

DEUX PONTS SUSPENDUS EXTRAORDINAIRES INNOVATIONS TECHNIQUES ET TRAITEMENTS ARCHITECTURAUX

Jean-Vincent BERLOTTIER, Hervé VADON
STRATES

La société "Strates" à Lyon – France, a participé récemment à la conception des deux derniers ponts suspendus étudiés en France. Leur conception innovante est particulièrement intéressante :

- Pour le viaduc du Chavanon la technique innovante a nécessité une mise au point architecturale particulière.
- Pour le Grand pont sur la Loire l'architecture nouvelle a nécessité une mise au point technique synonyme innovante.

Malgré la performance remarquable des ponts haubanés, la technique des ponts suspendus n'est pas obsolète.

Les principales divergences portent sur le rapport entre la travée principale, les travées de rappel et la hauteur des pylônes. Architecturalement l'impact de ces ouvrages dans le paysage n'est pas le même.

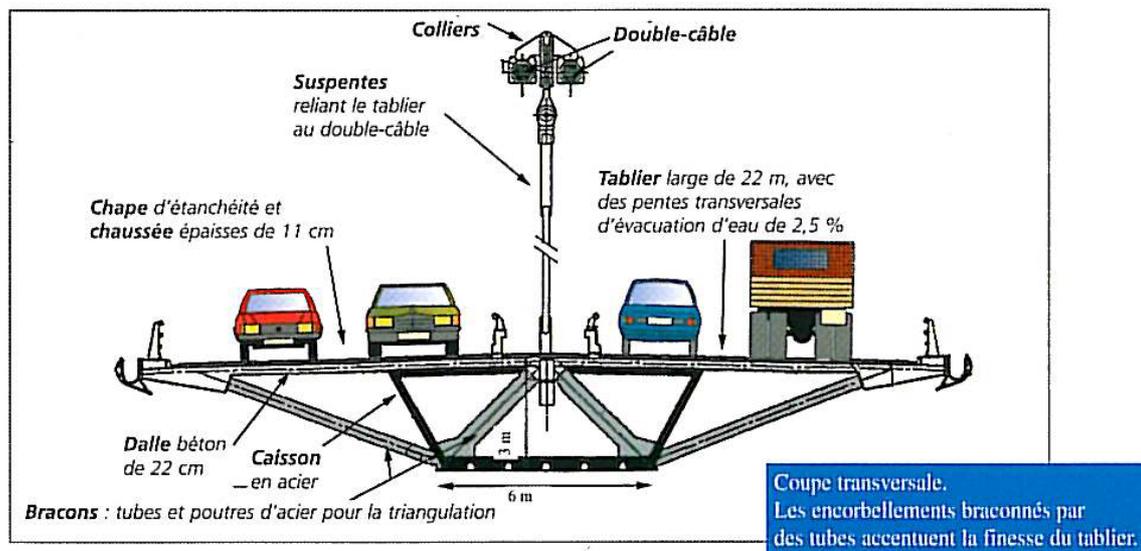
La mise en forme des câbles porteurs dessine dans l'espace des silhouettes aux graphismes différents : avec un éventail rectiligne et tendu pour le haubané et une courbe douce et fluide pour le suspendu.

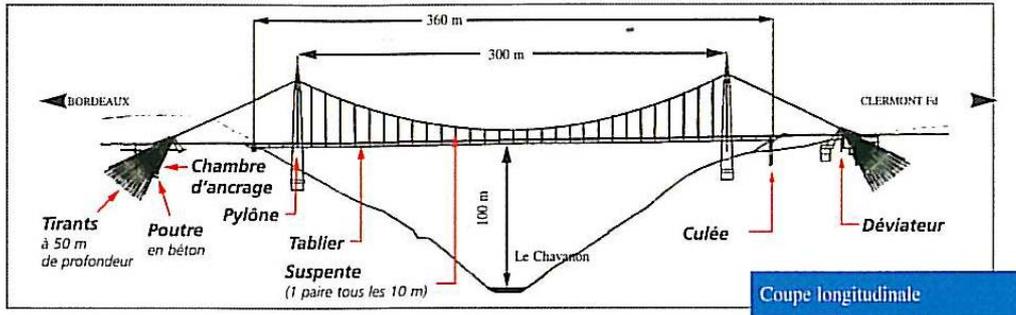
1. LE VIADUC DU CHAVANON

Le viaduc du Chavanon est situé en France sur l'autoroute A89 qui traverse le Massif Central entre Clermont Ferrand et Bordeaux, à la frontière du Puy de Dôme et de la Corrèze. Il franchit la vallée assez profonde (100m) de la petite rivière Chavanon.

Le viaduc du Chavanon est un pont suspendu à double câble central d'une portée axiale de 360m.

La largeur du tablier est approximativement de 22m. Le tablier est un monocaisson à ossature mixte acier-béton avec bracons intérieurs et extérieurs. Il est suspendu axialement et n'a aucun contact latéral avec les pylônes.





Le tablier est à 700m au dessus du niveau de la mer et 100m au dessus de la rivière Chavanon.

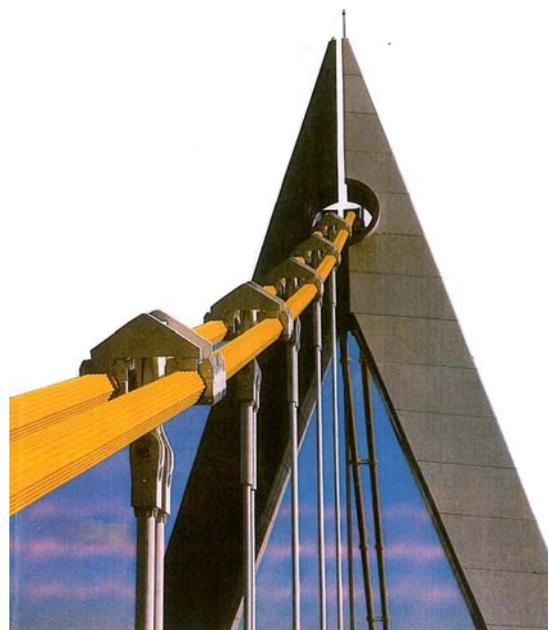
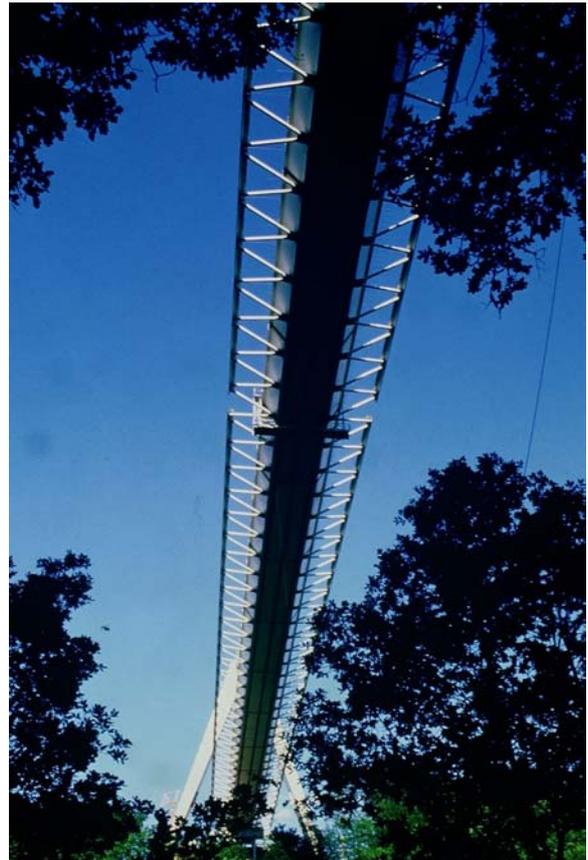
A partir de son terre-plein central, le tablier est relié par des suspentes au double câble. Le double câble s'appuie sur 2 pylônes en V renversé de 75 m de haut, en béton poli à section triangulaire vrillée. Les têtes de pylônes sont à 55m au dessus du tablier. La distance entre 2 pylônes est de 300m.

Sur chaque rive, à 50m derrière les culées, les 2 câbles s'appuient sur des déviateurs placés entre les 2 voies. Puis les câbles s'épanouissent en 2 éventails de 61 torons fixés au fond de la chambre d'ancrage par une poutre de 2m d'épaisseur, elle-même profondément ancrée dans le rocher par des tirants.

C'est le premier viaduc au monde à posséder une suspension axiale d'une portée de 360m sans appui intermédiaire.

Etant donnée la longueur de la brèche, il n'était pas possible de n'envisager que des solutions haubanées ou suspendues avec des pylônes placés à proximité des sommets des pentes, sans travées de rappel. La solution de « tablier suspendu » a été logique et plus belle que des solutions haubanées : les pylônes étaient moins hauts et la longue courbe des câbles principaux allait parfaitement s'inscrire dans les grandes lignes du paysage.

Le choix s'est donc porté sur cette solution moderne de pont suspendu axial avec des pylônes en V qui enjambent l'autoroute à chaque rive et qui constituent ainsi de véritables portes d'entrée sur la grande travée suspendue.



Une fois ce choix fait, les études ont porté entre autres, sur des recherches concernant les pylônes afin de synthétiser et d'optimiser contraintes structurelles et formes architecturales. Plusieurs axes de recherche ont été menés à partir de formes géométriques simples : rectangle, en T, en croix, rectiligne, bi-lames et triangle. Finalement, la solution à section triangulaire variable s'est avérée être celle qui allie le mieux finesse, élégance et intelligence structurelle.

Ces pylônes de section triangulaire non constante s'élancent vers le ciel en se vrillant. Ils offrent en permanence une lecture simple de leur géométrie et ont l'avantage de mettre en lumière de manière optimale les plans des trois faces. Il y a dans cette variation de section un côté naturel très simple qui convient bien à l'environnement paysager de l'ouvrage, et à la variation de section de la vallée du Chavanon.

Afin d'obtenir un parement de grande qualité, le maître d'ouvrage a retenu l'option de parement en béton poli, obtenu par des plaques préfabriquées servant de coffrage perdu.

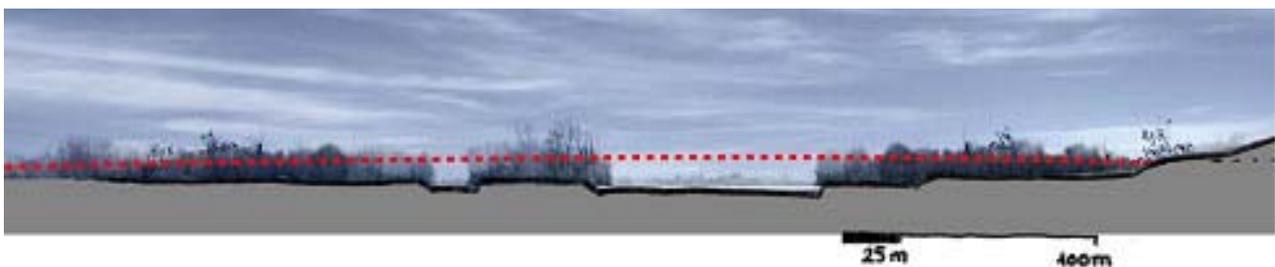
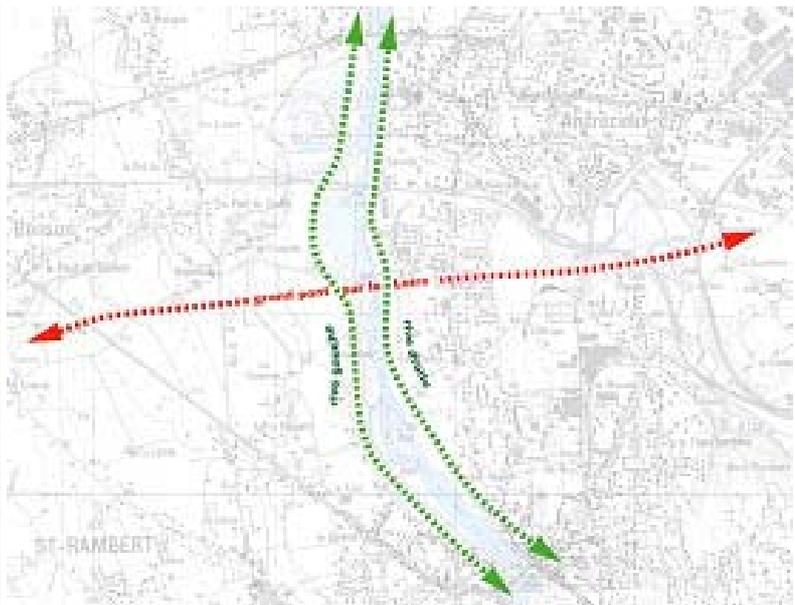
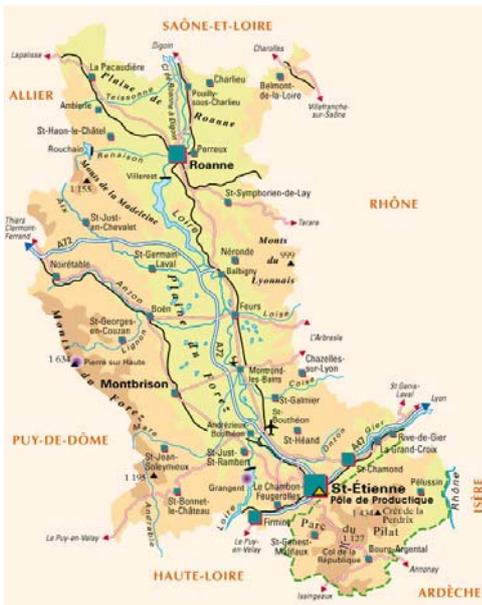
Une partie des études a porté sur la mise au point et le choix de ce parement : dimensions des plaques, aspect de surface, détails des joints entre plaques.

Réservée à des vues lointaines ou de sous-face, la perception du tablier est très élégante du fait de sa minceur et de ses encorbellements braconnés qui mettent dans l'ombre le caisson longitudinal.





2. LE GRAND PONT SUR LA LOIRE



Cet ouvrage se situe à 25 km au Nord de Saint Etienne et supporte la déviation de la RD 498 construite en 2x2 voies.

La Loire, élément majeur du paysage est encore en ce lieu un fleuve sauvage qui bouge au gré de ses crues, ce qui pose problème pour son franchissement avec des piles intermédiaires dans le respect d'un milieu naturel fragile. L'interdiction raisonnée de poser les pieds n'importe où impose une grande portée de 200 mètres.

La solution suspendue proposée par la maîtrise d'ouvrage nous a paru la meilleure car elle préserve l'intégralité des berges et du lit du fleuve; elle autorise un profil en long optimisé, parabolique et franc qui limite les remblais des accès de rive gauche ; elle présente une structure signifiante et élégante à l'échelle du paysage.



Après avoir été désignée sur consultation par la maîtrise d'ouvrage le Conseil Général de la Loire) pour l'assistance architecturale à la conception de ce viaduc, la société Strates a proposé plusieurs conceptions architecturales globales dont une avec des plans de suspensions inclinés se rejoignant au droit des pylônes en 2 points situés au dessus de l'axe du tablier.

Ce pont est suspendu à nappes latérales inclinées de 200 m de portée principale ; suite à la proposition du Bet Quadric, il est auto-ancré.

Le tablier en ossature mixte acier-béton comporte deux poutres principales de 1.75 m de hauteur, des pièces de pont principales de même hauteur (accrochées aux suspentes) et des pièces de pont secondaires. Le hourdis en béton est réalisé à l'aide de pré dalles préfabriquées collaborantes sur lesquelles est coulé un béton de deuxième phase. L'épaisseur totale du hourdis atteint 27 cm.

Les pylônes en béton armé sont constitués de deux jambes inclinées dans le plan des nappes de suspension. Ils sont réalisés en béton B60 et supportent les selles de déviation des câbles porteurs constitués chacun de 19 torons de 80 mm de diamètre.

Les câbles sont ancrés dans des abouts d'ancrage du tablier qui reposent sur des fondations profondes (8 pieux ϕ 1500). Ces abouts d'une masse de 7 200 tonnes reprennent la composante verticale des câbles porteurs et transmettent également la composante horizontale au tablier qui sert alors de buton ; le pont est donc auto-ancré.



Le jeu du « lisse et du rugueux » des bétons amplifie le contraste des fonctions et dissocie les volumes qui s'articulent entre eux ou avec le terrain.

Le tablier a été lancé depuis la rive gauche en s'appuyant sur 3 palées provisoires construites dans le lit de la Loire.

Les nappes des câbles sont assemblées dans une passerelle à câbles (passerelle de singe) dans un plan vertical. Les nappes sont ensuite inclinées par mise en tension des suspentes provisoires, puis des suspentes définitives en même temps que les selles de déviation subissent une rotation en tête de pylône pendant les phases de transfert des charges. Les superstructures sont alors mises en place et les palées provisoires sont démolies : le lit est rendu au fleuve...

Les bétons

Toutes les surfaces coffrées ont une forme en lien avec leur fonction et les efforts qui y passent.

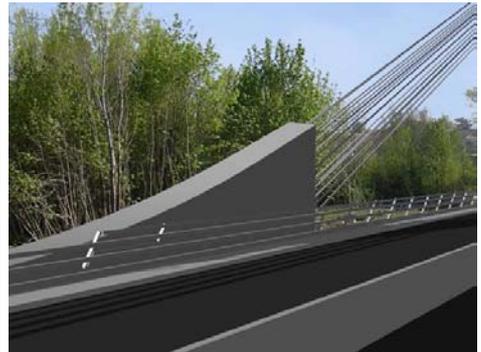
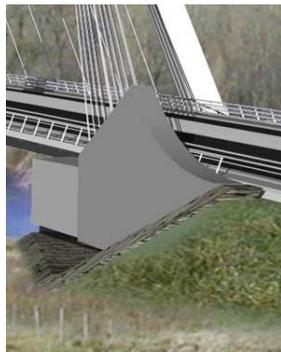
Le jeu entre le "lisse et le rugueux" amplifie le contraste des fonctions, dissocie les volumes qui s'articulent entre eux ou avec le terrain naturel.

Les parements béton sont un point fort du projet. Les deux jambes du pylône resteront lisses alors que les renforts intérieurs sous le tablier seront matricés tout comme le petit chevêtre de liaison sous les selles.

Les culées avec les culots d'ancrage, et les murs en liaison avec le sol et les talus ont aussi leur règle.

Les massifs d'ancrage ont une géométrie relativement complexe qui suit les plans d'effort. Ils ont été mis en volume pour recevoir la parfaite répartition des barres d'ancrage, avec l'exactitude de leur longueur et de la position des culots des câbles dans l'espace.

L'ensemble forme un bouquet parfait qui ne souffrira aucune approximation. Tout défaut perturbera l'harmonie de la composition.





Le tablier et les suspentes

Tous les éléments constitutifs du tablier ont été examinés très en détail.

La sous-face est rythmée et animée par les formes en berceau des pièces de pont principales et secondaires.

Tous les éléments sont calepinés dans un rythme harmonieux et synchronisé, de l'entraxe des suspentes aux poteaux de BN4 ou des garde-corps, en passant par les pièces de pont et les deux pylônes.



Les pylônes en V inversé pointent vers le ciel dans un mouvement simple et fort : le triangle

Ces pieds au contact de la Loire se rejoignent en tête pour porter les scelles qui laissent les câbles porteurs filer vers les massifs d'ancrage.

La tête transparente à 2 faces qui chapeaute l'articulation des deux jambes est :

- parfaitement alignée en plan au pylône,
- parallèle en pente et légèrement décollée à celles des faces extérieures.

La forme triangulaire est alors reconstituée pour une lecture dynamique qui participe au caractère du très grand pont sur la Loire.



L'inventivité des ingénieurs pour le développement des solutions techniques pose la question de la bonne mise en forme de la plus belle et de la plus sincère écriture architecturale en cohérence avec la bonne réponse technique.

Le viaduc du Chavanon et le Grand pont sur la Loire étonnent et interpellent les visiteurs et les utilisateurs. Ces ouvrages suscitent une émotion qui restera dans la mémoire collective.

Viaduc du Chavanon

Maître d'Ouvrage : AUTOROUTES DU SUD DE LA FRANCE
Maître d'œuvre : SCETAUROUTE - J. MULLER INTERNATIONAL
Bureau d'Etudes Structures Conception : J. MULLER INTERNATIONAL
Architecte : STRATES – J.V.Berlottier et H.Vadon
Entreprises : GTM Construction (France)
CIMOLAÏ (Italy)
BAUDIN CHATEAUNEUF (France)

Durée du chantier : 28 mois
Coût : 20 000 000 €
Mode de dévolution : concours
Mise en service : 2003

Grand Pont sur la Loire

Maître d'Ouvrage et Maîtrise d'Oeuvre générale :
Conseil Général de la Loire
Direction de la Voirie Départementale

Architecte : STRATES – J.V.Berlottier - H.Vadon et M.Vajk
Bet Structures : QUADRIC
Entreprises : GFC Construction : Mandataire : Génie Civil -
DV Construction : Béton
Baudin-Chateauneuf : Métal - Mécanique

Mode de dévolution : consultation
Coût des travaux : 23 000 000 € H.T
Mise en service : fin 2008