

Conception des ponts

Démarche de conception

par **Jean-Armand CALGARO**

Ingénieur général des Ponts et Chaussées

Professeur au Centre des hautes études de la construction

Membre permanent du Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable (CGEDD)

et **Anne BERNARD-GELY**

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées

1. Définitions et catégories de ponts	C 4 496 – 2
1.1 Définir un pont et ses différents parties.....	— 2
1.1.1 Terminologie.....	— 2
1.1.2 Les diverses parties d'un pont.....	— 2
1.2 Grandes catégories de structures.....	— 2
1.2.1 Ponts à poutres.....	— 3
1.2.2 Ponts en arc.....	— 3
1.2.3 Ponts à câbles.....	— 4
2. Démarche de conception	— 4
2.1 Recueil des données de l'ouvrage.....	— 4
2.1.1 Implantation et caractéristiques d'ensemble de l'ouvrage	— 5
2.1.2 Recueil des données naturelles.....	— 5
2.1.3 Données fonctionnelles.....	— 5
2.2 Choix du type d'ouvrage.....	— 5
2.2.1 Ouvrages de portée modeste (jusqu'à 30 m de portée principale).....	— 5
2.2.2 Grands ouvrages en béton précontraint (au-delà de 30 à 40 m de portée déterminante).....	— 6
2.2.3 Grands ouvrages métalliques (au-delà de 30 à 40 m de portée déterminante).....	— 7
2.2.4 Domaine des très grandes portées (au-delà de 300 m).....	— 7
Pour en savoir plus	Doc. C 4 500v3

La conception des ponts est en constante évolution grâce :

– à l'emploi de matériaux aux performances rigoureusement contrôlées et sans cesse accrues ;

– au développement de méthodes de construction à la fois rapides et précises ;

– à la création de formes originales apportant de nouvelles solutions aux problèmes posés par le franchissement d'obstacles aux dimensions parfois proches de la démesure ;

– à des moyens de calcul permettant d'établir des modèles de comportement très sophistiqués.

La démarche de conception d'un pont particulier suppose, de la part de l'ingénieur, une vaste culture technique lui permettant d'identifier les solutions les plus économiques, tirant le meilleur parti des propriétés des matériaux dont il peut disposer, limitant au maximum les aléas possibles lors de l'exécution, et intégrant une préoccupation esthétique forte.

1. Définitions et catégories de ponts

1.1 Définir un pont et ses différentes parties

1.1.1 Terminologie

D'une façon générale, un pont est un ouvrage en élévation, construit *in situ*, permettant à une voie de circulation (dite « voie portée ») de franchir un obstacle naturel ou artificiel : rivière, vallée, route, voie ferrée, canal, etc. La voie portée peut être une voie routière (pont routier), piétonne (passerelle), ferroviaire (pont ferroviaire) ou, plus rarement, une voie d'eau (pont-canal, comme par exemple le pont-canal de Briare).

On distingue les différents types d'ouvrages suivants :

- **ponceau ou dalot** : pont de petites dimensions (quelques mètres) ;
- **viaduc** : ouvrage de franchissement à grande hauteur (figure 1), généralement constitué de nombreuses travées, comme la plupart des ouvrages d'accès aux grands ponts (figure 2). Le terme de viaduc est généralement réservé aux franchissements situés en site terrestre ;
- **passerelle** : ouvrage destiné aux piétons (figure 3), exceptionnellement aux canalisations ou au gibier.

Certaines tranchées couvertes répondent à la définition d'un pont. Cependant, elles ne sont pas traitées dans ce qui suit car ce sont des structures dont la conception, le calcul et les procédés d'exécution les rattachent à une famille différente de constructions.



Figure 1 – Viaduc de Millau (Source JAC)



Figure 2 – Viaducs d'accès au pont à haubans de Normandie (Source LCPC)

1.1.2 Les diverses parties d'un pont

Un pont se compose des parties suivantes (figure 4) :

- le **tablier** : élément résistant portant la voie ;
- les **appuis** : appuis intermédiaires, appelés « piles », et appuis d'extrémités, appelés « culées » (ou piles-culées), qui assurent la liaison avec le sol et les remblais ; les appuis transmettent au sol les efforts dus aux différentes charges par l'intermédiaire des fondations. Le tablier d'un pont repose sur ses appuis par l'intermédiaire d'appareils d'appui, conçus pour transmettre, dans les meilleures conditions possibles, des efforts principalement verticaux (poids de l'ouvrage, composante verticale des efforts dus aux charges d'exploitation), mais aussi horizontaux (dilatations, forces de freinage, d'accélération, centrifuges, etc.) ;
- les **fondations** : elles permettent d'assurer la liaison entre les appuis et le sol.

La partie du pont comprise entre deux appuis s'appelle une « travée » et la distance entre deux appuis consécutifs, la « portée de la travée » correspondante. Il ne faut pas la confondre avec l'ouverture qui est la distance libre entre les parements des appuis, ni avec la longueur du pont.

En plan (figure 5), le tablier d'un pont peut être droit, biais (suivant l'inclinaison de la ligne d'appuis par rapport à l'axe longitudinal du pont), ou courbe. On appelle « angle de biais » (θ) l'angle entre la ligne d'appuis et l'axe longitudinal de l'ouvrage. Ainsi, pour un pont droit, $\theta = 90^\circ$ ou 100° gr.

1.2 Grandes catégories de structures

Les ponts peuvent être classés suivant différents critères : les matériaux utilisés, le procédé de construction, ou le fonctionnement mécanique. C'est ce dernier critère qui est retenu dans la présentation qui suit. On distingue ainsi :

- les **ponts à poutres** ;
- les **ponts en arc** ;
- les **ponts à câbles**.



Figure 3 – Passerelle Solferino à Paris (Source Ph. Ramondenc)

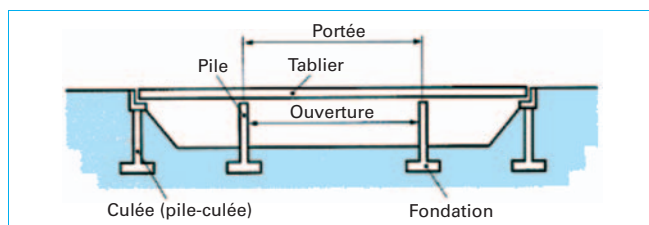


Figure 4 – Différentes parties d'un pont

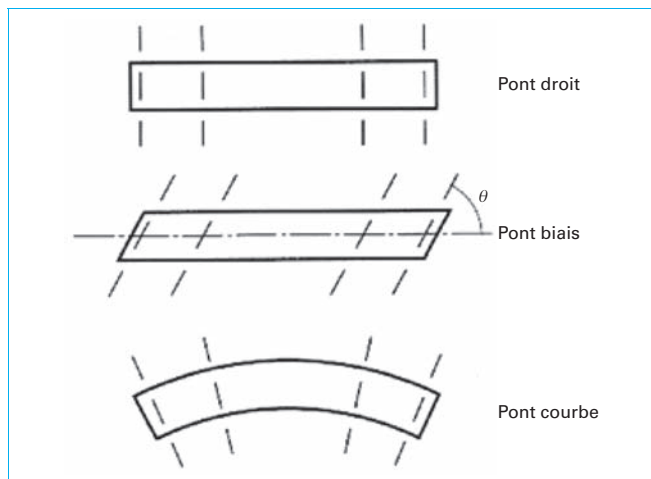


Figure 5 – Formes du tablier d'un pont



Figure 6 – Pont à poutres en béton précontraint (Source JAC)

1.2.1 Ponts à poutres

Sous le terme de ponts à poutres, on regroupe tous les ouvrages dont la structure porteuse reprend les charges, essentiellement par son aptitude à résister directement à la flexion, les réactions d'appui étant verticales ou quasi verticales (figure 6). Le tablier est, généralement, une structure linéaire dont les travées peuvent être indépendantes, continues, ou exceptionnellement posséder des parties en console.

Cette structure linéaire est réalisée à l'aide de poutres principales, parallèles à l'axe du pont, reliées transversalement par des entretoises d'about et, éventuellement, des poutres transversales (entretoises intermédiaires, pièces de pont, etc.). Elles portent, ou intègrent, la couverture recevant directement la charge d'exploitation.

■ Les **ponts-dalles** peuvent être classés dans cette catégorie car les réactions d'appui sont principalement verticales et le modèle de calcul des efforts longitudinaux est celui d'une poutre. Cependant, dans le sens transversal, plusieurs conceptions sont possibles : la dalle peut être :

- **pleine**, en général d'épaisseur constante, avec ou sans encorbellements latéraux ;
- **élégie** : la présence d'évidements longitudinaux dans la masse de béton permet un gain de poids propre ;
- **nervurée** : elle peut être simplement nervurée (une seule nervure avec encorbellements latéraux), ou à nervures multiples avec un hourdis intermédiaire entre les nervures.

Selon les portées, l'épaisseur de la dalle peut être constante, ou variable dans le sens longitudinal.



Figure 7 – Bow-string traditionnel en béton armé (Source JAC)



Figure 8 – Bow-string moderne avec arcs métalliques (Source Ph. Ramondenc)

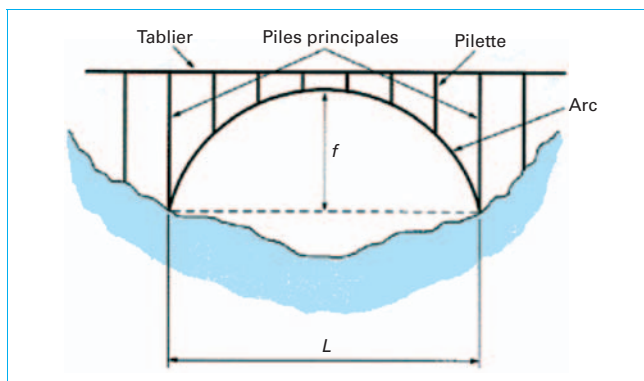


Figure 9 – Représentation schématique d'un arc à tablier supérieur

■ Dans le cas des **ponts « bow-strings »** (figures 7 et 8), la poussée de l'arc est équilibrée par la traction du tirant horizontal et rend ainsi les réactions d'appui verticales. Ce cas particulier d'ouvrage, bien qu'apparaissant extérieurement comme un pont en arc, possède un tablier dont le fonctionnement mécanique est celui d'un pont à poutres.

1.2.2 Ponts en arc

Pour ces ouvrages (figure 9), dont la structure porteuse fonctionne essentiellement en compression, les réactions d'appui sont inclinées ; la composante horizontale de la réaction s'appelle la « **poussée** ». De telles structures ne sont envisageables que si elles peuvent prendre appui sur un rocher résistant. Sous cette

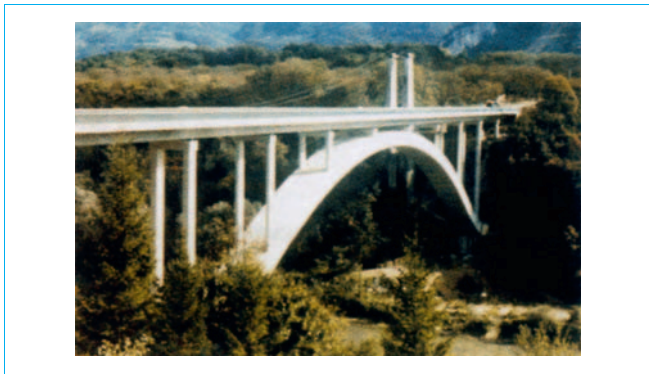


Figure 10 – Pont en arc (Trellins) (Source SETRA)

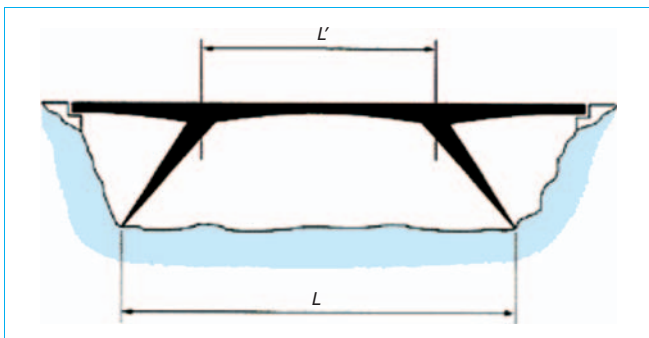


Figure 11 – Représentation schématique d'un pont à béquilles

condition, le domaine de portée des ponts en arc est très étendu (jusqu'à 500 m, avec une ossature porteuse à base de tubes métalliques remplis de béton). Les arcs modernes sont généralement dotés d'articulations à leurs naissances.

On distingue :

- les **arcs à tablier supérieur** (figure 10), pour lesquels le tablier est au-dessus de l'arc ;
- les **arcs à tablier intermédiaire ou inférieur**, lorsque le tablier est situé dans la hauteur ou au-dessous de l'arc.

Les ponts à béquilles (verticales ou obliques) et les portiques peuvent être rattachés à la famille des arcs (figure 11). Il en va de même des portiques ouverts qui sont des ponts à « béquilles verticales », d'usage courant sous un remblai de faible épaisseur.

1.2.3 Ponts à câbles

Entrent dans cette catégorie tous les ouvrages pour lesquels le tablier est supporté par des câbles. Ce sont des structures généralement souples, adaptées au franchissement des grandes portées. On distingue deux types d'ouvrages dont le fonctionnement mécanique diffère fondamentalement :

- les **ponts suspendus** (le record actuel de portée est de 1 991 m – Pont de Akashi-Kaikyo au Japon, achevé en 1998) ;
- les **ponts à haubans** (record actuel de portée : 890 m – Pont de Tatara au Japon, achevé en 1999).

■ Les **ponts suspendus** sont des ponts dont les éléments porteurs principaux sont des câbles auxquels les réactions du tablier sont transmises par des suspentes (figure 12). Ces câbles porteurs métalliques passent au sommet de pylônes et sont ancrés dans des culées de dimensions imposantes. Ces ouvrages sont le plus souvent à trois travées ; les travées latérales sont généralement des travées suspendues, quelquefois des travées indépendantes.

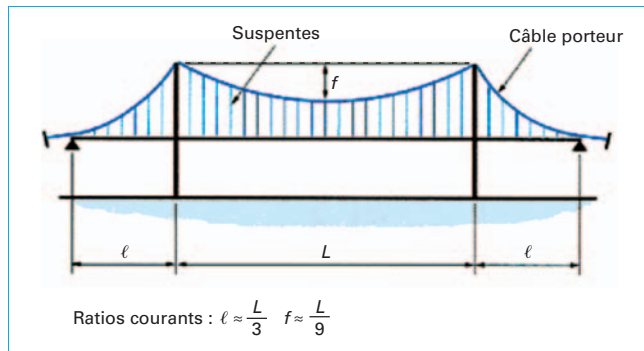


Figure 12 – Élévation schématique d'un pont suspendu

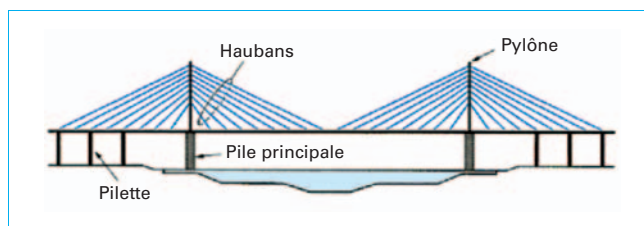


Figure 13 – Schéma de principe d'un pont à haubans

■ Les **ponts à haubans** sont des ponts dont les éléments porteurs principaux sont des poutres soutenues par des câbles obliques rectilignes appelés « haubans » (figure 13).

Ces câbles sont placés, soit en une seule nappe dans l'axe du pont, soit en deux nappes latérales et sont disposés en harpe (haubans parallèles), ou en éventail (haubans convergents). Les réactions d'appui sont verticales et l'ouvrage fonctionne comme ceux de la catégorie des ponts à poutres soumis à la flexion composée du fait de la composante horizontale de la tension des haubans.

Le domaine d'emploi des ponts à haubans tend actuellement à s'étendre en faisant reculer celui des ponts suspendus qui restent le seul type de structure encore envisageable pour les très grandes portées (au-delà de 1 500 m).

2. Démarche de conception

La conception d'un pont résulte, le plus souvent, d'une démarche itérative dont l'objectif est l'optimisation technique et économique de l'ouvrage de franchissement projeté vis-à-vis de l'ensemble des contraintes naturelles et fonctionnelles imposées, tout en intégrant un certain nombre d'exigences de durabilité et de qualité architecturale ou paysagère.

Cette démarche de conception comprend, de façon générale, trois étapes :

- le **recueil des données fonctionnelles et naturelles** relatives à l'ouvrage et à l'obstacle franchi ;
- le **choix d'une structure répondant aux exigences** techniques, esthétiques et économiques ;
- l'**étude de détail de la solution retenue**.

2.1 Recueil des données de l'ouvrage

L'étude d'un pont ne peut être entreprise que lorsque l'on dispose de l'ensemble des données du franchissement. Les informations indispensables pour engager cette étude dans de bonnes conditions sont détaillées ci-après.

2.1.1 Implantation et caractéristiques d'ensemble de l'ouvrage

■ **En rase campagne**, l'implantation d'un ouvrage d'art est souvent fixée par le projet routier qui l'englobe, mais rarement de manière impérative. Si le tracé ne comprend pas d'ouvrage exceptionnel, le poids financier des ponts est, en principe, faible devant celui des terrassements. Par contre, s'il s'agit de franchir une grande brèche ou un fleuve, l'implantation du pont ou du viaduc doit être examinée avec soin. Une bonne collaboration doit s'instaurer entre le spécialiste des infrastructures (routières, ferroviaires, ou autres) et celui des ouvrages d'art.

■ **En milieu urbain**, les contraintes d'environnement sont souvent déterminantes pour la conception.

Les caractéristiques géométriques doivent être choisies avec soin. Elles dépendent essentiellement de la nature de la voie portée, mais peuvent être légèrement modifiées afin de simplifier le projet du pont, améliorer son fonctionnement mécanique, ou offrir une plus grande liberté dans le choix du type d'ouvrage.

Les questions de biais et de courbure doivent être examinées avec attention.

■ **En règle générale**, les grands ouvrages doivent, dans la mesure du possible, être projetés droits : un biais, même modéré, complique l'exécution et induit un fonctionnement mécanique qui peut s'écarter sensiblement des modèles de calcul de la résistance des matériaux classiques. Cela dit, il arrive souvent que les ouvrages aient un faible biais dont il peut être assez facilement tenu compte dans les calculs.

Enfin, la question de la longueur du pont doit être posée : les progrès accomplis dans l'exécution des terrassements ont bouleversé les données de la comparaison entre le coût d'un pont et celui d'un remblai et, en l'absence de contraintes majeures d'ordres esthétique ou hydraulique, **le remblai constitue le plus souvent la solution la moins chère.**

2.1.2 Recueil des données naturelles

La visite des lieux par l'ingénieur est une étape essentielle du projet. Les principaux renseignements à recueillir sur place sont évoqués ci-après.

■ Topographie

Il convient de disposer d'un relevé topographique et d'une vue en plan du site indiquant les possibilités d'accès, ainsi que les aires disponibles pour les installations du chantier, les stockages, etc.

■ Hydrologie

Dans le cas du franchissement d'un cours d'eau, il est indispensable d'en connaître le régime : fréquence et importance des crues, débit solide, charriage éventuel de corps flottants susceptibles de heurter les piles.

Mis à part les chocs, le plus grand danger réside dans les affouillements. Il convient d'évaluer la hauteur d'affouillement potentielle au voisinage des appuis et de limiter, autant que possible, le nombre des appuis en site aquatique.

■ Données géologiques et géotechniques

Ces données, qui concernent la nature du sol et du sous-sol, sans oublier la connaissance du niveau de la nappe phréatique, sont très importantes. Leur recueil constitue une étape décisive pour le choix du type de fondations. Une étude insuffisante peut entraîner des modifications du projet ou des renforcements de la structure déjà exécutée, très onéreux si le sous-sol n'a pas la qualité attendue.

Les essais géotechniques sont, en général, assez coûteux et le projeteur doit organiser la reconnaissance en fonction de la taille et de l'importance de l'ouvrage. Il doit d'abord les faire aux emplacements probables des appuis et recueillir les sondages qui auraient déjà été faits dans le voisinage.

■ Actions naturelles susceptibles de solliciter un pont

Outre l'action d'un cours d'eau, mentionnée précédemment, les autres actions naturelles susceptibles de solliciter un pont sont des actions directes comme celles du vent, dont la force peut être accrue dans le cas d'une vallée encaissée, de la neige et de la glace, des séismes, de la houle dans le cas du franchissement d'un estuaire ou d'un bras de mer, et des actions indirectes comme celles des embruns et, de façon générale, les actions physico-chimiques du milieu environnant. Vis-à-vis de ces dernières, il faut adopter des dispositions constructives appropriées (enrobage des aciers passifs, choix d'un béton à hautes performances).

2.1.3 Données fonctionnelles

Afin de ne rien omettre, il convient de dresser à l'avance la liste des données indispensables pour entreprendre l'étude. Cette liste comprend :

- le **tracé en plan** ;
- le **profil en travers**, tenant compte éventuellement d'élargissements ultérieurs ;
- le **profil en long** ;
- les **charges d'exploitation**, normales et exceptionnelles ;
- les **hauteurs libres et ouvertures à réserver** (route, voie ferrée, voie navigable) ;
- la **qualité architecturale** ;
- les **sujétions de construction**, qui peuvent être de natures très variées (délais de construction, coût relatif de la main d'œuvre et des matériaux, disponibilité des granulats et du ciment, etc.).

2.2 Choix du type d'ouvrage

Après avoir recueilli l'ensemble des données relatives à l'ouvrage, il convient de rechercher les solutions techniquement envisageables en évaluant leur coût et leur aspect architectural. Pour aboutir au meilleur choix, à la fois sur les plans technique, économique et esthétique, il faut bien connaître l'éventail des solutions possibles, avec leurs sujétions, leurs limites et leur coût.

La portée d'un ouvrage à une seule ouverture, ou la portée déterminante (c'est-à-dire la plus longue) d'un ouvrage à plusieurs ouvertures, est un facteur déterminant du type d'ouvrage, bien qu'elle constitue souvent elle-même l'un des éléments principaux du choix.

Nous passons en revue, en classant les ouvrages par portée croissante, les différents types de ponts dont certains seront étudiés en détail dans le dossier suivant [C 4 498].

2.2.1 Ouvrages de portée modeste (jusqu'à 30 m de portée principale)

■ Petits passages sous remblai (utilisés surtout comme ouvrages de décharge hydraulique)

Dans la gamme des très faibles portées (jusqu'à 5 ou 6 m) plusieurs types d'ouvrages sont envisageables :

- les **ponceaux voûtés massifs en béton** : fondés sur semelles, si le terrain est rocheux, ou sur radier en béton armé, dans le cas contraire, ils constituent une solution simple et robuste et peuvent supporter des remblais de forte hauteur (toujours supérieure à 1 m) ;
- les **passages inférieurs en voûte mince** : ils sont constitués d'éléments préfabriqués et sont considérés comme des ouvrages courants jusqu'à 9 m d'ouverture (D_i), à condition que la hauteur de couverture du remblai reste inférieure à 7 m et que le rapport de leur hauteur (V_i) à leur ouverture soit compris entre 0,6 et 1 (figure 14) ;
- les **buses métalliques** : elles peuvent fournir une solution compétitive dans la gamme des portées, allant de 2 à 6 m, (elles peuvent atteindre une dizaine de mètres d'ouverture). L'exécution des remblais doit être particulièrement soignée et les conditions de durabilité examinées avec attention.

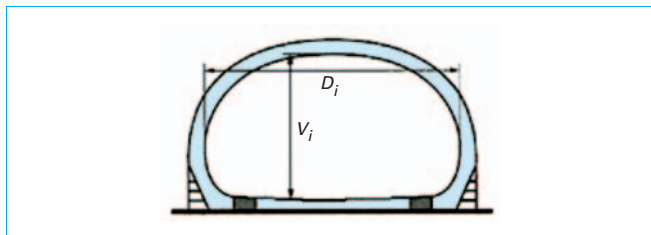


Figure 14 – Coupe schématique d'une buse Matière



Figure 15 – Détail d'un portique en béton armé (Source JAC)

■ Cadres et portiques

Une solution, qui convient bien dans le cas d'un remblai de faible hauteur, est celle du pont-cadre en béton armé, complété par des murs en aile ou des murs en retour. Le cadre peut être fermé, dans le cas d'un terrain médiocre notamment, ou ouvert, en forme de portique. Le domaine d'emploi du cadre fermé couvre des ouvertures allant de 5 à 12 m environ.

Les portiques simples sont couramment utilisés pour former des passages inférieurs, notamment sous les autoroutes, pour des ouvertures variant de 10 à 18 m. Cette solution est souvent plus économique qu'une simple dalle en travée indépendante, nécessitant des culées plus coûteuses que les piédroits d'un portique (figure 15).

■ Ponts-dalles

Pour des ouvrages à plusieurs ouvertures de portées modestes, c'est la solution la plus courante. La dalle peut être en béton armé, pour des portées allant jusqu'à une quinzaine de mètres, et en béton précontraint, pour des portées déterminantes allant jusqu'à une trentaine de mètres.

■ Ponts à poutres

Dans une gamme de portées comparable à celle des ponts-dalles, les travées formées de **poutres en béton armé ou précontraint** peuvent se révéler d'un emploi économique. Les poutres précontraintes par pré-tension, utilisées couramment dans le bâtiment depuis de nombreuses années, peuvent constituer une solution intéressante dans le domaine des ponts, et elles sont l'objet aujourd'hui de catalogues et de fabrication en série. Elles couvrent une gamme de portées déterminantes assez étendue, allant de 15 à 30 m environ, et se mettent en œuvre aisément en laissant dégagée la voie franchie, alors que la dalle exige des étaitements qui peuvent



Figure 16 – Pont à béquilles (Source JAC)

constituer une contrainte importante, par exemple pour la construction d'une autoroute. Cependant, ces poutres sont moins robustes qu'une dalle massive vis-à-vis d'un choc accidentel de camion hors gabarit : il convient d'en tenir compte si l'on craint des chocs de véhicules.

Lorsque la présence d'un cintre n'est pas envisageable, une autre solution intéressante est fournie par les **tabliers à poutrelles métalliques enrobées de béton**. Ce type de structure, largement employé pour réaliser des ponts ferroviaires de portées modérées depuis un grand nombre d'années, est souvent employé pour la construction de tabliers de ponts routiers : son coût est légèrement plus élevé que celui d'un pont coulé sur cintre en béton armé ou précontraint, ou d'un pont à poutrelles précontraintes par pré-tension, mais sa conception et sa mise en œuvre sont d'une grande simplicité et permettent de réaliser les travaux au-dessus d'une voie de communication sans en interrompre le trafic. En travée indépendante, le domaine d'emploi usuel d'un tablier à poutrelles enrobées va de 8 à 25 m de portée, et de 10 à 30 m en travées continues.

■ Ponts à béquilles

Pour certains franchissements encaissés, on peut également réaliser des ponts à béquilles obliques. Lorsqu'ils sont bien conçus, ces ouvrages sont esthétiques et s'intègrent très harmonieusement dans le paysage (figure 16).

2.2.2 Grands ouvrages en béton précontraint (au-delà de 30 à 40 m de portée déterminante)

La panoplie des solutions en béton précontraint comprend :

- les **dalles nervurées**, construites sur cintre, dont la gamme des portées déterminantes n'excède guère la soixantaine de mètres ;
- les **ponts à poutres précontraintes par post-tension**, permettant de construire des viaducs à travées indépendantes de portées comprises entre 30 et 60 m ;
- les **ponts-caissons mis en place par poussage** unilatéral ou bilatéral (portée déterminante usuelle comprise entre 35 et 65 m) ;
- les **ponts-caissons construits en encorbellement**, permettant d'atteindre couramment des grandes portées allant de 140 à 200 m, mais dont le domaine d'emploi peut aller jusqu'à 250 m de portée déterminante (figure 17).

Pour les franchissements de grande longueur sans sujétions particulières de fondations, les viaducs formés de travées indépendantes à poutres préfabriquées peuvent constituer une solution économique, en concurrence avec un pont poussé, si les caractéristiques géométriques du tracé de la voie portée s'y prêtent. Les ponts à poutres précontraintes sont robustes et faciles à construire.

Pour des ouvrages urbains, où l'épaisseur du tablier doit être aussi faible que possible, des poutres-caissons continues, de profil transversal élancé, ont souvent été utilisées. Les poutres-caissons se prêtent bien à la mise en place par poussage,



Figure 17 – Pont Pierre Pfimlin sur le Rhin (portée centrale 205 m)
(Source LCPC)

particulièrement intéressante en raison du matériel modeste qu'elle exige.

Les ponts en béton précontraint à travées continues construits en encorbellement sont utilisés lorsque l'on veut franchir de grandes portées. Ces ouvrages, aujourd'hui classiques, comportent des voussoirs préfabriqués ou coulés en place. Le choix entre ces deux types de voussoirs, correspondant à des modes de mise en œuvre différents, est dicté par des critères économiques et techniques. Les portées les plus courantes vont de 90 à 150 m, mais la portée maximale peut dépasser 250 m.

2.2.3 Grands ouvrages métalliques (au-delà de 30 à 40 m de portée déterminante)

La panoplie des solutions métalliques comporte :

- les **ouvrages à poutres latérales triangulées** ;
- les **ossatures mixtes à couverture en béton armé**, dont la structure porteuse peut être constituée de poutres en I ou de caissons ;
- les **ponts à dalle orthotrope**.

Au-delà de 30 à 35 m de portée déterminante, on peut recourir à une poutre à béquilles (si le terrain permet d'encaisser aisément la poussée), à un tablier en ossature mixte (jusqu'à 90 m de portée environ en travée indépendante et 140 m de portée déterminante en poutre continue), ou à une poutre-caisson en acier sous chaussée.

2.2.4 Domaine des très grandes portées (au-delà de 300 m)

C'est le domaine d'emploi des ponts en arc, si la nature du sol permet de reprendre les poussées, et des ponts à câbles.

Les ponts à haubans sont actuellement susceptibles de couvrir les portées allant de 150 à 1 500 m environ.

Pour les portées supérieures à 1 500 m, le pont suspendu reste encore le seul type envisageable. Le tablier est en acier, le plus souvent de section tubulaire, ce qui lui confère une bonne rigidité de torsion, et à dalle orthotrope en acier, afin de limiter la charge permanente.

Les tableaux **1** et **2** résument les domaines d'emploi des différents types d'ouvrages qui viennent d'être mentionnés.

Tableau 1 – Ponts en béton

Types d'ouvrages	Portées
	0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 200 m
PSI-BA : Passage supérieur ou inférieur à poutres en béton armé (1)	
PR-AD : Pont à poutrelles précontraintes par fil adhérent.....	
PSI-D : Passage supérieur ou inférieur en dalle armée (2)	
PSI-DP : Passage supérieur ou inférieur en dalle précontrainte (2)	
PSI-DE : Passage supérieur ou inférieur en dalle élégie (3)	
PSI-DN : Passage supérieur ou inférieur en dalle nervurée.....	
VIPP : Viaduc à poutres précontraintes par post-tension	
PIPO : Passage inférieur en portique ouvert	
PICF : Passage inférieur en cadre fermé.....	
Cintre auto-lanceur	
Pont poussé (unilatéralement).....	
Pont poussé (bilatéralement).....	
Pont construit en encorbellement	

(1) Domaine courant - Domaine exceptionnel

(2) Section rectangulaire - Section à encorbellements latéraux

(3) Tablier de hauteur constante - Tablier de hauteur variable

Tableau 2 – Ponts métalliques

Types d'ouvrages	Portées
Travée indépendante	0 5 10 20 30 40 50 100 200 m
Poutrelles enrobées	
Tablier mixte.....	
Dalle orthotrope.....	
Poutre continue	
Poutrelles enrobées	
Tablier mixte.....	
Dalle orthotrope.....	