

PONT DE NORMANDIE MONTAGE DES VOUSSOIRS MÉTALLIQUES

*Ph. Grosso - Ingénieur soudeur, F. St Sulpice - Ingénieur topographe
(GEC Alstom SDEM)*



PRÉPARATION DES PHASES POUR L'ACCOSTAGE D'UN ÉLÉMENT

1ère phase :

Après contrôle des voussoirs sortis de fabrication, Gec Alstom Sdem a pour charge leur transport par barge sur voie fluviale, du quai de Radicatel au droit de l'ouvrage, 15 km en aval.

2ème phase

Une fois la barge à l'aplomb du fléau, elle se stabilise et se positionne par rapport au pont grâce à un système de projections verticales permettant un repérage exact entre les points extrêmes de la chèvre et la barge.

3ème phase

Des palonniers descendant de la chèvre sont arrimés au voussoir. Si le vent est ≤ 16 m/s on hisse le voussoir jusqu'à l'accostage final. Le hissage, à raison d'environ 15 m/h dure entre 4 et 5 h.

4ème phase

L'accostage final est déterminé par les géomètres qui contrôlent et règlent le positionnement du voussoir monté.

DESCRIPTIF DES PROCÉDÉS NORMALISATION - MÉTHODES - CONTRÔLES

- Tous les travaux ont été effectués suivant les normes NFP 22471 - 22472 - 22473 - EN287.1.

- Les aciers mis en œuvre sont de façon générale l'acier E420TM concernant les grosses épaisseurs 20 et 30 mm ainsi que les augets sur les tôles de 14 et 20 mm ; l'acier E36.4 pour les tôles de 12 et 14 mm ainsi que les augets sur celles de 12 mm.

Un soin particulier pour le suivi des opérations de soudage a dû être mis en place, et un encadrement des soudeurs et des monteurs nous a permis d'établir un travail efficace et de qualité.

TRAVAUX TOPOMETRIQUES SUR LES VOUSSOIRS

Les interventions des géomètres et opérateurs Gec Alstom Sdem ont été effectuées tout au long du chantier aux stades suivants :

Montage à blanc

Cette opération avait pour but de garantir la bonne géométrie d'assemblage des voussoirs entre eux, suivant les indications données par les études, et de fixer cette géométrie par un système de clamage qui permet de retrouver ultérieurement les mêmes conditions lors du montage en position sur le site.

Pour cela, 3 voussoirs d'une longueur totale de 60 m étaient réglés en position par la Sté Munch, sur le banc de montage à blanc à Radicatel. Les mesures effectuées par tachéométrie électronique infrarouge sur prisme, ont mis en œuvre nos T2000 et Di2002 Wild "Leica" pour contrôles en planimétrie et altimétrie d'une partie de l'ensemble du tablier du pont.

Au positionnement de la barge de transport à l'aplomb des fléaux

- une première phase de prépositionnement du "convoi fluvial" demandait le pilotage en XY des bouées d'alignement de la barge perpendiculairement au pont. Nous avons mis en œuvre pour les mesures en coordonnées polaires depuis l'ouvrage, les jumelles Leica Géovid.7 ; la combinaison de la boussole électronique intégrée et de son distance-mètre infrarouge, nouveauté de l'époque, ont été d'une extraordinaire efficacité.

- La seconde phase avait pour but de positionner de façon précise le centre de gravité du voussoir sur barge à l'aplomb de la chèvre de levage. Pour chacun des fléaux de pont, le télépilotage final du convoi fluvial en XY a été effectué par observations successives de la cible centrale de la charge depuis une lunette nadirale automatique NL Wild en station sur la passerelle de tête de la chèvre, à l'aplomb du voussoir.

En outre, il faut noter que tous les nœuds de charpente des chèvres PT 80 T avaient fait l'objet de contrôles géométriques de précision à la fabrication chez nos sous-traitants en Savoie.

Au réglage de l'élément accosté en extrémité du fléau

Pour chacun des voussoirs, après accostage contre l'extrémité des voussoirs de fléau déjà soudés et repris en charge par la double nappe de haubannage, une opération de contrôle géométrique précédant un réglage final a été effectué.

Pour les premiers voussoirs, tant du côté Le Havre que du côté Honfleur, les relevés par topométrie industrielle tridimensionnelle ont été effectués au tachéomètre électronique de précision TC2002 Leica sur prisme rétro-directeur infrarouge, l'instrument était commuté en fonction "Transit"

dispositif de collimation vertical automatique "bloquée" afin de permettre les mesures en planimétrie et altimétrie relative, malgré les oscillations, mouvements et vibrations des fléaux maintenus en porte à faux sur les piliers et haubans.

Les lignages planimétriques qui suivirent ont été effectués par les opérateurs Gec Alsthom Sdem aux théodolites optomécaniques, les contrôles de profil en long du tablier ayant fait l'objet de mesures au niveau classique type N2 à lunette réversible par les opérateurs de Monberg et Thorsen (compte-rendu des mouvements des demi ponts).

Enfin, de très nombreuses campagnes de contrôles géométriques ont été effectuées de manière contradictoire par les géomètres des entreprises citées précédemment et ceux du Maître d'Œuvre (spécialistes de l'IGN) appuyées pour les calculs, par le SETRA.

Ces calculs avaient pour but de donner les géométries théoriques de référence de l'ouvrage dans toutes les phases d'avancement de chantier pour lesquelles les mesures de niveau étaient effectuées.

Voir l'article du Bulletin Ponts Métalliques n°17 intitulé Pont de Normandie : conception et construction du tablier métallique par MM. Foucriat, Bui, Virlogieux, Deroubaix et Lavoue.

Clavage

Le terme de clavage correspond au dernier tronçon et donc à la liaison finale entre le nord et le sud. Celui-ci était prévu en octobre 1993 et suite au retard occasionné par le génie civil, il a eu lieu en août 1994.

Le Bureau d'Etudes a donc dû établir une procédure générale de clavage en été en tenant compte des contraintes thermiques et mécaniques que le pont aurait subi à cette époque de l'année. Pour cela, tout un appareillage a dû être étudié, fabriqué et positionné pour que le clavage soit en configuration réelle lors de la phase finale.

Un ensemble de renforcement, de garde-corps, de triangles verticaux et horizontaux ont été mis en place et contrôlés par les géomètres Gec Alsthom Sdem à Radicatel sur les 2 derniers voussoirs amenés par la barge. Les triangles ont permis de reprendre des défauts angulaires et d'alignement entre les 2 fléaux de 200 mm maximum.

Une température de référence a été calculée, elle est évaluée à 10°C. C'est en fait, la valeur moyenne des températures de la région sur 5 décennies mais cela correspond surtout à la température où la neutralité des contraintes sur l'ouvrage est établie. Pour exemple, un écart de 1°C sur le pont provoque un écart entre les 2 fléaux de 10 mm.

La dernière soudure effectuée par Gec Alsthom Sdem sur le Pont de Normandie a eu lieu le 23 septembre 1994.

CONCLUSION

Cet ouvrage a permis à Gec Alsthom Sdem de gravir un échelon de plus dans la construction d'ouvrages d'art, avec le record mondial du pont suspendu à haubans à la clé.

Elle a montré sa détermination à faire un travail de montage de qualité, sa rapidité à résoudre des problèmes techniques de mesures sur site, de soudabilité opératoire

ainsi qu'à satisfaire les exigences du client.

Gec Alsthom Sdem grâce à l'affaire Pont de Normandie a acquis une expérience aussi bien dans son savoir-faire que dans sa technologie du soudage et du montage proprement dit.

En 1994, l'Entreprise s'est vu confier le montage de l'ensemble des poutres des ponts d'approche ainsi que des câbles, suspentes et tablier métallique du plus grand pont suspendu au monde (1 624 m entre piliers) actuellement en construction à Storebaelt au Danemark.

Ce chantier s'étale sur 6 837 m d'acier à monter en 4 ans et pèse au total 89 000T.

PRÉSENTATION DE GEC ALSTHOM SDEM

La réalisation de la partie métallique de l'ouvrage a été confiée à l'ingénierie Danois Monberg et Thorsen par le Maître d'Ouvrage et la Chambre de Commerce et d'Industrie du Havre.

Gec Alsthom Sdem a opéré comme sous-traitant de Monberg et Thorsen et a eu pour tâche le transport par voie fluviale des voussoirs sur une barge, le levage, l'accostage et le soudage des 32 voussoirs ainsi que la partie finale de l'ouvrage, le clavage.

Ce lot de tabliers de 624 m pour une portée de 856 m entre piliers, a mis en œuvre 5 700 T d'acier. Durée du montage 10 mois.

HISTORIQUE DE GEC ALSTHOM SDEM

Créée en 1917, la Société d'Etudes et de Montages - SDEM s'est à l'origine spécialisée dans les études, la fabrication et les installations de fournitures mécaniques sur les aménagements hydroélectriques.

Depuis 1960, la société a étendu son champ d'activité à divers domaines, en particulier :

- industries nucléaires en participant à la construction de centrales nucléaires, de réacteurs expérimentaux et d'usines de séparation d'isotopes (Creys-Malville, Eurodif, Dampierre, Bugey...)

- ensembles industriels : construction de cimenteries, centrales thermiques, unités chimiques et pétrochimiques, traitement d'eau, équipement de bâtiments industriels, etc.

Aujourd'hui nature des principales activités :

- études et réalisation d'équipements mécaniques de barrages et centrales hydroélectriques (conduites forcées, vannes, batardeaux...)

- construction en atelier et sur site industriel d'ensembles mécano-soudés et chaudronnés.

- construction et montage d'équipements : centrales nucléaires et usines d'enrichissement d'uranium.

- montage d'ensembles industriels (centrales thermiques, cimenteries, chimie, antennes paraboliques de télécommunications...)

- ouvrages d'art : études, fabrication et montage d'ouvrages de franchissements (ponts routiers et autoroutiers, viaducs, passerelles)

- machines spéciales d'intervention en milieu hostile pour des opérations de soudage et d'usinage