

Introduction :

La conception d'un pont doit satisfaire à un certain nombre d'exigences puisqu'il est destiné à offrir un service à des usagers. On distingue les exigences fonctionnelles (ou données fonctionnelles) qui sont l'ensemble des caractéristiques permettant au pont d'assurer sa fonction d'ouvrage de franchissement. Et les exigences naturelles (des données naturelles) qui sont l'ensemble des éléments de son environnement déterminant sa conception.

1. Les données fonctionnelles :

De manière générale, la construction d'un pont s'inscrit dans le cadre d'une opération plus vaste, par exemple une opération routière ou ferroviaire. L'implantation de l'ouvrage résulte donc d'un certain nombre de choix effectués au niveau de cette opération. Le cadre du projet est donc fixé, et il n'est pas toujours possible de tant soit peu le modifier car le coût du pont est souvent faible devant celui de l'opération. Toutefois, en site urbain ou lorsque se posent des problèmes majeurs de fondations, le choix du tracé doit impérativement tenir compte des ouvrages dont le coût relatif peut alors être exceptionnellement élevé.

1.1. Données relative à la voie portée :

Les caractéristiques fonctionnelles de la voie portée sont le tracé en plan, le profil en long et le profil en travers.

a) *Le tracé en plan :*

Le tracé en plan est la ligne définissant la géométrie de l'axe de la voie portée, repérée par les coordonnées de ses points caractéristiques. Cet axe a un caractère conventionnel : il n'est pas forcément l'axe de symétrie de la structure ou de la chaussée.

Dans toute la mesure du possible, il convient d'éviter les tracés en plan conduisant à des ouvrages courbes ou mécaniquement biais. Lorsque le tracé de la voie portée est biais géométriquement par rapport à l'obstacle franchi, il est généralement souhaitable de concevoir une structure mécaniquement droite, même au prix d'une légère augmentation de sa longueur droite. En effet, sauf dans le cas de structures simples de petite portée, le comportement mécanique des tabliers biais peut être éloigné de celui adopté dans les calculs, surtout lorsqu'il s'agit d'un ouvrage construit par phases. De même il convient d'éviter, lorsqu'on le peut,

Ponts courbes dont le mode de construction est beaucoup plus contraignant que celui des ponts droits et la géométrie difficile à maîtriser.

b) *Le profil en long :*

Le profil en long est la ligne située sur l'extrados de l'ouvrage (couche de roulement mise en œuvre) définissant, en élévation, le tracé en plan. Il doit être défini en tenant compte de nombreux paramètres liés aux contraintes fonctionnelles de l'obstacle franchi ou aux contraintes naturelles, et en fonction du type prévisible de l'ouvrage de franchissement.

En générale, il convient d'éviter les ouvrages plats et horizontaux, pour des raisons architecturales et d'écoulement des eaux pluviales. A fortiori, un profil en long en forme de cuvette doit être proscrit : un point bas au milieu d'un pont crée une impression particulièrement

disgracieuse. Il faut également éviter des profils en long présentant des discontinuités importantes de rayon de courbure et traiter les variations angulaires.

c) Le profil en travers :

Le profil en travers est l'ensemble des éléments qui définissent la géométrie et les équipements de la voie dans le sens transversal. Il doit être soigneusement étudié car il est très difficile de le modifier (par exemple, de l'élargir) si une telle possibilité n'a pas été prévue de la conception de l'ouvrage.

d) Textes normatifs :

En ce qui concerne les routes principales interurbaines le document ARP « Aménagement des routes principales » on définit 03 types appelés :

L : comme Liaison, type autoroutier.

T : comme Transit, type route express à une chaussée.

R : comme Route.

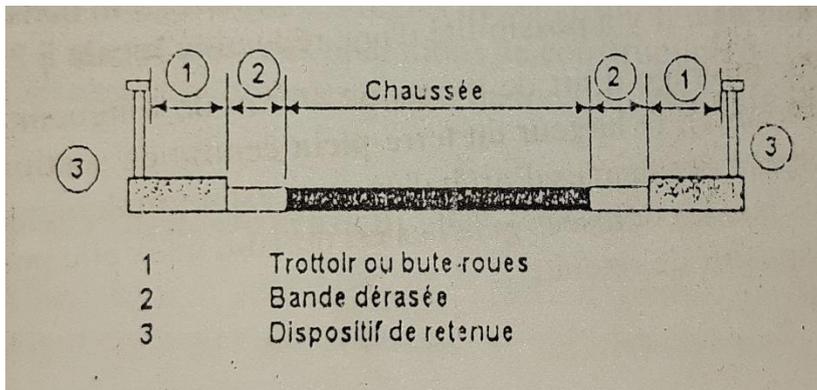


Fig. II.1- Elément de profil en travers routier

Tab II.1- Exemple de profil en travers routier

Type de route	Chaus sée	Bande dérasée de droite (BDD)	
		normal e	minimale
Chaussée à 2 voies	7.00 m	2.00 m	1.75 m
Chaussée à 2 voies	10.50 m	2.00 m	1.75 m
Chaussée à 2 voies	7.00 m	2.50 m	2.00 m
Chaussée à 2 voies	10.50 m	2.50 m	2.00 m

Pour les voies où la circulation piétonne est autorisée, (route non express) les passages ou trottoirs doivent être d'une largeur au moins égale à 1m ; mais il est conseillé de porter cette dimension minimale à 1.25m si le trottoir doit être assez fréquenté.

En ce qui concerne les profils autoroutiers, les différents éléments du profil en travers en section courante « c.-à-d. en dehors des ouvrages d'art »

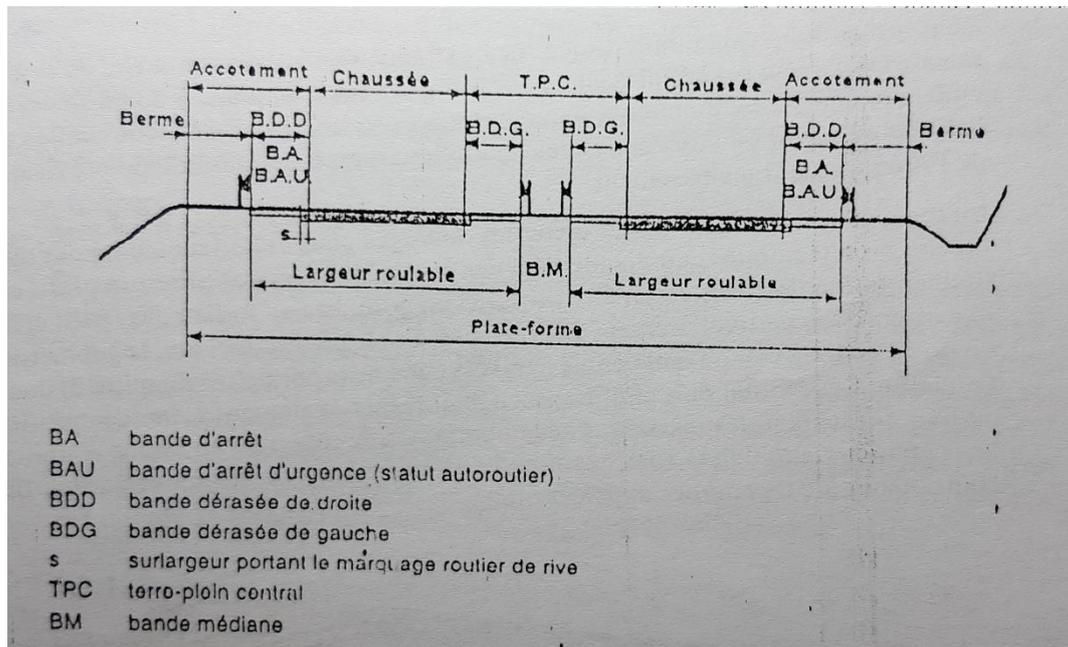


Fig. II.2- Elément de profil en travers autoroutier en section courante

- Les chaussées composées d'un nombre entier de voie 3.50m de largeur.
- Le terre-plein TPC se subdivisant en une bande médiane et deux bandes dérasées gauches BDG.
- Les accotements comportant une bande d'arrêt d'urgence BAU ou une bande dérasée de droite BDD.

La largeur totale du TPC est de 2.50m en l'absence de l'obstacle, 3m en présence d'obstacle ponctuel « pile de passage supérieur », 3.50m en présence de l'obstacle continu. Le TPC doit comporter plantations et sa largeur est alors supérieure ou égale 5m.

La largeur normale de BAU est de 2.50m pour un trafic de poids lourds inférieur à 1500 véhicules/jour, 3m dans le cas contraire.

Sur ouvrage d'art de moins de 100m de longueur « cas passage inférieurs courants » la largeur de TPC en section courante est conservée. La largeur des BAU est de 2m et la largeur des BDG est de 1m mais elle peut réduite en fonction du dispositif de retenue.

Si l'ouvrage est bordé de barrières de sécurité non précédées par une glissière il n'y a pas de passage de service. Si l'on prévoit de chaque côté un passage de service encadré par un garde-corps ou une barrière et une glissière qui les précède, la largeur de ce passage de service est de 1m comptée entre nus avant des dispositifs de retenue. Si l'ouvrage est bordé par de simples garde-corps sans glissière, le passage de service, de 1m de largeur est surélevé de 5cm par rapport à la chaussée.

Dans les cas des grands ouvrages de longueur supérieur à 100m, le projeteur a le choix, selon le profil en travers en section courante, entre des profils normaux et des profils réduits. Les diverses possibilités de profil en travers sont résumées dans le tableau suivant :

Tab II.2- Profils en travers routiers et autoroutiers sur

Type d'autoroute	Deux tabliers séparés	Tablier unique
2×2 voies, trafic normal	BAU : 3m Chaussée : 7m BDG : 1m Total : 11m pour chaque tablier	BAU : 2×3m Chaussée : 2×7m BDG : 2.50m Total : 22.50m pour chaque tablier
2×2 voies, trafic faible	BAU : 1.25m Chaussée : 7m BDG : 0.50m Total : 8.75m pour chaque tablier	BAU : 2×1.25m Chaussée : 2×7m BDG : 1.50m Total : 18m pour chaque tablier
2×2 voies, trafic normal et profil réduit	BAU : 2m Chaussée : 7m BDG : 0.75m Total : 9.75m pour chaque tablier	BAU : 2×2m Chaussée : 2×7m BDG : 2m Total : 20m pour chaque tablier
2×3 voies	BAU : 3m Chaussée : 10.50m BDG : 0.50m Total : 14m pour chaque tablier	BAU : 2×3m Chaussée : 2×10.50m BDG : 1.50m Total : 28.50m pour chaque tablier

1.2. Données relative à l'obstacle franchi :

Lorsque l'ouvrage projeté franchi une voie de communication « route, voir ferrée ou voie navigable », il convient de respecter les caractéristiques fonctionnelles relative à cette voie. Dans la plupart des cas, il s'agit de respecter certaines hauteurs libres et certaine ouvertures.

a) Gabarits et hauteurs libres pour les ouvrages routiers

Le gabarit est une grandeur associée au véhicule routier : elle caractérise sa hauteur statique maximale, chargement compris, dont le passage peut être accepté, dans des conditions normales de circulation, sous un ouvrage. Cette notion ne doit pas être confondue avec celle de hauteur libre (ou tirant d'air), associée à l'ouvrage, qui représente la distance minimale entre tout point de la partie roulable de la plate-forme et de la sous-face de l'ouvrage (Fig. II.3) ou, le cas échéant, de la partie inférieure des équipements que supporte cette sous-face. Les normes fixes les caractéristiques des véhicules lourds pouvant circuler librement sur le réseau routier « européen ». Le gabarit maximal des véhicules est fixé à 4,00 m et le véhicule le plus lourd pèse 440 KN. Mais il y a parfois des différences significatives entre la théorie et la réalité !

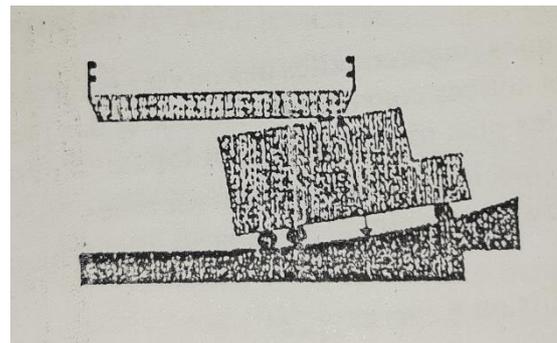


Fig. II.3- Gabarit et hauteur libre ne se mesurent pas que selon la direction verticale

La hauteur libre minimale sous ouvrage d'art est :

- 4,30 m sur l'ensemble du réseau routier national, départemental et communal ;
- 4,50 m sur les grandes routes de trafic international.
- 4,75 m sur les autoroutes.

Dans certains cas particuliers, cette hauteur libre minimale peut être réduite à 4,50 m sur autoroute lorsque le contexte technico-économique le justifie.

Dans le cas de passerelles pour piétons ou cyclistes, il est prudent d'augmenter ces gabarits de 0,50 m car les passerelles sont souvent assez légères et donc beaucoup plus sensibles à un choc de véhicule hors gabarit.

b) Ouvertures des ouvrages routiers

La notion d'ouverture ne concerne, en fait, que les franchissements de voies routières. Pour toute voie routière passant sous un pont, on caractérise son profil en travers par l'ouverture utile droite comptée entre nus intérieurs des appuis de l'ouvrage qui l'encadrent. Les textes normatifs prévoient certaines dispositions, mais le problème des ouvertures fait intervenir d'autres critères d'appréciation comme, par exemple, la visibilité du tracé routier de la voie franchie.

2. LES DONNÉES NATURELLES

2.1. Les données géotechniques :

Les données géotechniques sont évidemment fondamentales dans l'étude d'un ouvrage. Non seulement elles déterminent le type de fondation des appuis, mais elles constituent l'un des éléments du choix de la solution pour le franchissement projeté. Elles sont obtenues à partir d'une reconnaissance qui doit donner les informations désirées sur le terrain naturel, le niveau de la nappe (au sens le plus général) et le (ou les) niveau(x) possible (s) de fondation.

La connaissance du niveau de la nappe est un des éléments qui lui permettra de choisir le type d'ouvrage et de fondation des appuis, ainsi que les procédés d'exécution de ces fondations.

En ce qui concerne le terrain naturel, le projeteur doit, bien évidemment, connaître avec précision sa topographie afin d'implanter correctement l'ouvrage, estimer les mouvements de terres et choisir les emplacements les plus adéquats pour les installations de chantier, les accès aux différentes parties de l'ouvrage et les aires de préfabrication éventuelles.

Enfin, la reconnaissance géotechnique doit donner des indications quantitatives sur la nature des terrains rencontrés :

- paramètres mécaniques de résistance (pour les problèmes de capacité portante) ;
- paramètres rhéologiques (pour les problèmes de tassement et de fluage) ;
- compacité (pour les problèmes de terrassements) ;
- perméabilité (pour les problèmes d'épuisements ou de bétonnage dans les fouilles).

Dans le cas des ouvrages en site montagneux, la reconnaissance doit permettre de connaître les zones instables éventuelles, les failles et les diaclases de la matrice rocheuse et, si

possible, les cheminements d'eau préférentiels qui constitue des principaux facteurs d'instabilité des couches d'éboulis.

2.3. Les données hydrauliques

Lorsqu'un ouvrage franchit un cours d'eau ou un canal, un certain nombre de renseignements sont nécessaires. En dehors du relevé précis de la topographie du lit, il convient de connaître les niveaux de l'eau qui influent sur la conception générale du franchissement et son implantation dans l'espace, et permet d'apprécier l'opportunité de certaines méthodes d'exécution. Les principaux renseignements sont les niveaux correspondant aux PHEC (plus hautes eaux connues), PHEN (plus hautes eaux navigables) et PBE (plus basses eaux ou étiage).

Le niveau des PHEC permet de caler le profil en long de l'ouvrage. En effet, il est d'usage de dessiner un pont en plaçant ses appareils d'appui au-dessus de cette cote pour éviter leur détérioration à la suite d'immersions trop fréquentes. Certains ingénieurs les placent systématiquement à 1 m au-dessus de la cote des PHEC, mais cette disposition peut, dans certains cas, s'avérer trop conservatrice.

En fait, le problème hydraulique doit être considéré à une plus large échelle. L'ouvrage projeté ne doit pas provoquer, par des remblais d'accès trop rapprochés, une réduction inacceptable du débouché hydraulique du cours d'eau. Par ailleurs, il convient de s'assurer de la réalité physique de la cote supposée des PHEC. Très souvent, cette cote se réfère à des crues qui se sont produites au siècle dernier. Or, en l'espace d'un siècle, le régime hydraulique du cours d'eau a probablement évolué à la suite de certains aménagements (barrages, endiguements, rectifications de cours d'eau, etc.) ou de conditions de gestion particulières (extractions massives de matériaux ayant entraîné un abaissement graduel du lit).

À l'inverse, la connaissance de l'étiage et de ses périodes permet d'organiser le déroulement des travaux de façon que les fondations soient exécutées dans les meilleures conditions possibles.

2.3. Les affouillements

L'affouillement autour des appuis de ponts implantés dans un cours d'eau est un phénomène naturel dont le mécanisme est souvent mal connu. Les écoulements dans les canaux et les rivières sont, en fait, des écoulements d'un mélange bi-phasique comportant une phase liquide et une phase solide. Le phénomène de déplacement des sédiments correspondant à cette phase solide est appelé le transport solide.

A l'affouillement général des rivières s'ajoute un autre phénomène qui est l'affouillement local autour des appuis de ponts (piles et culées). Il se traduit par le creusement d'une fosse à l'avant des obstacles implantés dans le cours d'eau dont nous étudions ci-après les mécanismes.

Lors du projet d'un ouvrage neuf, il convient d'évaluer la profondeur totale d'affouillement prévisible, somme de la profondeur d'affouillement général et de la profondeur d'affouillement local. Contrairement aux pratiques anciennes, on ne cherche pas à protéger les appuis contre les affouillements en les évitant grâce à des dispositions plus ou moins efficaces comme des tapis d'enrochements ou des seuils. On descend les fondations à une profondeur suffisante pour être à l'abri des affouillements et on les justifie en tenant compte du « dégarnissage » latéral prévu.

Globalement, on peut retenir qu'en milieu non cohérent l'ordre de grandeur de la profondeur maximale d'affouillement local est le double de la largeur de la pile :

$$P_{\max} = 2D$$

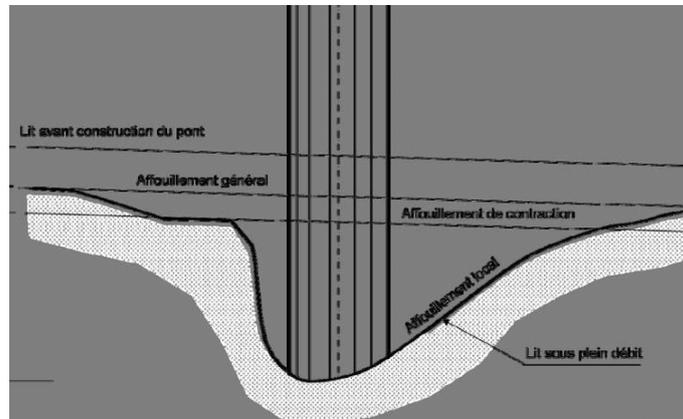


Fig. II.4- L'affouillement autour des appuis