soulèvement maximal possible d'une ligne d'appui par rapport aux lignes d'appui adjacentes ;
- vérifier une ligne d'appui de la structure provisoire à la flexion transversale en calculant la dénivellation admissible entre points de vérinage.



DÉVÉRINAGE DU TABLIER

Cette opération consiste à reposer le tablier sur ces nouveaux points d'appui. Une fois l'intervention projetée achevée, le tablier du pont en question doit être descendu à sa position finale sans aléas car le contact entre le tablier et ses points d'appui doit se faire d'une façon ni trop molle, ni trop dur. Avant d'exécuter cette opération, on doit s'assurer que tout le matériel de calage et de vérinage a été enlevé.

Le croquis ci-joint illustre le principe de dévérinage du tablier.



Calage de sécurité
Vérin grande course
Calages provisoires pour dévérinage

Le dossier d'exécution de l'opération de vérinage doit comprendre au minimum les pièces suivantes :

- La note de calcul justifiant le système de vérinage et qui déterminera les dénivelées et les tolérances admissibles qui y sont rattachées.
- Les conditions d'exécution : il s'agit de la coupure du trafic sur le pont et de la durée des travaux.
- Le mode opératoire pour réaliser le vérinage. Il appartiendra au maître d'ouvrage de définir les points d'arrêt à partir de ce chapitre.
- La hauteur de vérinage nécessaire à la bonne réalisation de l'opération projetée au marché, et le nombre de reprises nécessaires pour y parvenir.
- Le type de vérins à employer, leur course utile, et leur implantation.
- Le matériel de contrôle et son implantation.
- Les calages de sécurité : type et mise en oeuvre.
- Le matériel de secours (pompes, vérins, flexibles, capteurs).

Ce dossier doit être complété par un ensemble d'annexes regroupant :

- Les notices techniques des matériels de vérinage, avec chaque type de vérin : les sections efficaces - la courbe "effort/pression", utile sur le chantier pour suivre les efforts de levage et connaître le poids global du tablier.
- Les notices des capteurs de contrôle : étendue de mesure, précision, ...
- Les "fiches-produit", pour les matériaux que l'entreprise envisage d'utiliser sur le chantier.
- Les fiches d'étalonnage "à jour" avec les courbes correspondantes pour chaque matériel composant l'installation de vérinage.

SUIVI ET CONTRÔLE SUR CHANTIER

On aborde là un point particulièrement crucial, celui de l'assistance technique pour la bonne réalisation de l'opération projetée au marché des travaux. Il faut préciser que cette opération revêt un caractère délicat.

Aussi, pour prévenir toute défaillance au niveau du déroulement de cette opération, l'intervention de l'Ingénieur Conseil aux côtés du maître d'ouvrage est vivement recommandée.