Concevoir et construire des passerelles piétonnes

III - Conception des passerelles - Partie A

T. DUCLOS (ARCADIS)

© Toute utilisation des supports pédagogiques en dehors de la formation ne pourra être réalisée qu'avec l'accord exprès de leur auteur.

- Conception générale des passerelles
- Choix des matériaux structurels
- Géométrie, accessibilité
- Contraintes de réalisation
- Objectifs de maintenance
- Cadre réglementaire
- Développement durable - HQE

- Généralités
 - Ouvrage qui offre une certaine simplicité
 - Intègre en général une exploitation mono-fonctionnelle (piétons)
 - Parfois usage multiple: piétons cyclistes
 - Projet intégré à un aménagement plus global: restructuration, ou nouveau flux

- Généralités – un regain de technicité
 - La focalisation sur les réponses dynamiques de ces ouvrages a augmenté l'intérêt pour les calculs sophistiqués, du fait essentiellement de la découverte (?) redécouverte de phénomènes vibratoires non expliqués: passerelles du Millenium et de Solferino,....
 - Le souci de réduction et d'allègement de la structure a conduit les concepteurs vers des ouvrages élancés, presque fragiles qui nécessitent une maîtrise technique,
 - La mise au point de nouveaux matériaux permet d'aller dans ce sens.
 - Les concepts innovants consistant à marier des composants différents complexifient les fonctionnements mais conduisent aussi à des démarches de développement durable

- Généralités - pluridisciplinarité
 - D'où la nécessité d'associer d'autres concepteurs à l'ingénieur
 - Les disciplines sont variées et le programme de conception doit délimiter le mieux possible l'étendue de la conception: son objet, les besoins, l'étendue spatiale, sa planification, sa durée de réalisation, sa durée de vie, et son recyclage (développement durable)

- La conception: un aspect technique et mais surtout l'assistance de plusieurs métiers
 - Architecture
 - Concepteur de structures
 - Environnement
 - Paysager – analyse de site

- Intégration urbaine – intégration à des pôles d'activité
- Fonctionnalité – trafic, liaisons, échanges
- Maintenance: Prévenir les difficultés d'exploitation, évolution
- Gérer les aléas, les risques: construction, exploitation

- Ces différentes compétences interviennent à tous les niveaux et subodorent l'existence d'un **ensemblier** capable de gérer tant les problèmes techniques que les problèmes fonctionnels et d'intégration, ces derniers étant les plus sensibles aux yeux des utilisateurs
- Cette équipe s'appuie sur un programme fonctionnel, un cahier des charges environnemental, des contraintes techniques d'exploitation et de réalisation
- Il ne faut pas oublier que l'objet à construire s'appuie sur un programme général dont l'analyse de plus en plus fine va permettre de dégager des tendances de conception. Une passerelle ne peut être un objet "sui générés", ce n'est pas un coup de cœur, ce n'est pas un geste a priori.

- Ces différentes compétences interviennent à tous les niveaux et subodorent l'existence d'un **ensemblier** capable de gérer tant les problèmes techniques que les problèmes fonctionnels et d'intégration, ces derniers étant les plus sensibles aux yeux des utilisateurs
- Cette équipe s'appuie sur un programme fonctionnel, un cahier des charges environnemental, des contraintes techniques d'exploitation et de réalisation
- Il ne faut pas oublier que l'objet à construire s'appuie sur un programme général dont l'analyse de plus en plus fine va permettre de dégager des tendances de conception. Une passerelle ne peut être un objet "sui générés", ce n'est pas un coup de cœur, ce n'est pas un geste a priori.

- La conception retenue peut-être la conséquence de circonstances géographiques
- Contraintes physiques:
 - Franchissement d'une rivière
 - Franchissement d'une voie urbaine, d'une zone industrielle
- Contraintes régionales
 - Emploi de matériaux spécifiques (bois, métal autres)
 - Présence de main d'œuvre ou absences
 - Présence de site de construction ou de préfa

- Suivre le cheminement classique de la conception d'un ouvrage d'art
- Intégrer le fait que ce type d'ouvrage est à mi-chemin entre un ouvrage d'art routier, et une structure de bâtiment, avec tous les éléments secondaires que cela comporte
- Ouvrage utilisé par les piétons, les cycles, des handicapés, voire des chevaux

Données

- L'environnement
 - Connaissance de l'environnement du site: franchissements, espace,

occupation, contraintes spatiales

- Analyse de son évolution, urbanisation, site semi-industriel ou autre
- Utilisation de l'espace: fonctionnel ou ludique
- Type d'utilisateurs: promeneurs, gens pressés, cyclistes, autres...
- Traitement et liaison aux accès
- Qualité de l'environnement aux abords et de proximité
- Qualité de l'air: agressivité, polluants.....

Données

– Contraintes géophysiques

- Connaissance du sous-sol, recherche des conditions d'appui, risque sismique
- Données climatiques: vent, température, précipitations
- Données sur les voies routières franchies: risques liés à la vitesse, au choc, au bruit
- Données sur les voies fluviales: débit, crue, affouillabilité, trafic fluvial,
- Données sur la pollution du site, agressivité des eaux, de l'air, du sol
- Données sur les réseaux
- Données sur les accès et les zones de dépôt et d'installation

Données: point particulier

- **Connaissance du sous-sol, recherche des conditions d'appui, risque sismique**

la connaissance de la géologie des zones de fondation est un des points sensibles de la conception de l'ouvrage.

Il ne faut pas économiser sur le nombre de sondage à réaliser.

En général, une première reconnaissance lâche sur le site suffit pour l'AVP, une seconde réalisée au droit de chaque appui en phase PRO permet de définir avec précision les fondations en limitant les risques lors de la phase de travaux

S'entourer d'un avis circonstancié auprès d'un géotechnicien ou d'un homme de l'art pour définir le type de reconnaissance.

Compléter ces reconnaissances par une analyse géotechnique des accès. (Les ouvrages d'accès sont parfois imposants, longs, coûteux et méritent aussi une grande attention).

Données

– Données sur les conditions d'exploitation et de conception générale

- Intégration à un PDU (plan de déplacement urbain)
- Conception fonctionnelle du profil en travers
- Conditions d'exploitation
- Conditions d'accessibilité
- L'esthétique, et l'analyse d'intégration
- La faisabilité de la construction

Conséquences sur la conception

– Elles sont techniques

- Zone d'appui et conditions d'appui

- Ouvrage transparent, léger, ou massif, rigide.....
- Protection et sécurité
- Choix des matériaux
- Définition des hypothèses de calcul
- Méthode de construction et installation
- Accessibilité: rampes – conditions d'appui et de construction

Conséquences sur la conception

- Elles sont paysagères et architecturales
- Esthétique – forme – intégration visuelle
- Aménagement des abords
- Aménagement des itinéraires – lisibilité
- Confort
- Sécurité

Conséquences sur la conception

- Elles concernent la maintenance et les conditions d'exploitation
- Choix des matériaux – des liaisons – des parties d'ouvrages secondaires (superstructures)
- Viabilité
- Entretien général (petits travaux)
- Entretien structurel
- sécurité

Choix des matériaux structurels

- **Matériaux classiques**
- Béton armé – béton précontraint
- Acier normalisé: S355 – S420 – S460
- Aluminium
- Bois
- Composite: bois/béton – mixte acier/béton

Choix des matériaux structurels

- **Matériaux classiques**
- Béton armé – béton précontraint
- Acier normalisé: S355 – S420 – S460
- Aluminium
- Bois
- Composite: bois/béton – mixte acier/béton

Géométrie, accessibilité

- Gabarits des voies franchies
- Accès des PMR
- Géométrie des pistes cyclables
- Cohabitation
- Les accès

- La visibilité – sécurité
- La maintenance: accessibilité
- Les installations
- Le cadre règlementaire
- Les coûts

Gabarits des voies franchies

- Le gabarit à dégager est égal au gabarit normal routier RN, CD, autoroute etc... Augmenté de 0,75m .
- Ce gabarit peut-être augmenté de 0,15m correspondant à une revanche pour rechargement de chaussée par exemple.

Géométrie des pistes cyclables

- identifier l'existence d'un PDU (plan de déplacement urbain):
 - * si il existe, intégrer le nouveau franchissement au cheminement
 - * structurer les déplacements et le tissu limitrophes pour intégrer au mieux le projet
- en absence de PDU: structurer néanmoins l'espace aux abords afin de clarifier la lisibilité du nouvel itinéraire
- à l'issue des lois LOTI et LAURE, l'objectif est de séparer les modes de transport en milieu urbain : sécurité, confort des usagers

Géométrie des pistes cyclables

- la bande cyclable sera de préférence placée coté chaussée et les piétons au delà
- l'accès sera limité aux vélos et interdits aux véhicules motorisés à 2 roues
- bien étudier la visibilité pour chaque utilisateur: piéton et cycliste – le piéton est un obstacle pour le cycliste, essayer de séparer clairement les flux
- placer des panneaux de prescriptions (B7b « accès interdits à tous véhicules à moteur »)

Géométrie des pistes cyclables

- les pentes < 2 à 4 % ne nécessitent pas de surlargeur
- les pentes > 6% nécessitent un élargissement de 0,20m à 0,50m de part et d'autre car le cycliste se met alors souvent en danseuse
- les courbes en profil en long peuvent être simples, pente se raccordant sur des cercles ou des paraboles.
- on évitera des profils en travers très déversés, dangereux en phase de gel ou de pluies intenses (1 % recommandé, 2% maximum tenir compte de la difficulté pour les handicapés)

Géométrie des pistes cyclables

- que la passerelle ne soit utilisée que par les cycles ou les 2 modes simultanément, piétons et cyclistes, prévoir une largeur minimale de 2,5m
- en mode simultané, on séparera au sol par marquage le flux piéton du flux cycliste: bande de 9cm ou éléments en dur mais qui ne constituent pas un obstacle dangereux pour l'usager
- l'espace minimal pour le passage des PMR sera de 1,4m
- en flux simultanés , attention aux risques liés à la vitesse, (ne pas construire un vélodrome)

Géométrie des pistes cyclables

Le gabarit est d'environ ht =2,50 x

larg=1,50m

- le dégagement latéral de 0,20m doit être augmenté à 0,50m si il y a présence de paroi
- si présence de vent, l'effet latéral du vent sera pris en compte en élargissant de 0,20m de chaque coté
- garde-corps latéral h=1,40m -

Géométrie des pistes cyclables

Références

- recommandations pour les aménagements cyclables – Certu 1992
- Code de la Route: R1 R190 R225, R43,R192,R217
- LOTI 30/12/82
- LAURE 30/12/96

Cohabitation

La cohabitation entre modes de transports dits doux, piétons, cyclistes, doit se réfléchir pour:

- limiter les risques de colision : croisement, bancs, vitesse
- rendre l'itinéraire/ les itinéraires lisibles, formalisé par une forme de séparation (bande, bordures franchissables, coloris différents des tapis)
- privilégier l'homogénéité de l'itinéraire: ne pas différencier le principe de marquage retenu de part et d'autre.

Coût: quelques principes

- le coût des passerelles croît bien entendu avec la surface du tablier.
- A l'inverse des ponts routes, l'accroissement ΔS n'est pas marginal. Les raisons sont multiples: conséquences sur le comportement, la surface à équiper etc....
- le coût des accès peut devenir important voir représenter une certaine proportion de l'ouvrage.

Coût: quelques repères

- Passerelle simple : 2000 à 2500 € par m² HT
- Passerelle architecturée simple avec quelques équipements spéciaux: 2500 à 3000 € par m² HT
- Passerelle complexe: 3000 à 4000 € par m² HT

Cette borne peut être dépassée surtout si il s'agit d'ouvrages trs particuliers.