



DILLINGER HÜTTE GTS

ACIERS POUR LA CONSTRUCTION METALLIQUE : DI-MC



VIADUC DE MILLAU



VIADUC DE MILLAU

« Le bouchon de Millau »

Le viaduc de Millau est aujourd'hui une réalité, il permet de relier Paris au sud de la France par un nouvel axe autoroutier Nord-Sud. Il s'agit du pont de tous les records : que ce soit en terme de caractéristiques dimensionnelles, en terme de temps de construction ou de coût.



Il justifie à lui seul l'appellation Ouvrage d'Art. Mais, si la France ainsi que l'Europe entière peut admirer ce bel ouvrage depuis décembre 2004, son histoire a débuté bien avant, à la fin des années 1980. Il aura donc fallu seize ans pour voir l'aboutissement de ce projet...

Qui n'a jamais connu les attentes interminables sur les autoroutes saturées de la vallée du Rhône en plein été ? Une alternative à ce trajet est de passer en plein centre de la France, par le Massif Central. Mais, pour le franchir, il y avait un obstacle majeur pour tout automobiliste en manque de soleil : la fameuse ville de Millau, célèbre depuis de longues années pour son interminable bouchon. En effet, à cet endroit, il fallait emprunter le tracé urbain en plein cœur de la ville de Millau, véritable engorgement du trafic estival. Mais le contournement de la ville n'est pas facile. Il aura fallu, dans un premier temps, choisir le tracé exact de la future autoroute, puis prendre la décision de construire un grand viaduc ou un tunnel et deux petits ponts.

Un viaduc haubané en acier

Après le choix du viaduc, plusieurs types de pont ont été envisagés : viaduc à arc central, viaduc à travées sous-bandées, viaduc à épaisseur constante ou variable, viaduc multi-haubané. C'est cette dernière structure, proposée par l'architecte Lord Norman Forster et les bureaux d'études Sogelerc-EEG-Serf qui sera retenue en 1996 lors d'un concours national.

Tenant compte du gigantisme des travaux et de leurs coûts, l'Etat français, bien qu'il fût l'auteur des études d'avant-projet, ne pouvait financer la totalité de la construction et décida donc de lancer un concours de concession pour la construction et l'exploitation de l'ouvrage.





Le groupe EIFFAGE se présenta alors avec non pas une, mais deux solutions : un pont tout en béton, comme les autres concurrents à l'attribution des travaux, et une solution de pont en acier. Personne ne crut alors à cette alternative, pensant que ce pont allait être une vitrine pour le béton. Mais l'évolution du matériau acier (qualités thermomécaniques) et certaines innovations techniques, en matière d'exécution par lançage notamment, donnèrent raison au métal. Associées à un coût et à un temps de construction compétitifs, le grand viaduc sera finalement construit en acier ! Le lobbying de la profession toute entière a porté ses fruits : il est vrai que la construction en acier présentait pour le viaduc un certain nombre d'avantages déterminants. (voir encadré).

Pour la DILLINGER HÜTTE GTS, il s'agissait là d'une aubaine : leader européen dans la production de tôles fortes en acier, le groupe allait pouvoir s'enorgueillir de contribuer à un nouveau projet de taille. Livrer la quasi-totalité de **l'acier pour le tablier et les pylônes** (en tout, près de 43 000 t), et le tout dans un délai court, afin de permettre de réduire la durée de construction pour son client EIFFEL, a été un formidable challenge et un pari réussi.



Les avantages de la solution acier pour le viaduc de Millau

- **Légèreté** et **affinement** du tablier (36 000 t contre 120 000 t s'il avait été en béton)
- Temps total de construction **plus court** (simultanéité des chantiers béton et acier)
- Travaux en **sécurité** (préassemblage du tablier en atelier, lançage depuis plateforme, seulement 4 % de travaux en hauteur, endommagement limité de la vallée)
- **Diminution du nombre de haubans** et de l'importance des fondations
- Excellent rapport résistance / poids, renforcé par l'utilisation d'aciers à très haute résistance
- **Longévité de l'ouvrage** (garanti 120 ans), stabilité et fiabilité
- **Réduction de la hauteur du caisson** à 4,20 m (contre 4,60 m en béton) → bonne résistance contre vent
- Au final : **réduction du coût**



Les aciers TM : DI-MC

Le viaduc de Millau est donc un bel exemple de l'utilisation de l'acier dans les ouvrages d'art au XXI^e siècle, d'autant plus qu'une quantité importante d'aciers à hautes performances techniques a été utilisée. En effet, pour réduire l'épaisseur du tablier (4,2 m contre 4,6 m si celui-ci avait été réalisé en béton), des aciers à haute limite d'élasticité DI-MC 460 ont été utilisés. Et pour faciliter la mise en œuvre par soudage de ces

nuances élevées, on a eu recours au procédé de laminage thermomécanique pour une grande partie des tonnes livrées (près de 42 %).

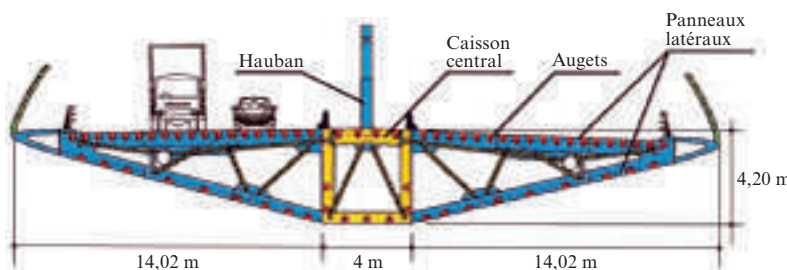
Il s'agit d'obtenir des nuances qui présentent, à caractéristiques mécaniques équivalentes, une composition chimique allégée. Les soudeurs ont pu assembler les tôles d'acier sans les préchauffer. Mais d'autres paramètres ont aussi été mis en avant : la grande largeur des tôles livrées par DH-GTS (supérieures à 4 200 mm) a permis de réaliser aisément d'imposants tronçons pour le caisson métallique.

De même, des tôles d'épaisseurs supérieures à 120 mm ont été nécessaires pour certaines zones très sollicitées, comme les liaisons pile-tablier-pylône. (voir tableau de répartition des nuances).



Foto: EIFFEL C.M.

Le viaduc allait pouvoir être construit, mais il fallait le faire en un temps record : seulement 38 mois auront été nécessaires. Pendant que la société Eiffage T.P. œuvrait dans les terrassements, fondations puis la construction des 7 piles, la société Eiffel Construction Métallique préparait déjà les 2 100 éléments de platelages du tablier métallique en forme de caisson trapézoïdal.



Morceau après morceau, l'immense serpent d'acier prenait forme puis avançait lentement au-dessus de la vallée par lançages successifs.

En fait, l'assemblage du caisson a été réalisé simultanément sur les deux culées (nord et sud) et c'est à 245 m au-dessus du Tarn que s'est effectuée la jonction des deux tabliers.

Livraisons DH-GTS pour le viaduc de Millau

Au total : **43 000 t** de novembre 2001 à fin 2003 (de 1 600 à 3 000 t par mois)
 Tablier : **36 000 t** Pylônes : **4 600 t** Palées provisoires (partie) : **2 400 t**

Parmi cela :

- **S 355 K2G3** (≤ 30 mm) : **20 430 t** – caissons latéraux, pylônes
- **S 355 N/NL** (30 à 80 mm) : **3 800 t**
- **DI-MC 460** (10 à 120 mm) : **18 000 t** – caissons centraux, certains augets, pylônes et pour les semelles inférieures des liaisons pile – tablier – pylône
- **S 460 QL1** (130 à 200 mm) : **172 t** – chevêtres en têtes de piles ou palées

Parmi tous ces tonnages, 58 % des tôles ont été grenillées ou grenillées pré-peintes.



Jamais deux sans trois **Le Viaduc de Verrières**

Même si le Viaduc de Millau a attiré le monde entier, deux autres ponts remarquables ont été construits pour l'achèvement de cette liaison autoroutière. Il s'agit d'une part du Viaduc de Verrières situé à 20 km au nord de Millau, un pont caisson mixte d'une longueur de 720 m avec une portée principale de 144 m pour une hauteur de 140 m. La coupe transversale est composée d'un caisson rectangulaire raidi par des augets trapézoïdaux, le tout est recouvert par une dalle en béton armé. Dillinger Hütte GTS a livré 4 900 t de tôles fortes dont la nuance d'acier à grains fins à haute limite d'élasticité DI-MC 460, en particulier au droit des piles, zones à fortes sollicitations, permettant de réduire le poids de la structure et d'optimiser la construction par des lançages successifs depuis une plate-forme.

Le Viaduc de Garrigue

Le Viaduc de Garrigue, dont le poids en acier s'élève à 1 750 t est aussi un ouvrage particulier. Le pont, de longueur 340 m, est divisé en 5 travées de portée 59 m,

3 x 74 m et de 59 m. La coupe transversale se divise en deux parties symétriques, chacune divisée en 2 poutres longitudinales de hauteur 2,65 m et espacées de 5,80 m. Les poutres sont reliés tous les 7,4 m par des entretoises en profilés HEA 600.

Pour la première fois en France, la qualité DI-MC 460 T en épaisseur 120 mm a été utilisée dans la semelle supérieure des poutres au droit des appuis. Dans la semelle inférieure cet acier S460ML a été utilisé dans des épaisseurs jusqu'à 110 mm.

Environ 290 t de cette qualité d'acier ont été livrées pour cet ouvrage.



Le viaduc de Millau en chiffres

Poids d'acier du tablier :	36 000 t
Poids total :	290 000 t
Longueur de l'ouvrage :	2 460 m
Coût total :	394 millions d'€
Pile la plus haute :	245 m
Sommet du pylône :	343 m
Portées :	6 x 342 m et 2 x 204 m
Hauteur du tablier :	4,20 m
Largeur du tablier :	32 m
7 pylônes :	
poids unitaire :	650 t
hauteur :	88 m
22 haubans par pylone	
Durée des travaux :	38 mois (2 millions d'heures de travail)
Durée de la concession :	78 ans (construction incluse)



Participants du projet

Maitre d'ouvrage – concessionnaire :	Compagnie Eiffage du Viaduc de Millau
Conception :	Michel Virlogeux
Architecte :	Norman Foster
Avant-projet :	SETRA
Calcul statique :	Greisch, EEG Simescol, Thales E et C, Serf, STOA Eiffage, Arcadis
Exécution des travaux en groupement d'entreprises (mandataire) :	Eiffage TP
Construction béton :	Eiffage Construction
Construction métallique (entreprise pilote) :	Eiffel Construction Métallique
Fournisseur de tôles fortes :	Dillinger Hütte GTS



DILLINGER HÜTTE GTS

AG der Dillinger Hüttenwerke
Marketing
D-66748 Dillingen/Saar
Postfach 1580
Tél. : +49 6831 47 21 46
Fax : +49 6831 47 99 21 46

GTS Industries
Marketing
F-59379 Dunkerque Cedex
B.P. 6317
Tél. : +33 3 28 29 31 56
Fax : +33 3 28 29 69 12

e-mail : info@dillinger.biz
<http://www.dillinger.de>