

LE PONT ADOLPHE



Figure emblématique de la Ville de Luxembourg, paysage favori des cartes postales et haut lieu de la Fête nationale luxembourgeoise, le pont Adolphe, baptisé ainsi en hommage au Grand-Duc Adolphe qui régna sur le pays de 1890 à 1917, enjambe la vallée de la Pétrusse depuis 1903.

Assurant la liaison entre la Ville-Haute et le plateau Bourbon, sa vocation première était de satisfaire la communication et la mobilité entre ces deux quartiers de la capitale. Présentant quatre voies de circulation, une en direction de la Ville-Haute réservée aux transports en commun et trois réservées au trafic individuel en direction de la gare centrale, le pont compte de chaque côté un trottoir de 1,80 m de largeur, séparé des voies de circulation par un chasse-roue.

Construction majeure du XX^e siècle, le pont Adolphe représente l'un des plus beaux ouvrages d'art de maçonnerie jusqu'alors jamais construits.

Prise de vue d'une nacelle
des Ponts et Chaussées

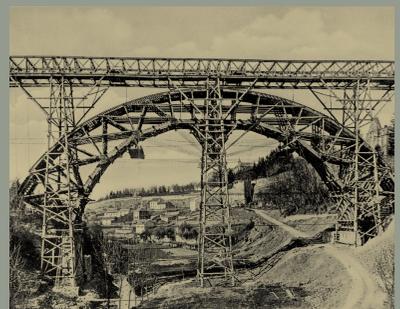
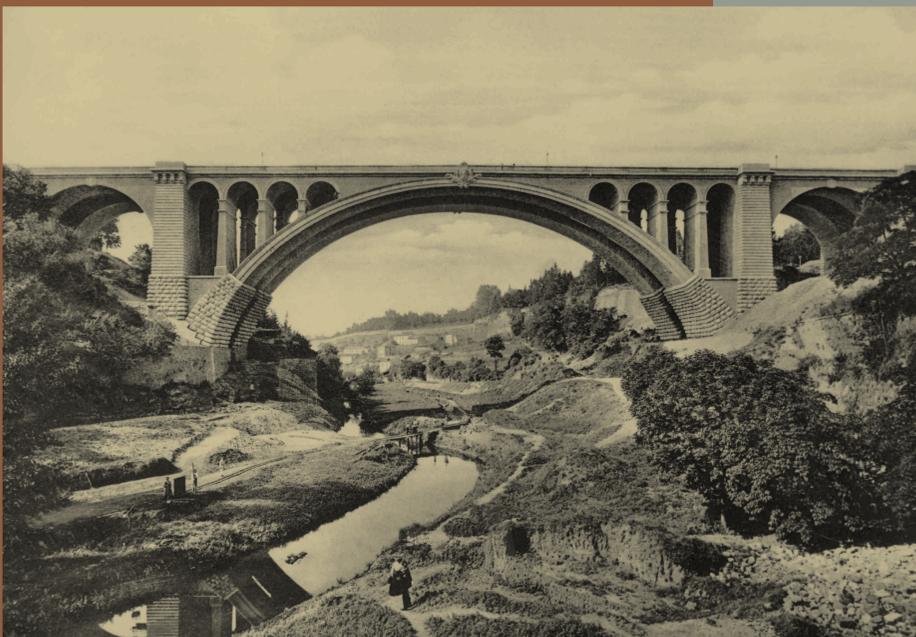


UN PEU D'HISTOIRE

14 JUILLET 1900_POSE DE LA PREMIÈRE PIERRE
 1900 À 1903_ANNÉES DE CONSTRUCTION
 24 JUILLET 1903_MISE EN SERVICE

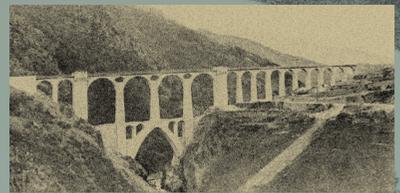
Le projet de construire un deuxième viaduc en plus de la passerelle déjà existante et reliant la moitié ouest de la Ville-Haute avec le plateau Bourbon remonte à 1867.

De nombreuses propositions sont alors émises jusqu'à ce qu'un projet définitif soit finalement retenu en 1896. Imaginé par l'Administration des travaux publics, et l'ingénieur en chef Albert Rodange, ce projet d'une ampleur sans précédent finira par voir le jour après l'intervention de Paul Séjourné. Cet ingénieur français de renom, sollicité par le Gouvernement luxembourgeois pour avis, modifia le projet initial pour concevoir deux arches jumelées distantes l'une de l'autre de 6 m. Il choisit également de construire les grands arcs par rouleaux successifs de sorte que le premier rouleau serve de cintre aux suivants et que tous soient imbriqués les uns dans les autres par queutage. Une méthode qui permit d'économiser des pierres de construction et d'optimiser le coût et le délai d'utilisation du cintre.



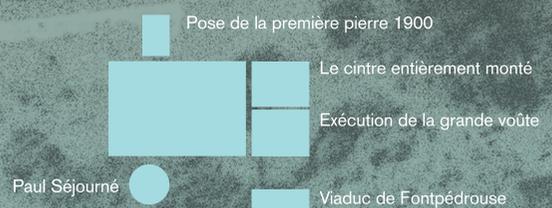
Paul Séjourné (1851-1939) est un ingénieur français, constructeur de grands ponts en maçonnerie auxquels il a apporté d'importantes innovations. Même si plus tard, les conditions économiques vont conduire à l'abandon de la maçonnerie de pierres pour les ponts et viaducs de grande dimension au profit de l'emploi du béton, la renommée de Séjourné sera mondiale. Les ouvrages inspirés par cet ingénieur se comptent par centaines. Son œuvre maîtresse de Luxembourg a d'ailleurs donné lieu à la définition d'un «type Séjourné» très caractéristique des ouvrages ferroviaires. Les ponts du Castelet,

Lavaut et Antoinette (1884), de Luxembourg (1900), des Catalans (1904), ainsi que le superbe viaduc de Fontpédrouse sont les jalons principaux de son œuvre, riche en innovations.



Le saviez-vous?

Fruit d'une coopération franco-luxembourgeoise, la construction de ce pont permit au Luxembourg d'affirmer son indépendance tandis que les tensions entre la France et l'Allemagne ne cessaient de croître.





UN OUVRAGE HORS PAIR

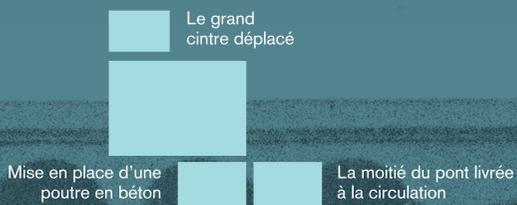


Au moment de sa mise en service le 24 juillet 1903, le pont Adolphe était le plus grand pont en voûtes du monde, arborant une longueur totale de 153 m au-dessus de la vallée de la Pétrusse et une portée record de 85 m.

Séjourné mit tout son talent dans la conception de cet ouvrage hors pair, constitué de deux arches jumelées distantes l'une de l'autre de 6 m et présentant pour l'arche centrale 84,65 m d'ouverture. Fait assez rare pour être signalé: son tablier (la plate-forme du pont) a la particularité d'être en béton armé, technique utilisée seulement depuis une dizaine d'années à l'époque.



Notons également que le pont a été aménagé de sorte à s'adapter continuellement à l'évolution du trafic: train à vapeur en 1903, tramway électrique dans les années 30, puis élargissement dans les années 60 avant une sécurisation des trottoirs en 1970...



Le saviez-vous?

Les grands arcs sont constitués en tout de 2 850 m³ de pierres de Gilsdorf. Le reste des pierres de l'ouvrage provient d'Ernzen, de Dillingen et de Verlorenkost. Les entreprises ayant participé à la construction furent Fougerolle Frères pour la partie maçonnerie et pierre de taille, et la société Coignet, sous la direction d'Edmond Coignet, pour le tablier.

LE PONT AU FIL DES ANS

1933

_Essais de surcharge effectués par le professeur Ros de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich



1936

_Remplacement des 500 balustres des garde-corps

1961/1962

_Remplacement et premier élargissement du tablier: mise en place d'un nouveau tablier coulé sur des prédalles posées entre les deux arcs



1976

_Travaux de réfection: renouvellement de la couche de roulement, remplacement des joints de dilatation et rehaussement des trottoirs



1996

_Constats de fissures verticales et horizontales au niveau du corps des arcs lors d'une des campagnes d'inspection visuelle, dès lors intensifiées. Surveillance permanente de l'ouvrage depuis cette date



Septembre 2003 à août 2004

_Stabilisation provisoire des deux arcs principaux à l'aide de 258 barres placées au niveau des zones fissurées

Février 2005

_Chute d'une barre précontrainte brisée. Cet incident a provoqué la fermeture complète de la vallée de la Pétrusse à la circulation piétonne côté gare

2008

_Installation de capteurs optiques pour surveiller l'état du pont

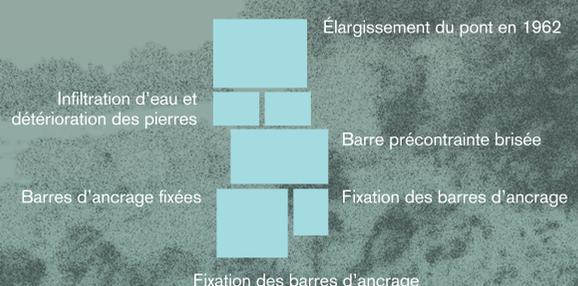
Fin 2009

_Auscultation géoradar. L'analyse de ces résultats, confirmés en avril par forage et caméra optique, a révélé en plus d'une fissure traversante verticale, 4 à 5 niveaux de fissurations horizontales internes largement étendues, invisibles depuis l'extérieur

Face à ces constats, et face à l'usure croissante du pont, une réhabilitation de la structure devint à ce jour plus que nécessaire.

Le saviez-vous?

Le pont Adolphe et le barrage d'Esch-sur-Sûre sont les deux sites luxembourgeois placés sous surveillance permanente 24h/24, 7j/7.



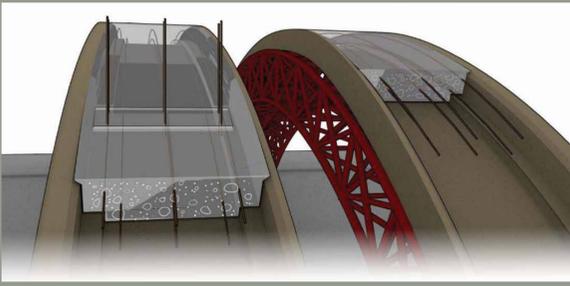
LA RÉHABILITATION DU PONT

ÉVOLUTION ET ÉTAPES PRINCIPALES DU PROJET

Dès l'achèvement des travaux de stabilisation provisoire des deux grands arcs principaux, une réflexion sur la réhabilitation définitive et pérenne du pont Adolphe est engagée.

28 juin 2006

_Présentation au public d'un premier avant-projet de réhabilitation prévoyant l'évidement des grands arcs et la mise en place de noyaux en béton armé tout en préservant la géométrie et la silhouette de l'ouvrage actuel



17 mars 2007

_Une audience publique révèle l'intérêt des citoyens pour la protection de ce site unique sur lequel est implanté le pont Adolphe. La population souhaite en effet préserver au maximum la structure et la géométrie exceptionnelles de cet ouvrage. Face à ce constat, le premier avant-projet est abandonné

2008

_Les nouvelles bases d'un projet de réhabilitation sont définies, ces dernières prévoyant de substituer aux barres précontraintes provisoires des dispositions de nature définitive.

Le saviez-vous?

63 millions d'euros seront consacrés à la réhabilitation du pont Adolphe. Une somme importante qui englobe aussi bien les travaux et aménagements nécessaires à l'exécution des travaux que les manifestations et l'exposition liées au projet.



Entre 2008 et 2011

_Des investigations ciblées pour une réhabilitation adaptée sont réalisées.

- 1 Scannage 3D de l'ouvrage dans son ensemble, révélant une déformation des arcs.
- 2 Analyse dynamique visant à la détermination des caractéristiques vibratoires.
- 3 Auscultation au géoradar pour connaître l'étendue globale du délaminage.
- 4 Essais d'injectables des maçonneries des grands arcs et des pilastres pour déterminer les produits d'injection et leur mode opératoire de réalisation.
- 5 Essais de convenance. Les matériaux et techniques constitutifs sont testés en laboratoires universitaires afin de rechercher la meilleure adéquation entre efficacité, durabilité et esthétique.
- 6 Des essais de nettoyage de la pierre sont réalisés afin de tester les techniques qui se limitent à l'élimination des résidus de pollution, dépôts de gypse, concrétions calcaires, efflorescences salines, mousse et lichen, le tout sans trop altérer le support.



Début 2012

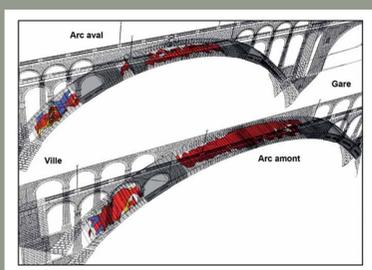
_Le dossier final du projet de réhabilitation est ficelé et le projet de loi est déposé à la Chambre des Députés

19 décembre 2012

_Le projet de loi est voté à la Chambre des Députés

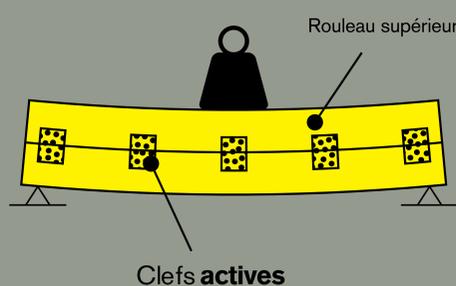
LA RÉHABILITATION DU PONT

LES CAUSES

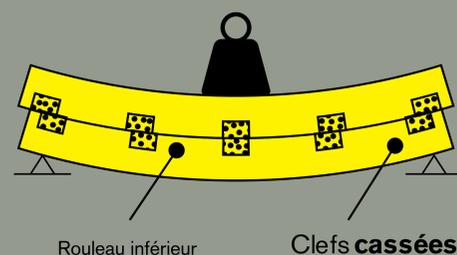


Selon Paul Séjourné, «un ouvrage en maçonnerie est un ouvrage qui dure». Prix à payer pour cette durabilité? Un entretien rigoureux destiné à éviter l'altération des pierres et des joints au fil des ans.

Jusqu'à présent, les désordres visuels constatés consistent en un décollement des rouleaux de la maçonnerie formant les arcs principaux, accompagné de fissures traversantes dans les deux sens. Ce phénomène de délaminage des arcs (séparation des rouleaux) se confirme via les campagnes d'investigation. Or, cette séparation, si elle n'est pas maîtrisée, risque de provoquer un affaiblissement des arcs (perte d'inertie conduisant à une instabilité de l'ouvrage).



Arc rigide - rouleaux imbriqués
Objectif du confortement



Arc souple - rouleaux indépendants
 (délaminage) *Risque d'instabilité*

Les investigations complémentaires suivantes ont été entreprises:

- Des forages carottés de grande longueur ont été réalisés à travers les fondations dans le but de détecter d'éventuels mouvements du sol. Ces essais ont montré qu'il n'y a pas de déficience au niveau des fondations de l'ouvrage.
- Un contrôle de la géométrie de l'ouvrage a révélé une déformation anormale des arcs amont et aval. Des contrôles de stabilité par calcul en trois directions n'ont pas pu élucider les raisons de ces déformations. Une vérification des contraintes in situ par la méthode de vérins plats a confirmé l'hypothèse que ces déformations doivent remonter à l'époque de la construction du pont Adolphe et résulter d'arcs construits sur des cintres déformés.

- Les notes de calculs ont effectivement montré qu'une part du flux des efforts de l'arc est captée par les tympans. Comme conséquence, on peut vérifier sur l'ouvrage la fissuration de ces tympans et en déduire un cisaillement des pierres de queutage.

La somme des composantes horizontales des trois rouleaux étant une constante, un rouleau déchargé génère la surcharge des deux autres au travers des queutages. Davantage sollicités, ceux-ci se sont rompus. Puis, les premières défaillances entraînent d'autres dans le cadre d'une chaîne de déchirures successives.

Par ailleurs, il est important d'associer à ce phénomène, des effets essentiels pénalisant la situation:

- La fatigue centennale de la structure

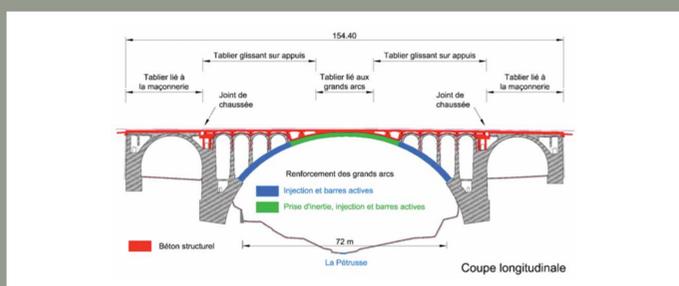
- L'assainissement défailant
- Les effets différentiels de température entre les extérieurs et le cœur des maçonneries épaisses (non déterminants vis-à-vis du délaminage)
- L'excentricité initiale, augmentée par la réhabilitation 1961/62 des reports de charge du tablier
- L'élargissement du tablier, à cette date, a été générateur d'un supplément de charge permanente excentrique

D'autres désordres de délavement et de disloquement des pierres ont mis en évidence des défauts d'étanchéité du tablier.

Le saviez-vous?

Tram, camions, voitures... peu importe la charge du pont, cette dernière ne représente que 5% du poids de la structure, cette dernière constituant 95% de la charge totale.

LES TRAVAUX PHASE PAR PHASE



Conformément aux souhaits de l'UNESCO, les techniques de réhabilitation retenues ont été choisies de manière à rendre possible de nouvelles restaurations ultérieures tout en préservant au mieux l'architecture dessinée et réalisée par Séjourné. Le projet prévoit la dépose du tablier actuel, puis la réalisation d'un nouveau. Il sera plus large (2 x 0,75 m de chaque côté), plus épais et constituera également une couverture étanche aux maçonneries sous-jacentes qui ont subi pendant longtemps l'écoulement abondant des infiltrations d'eaux et

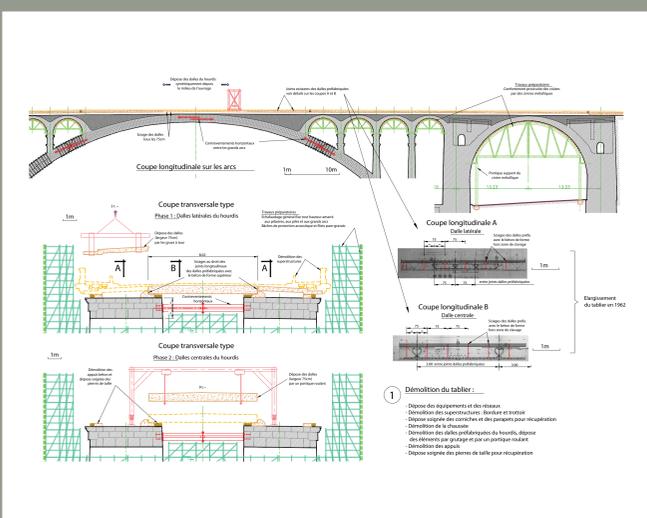
de saumures. Un des objectifs principaux du projet de réhabilitation du pont Adolphe est de renforcer durablement les arcs principaux face au phénomène de délaminage.

Les mesures pour rétablir le monolithisme sont les suivantes:

- Solidariser les rouleaux par un serrage actif
- Combler les fuites existantes par l'injection d'un coulis apte à remplir le réseau de fissuration

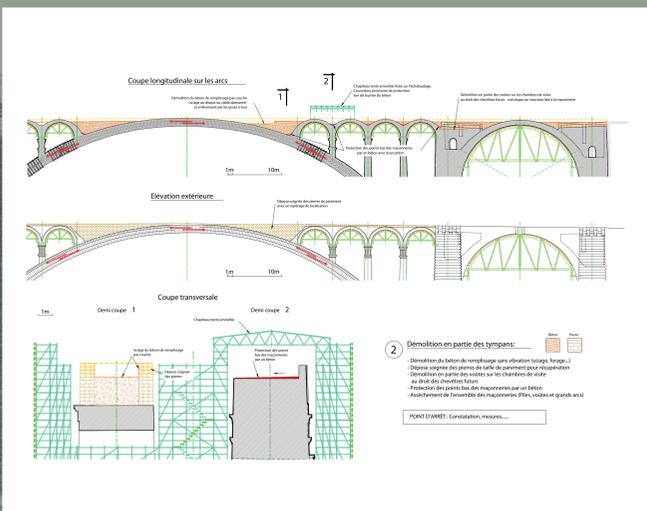
Le projet de réhabilitation prévoit également le confortement de la zone centrale par l'addition d'un quatrième rouleau, non visible, en béton armé, lié aux trois autres. Les piles et les voutelettes seront entièrement conservées. Finalement, les pierres du pont subiront une série d'opérations de nettoyage spécifiques permettant toute-fois la sauvegarde historique de l'ouvrage.

Les travaux se dérouleront donc dans l'ordre suivant:



Phase 1

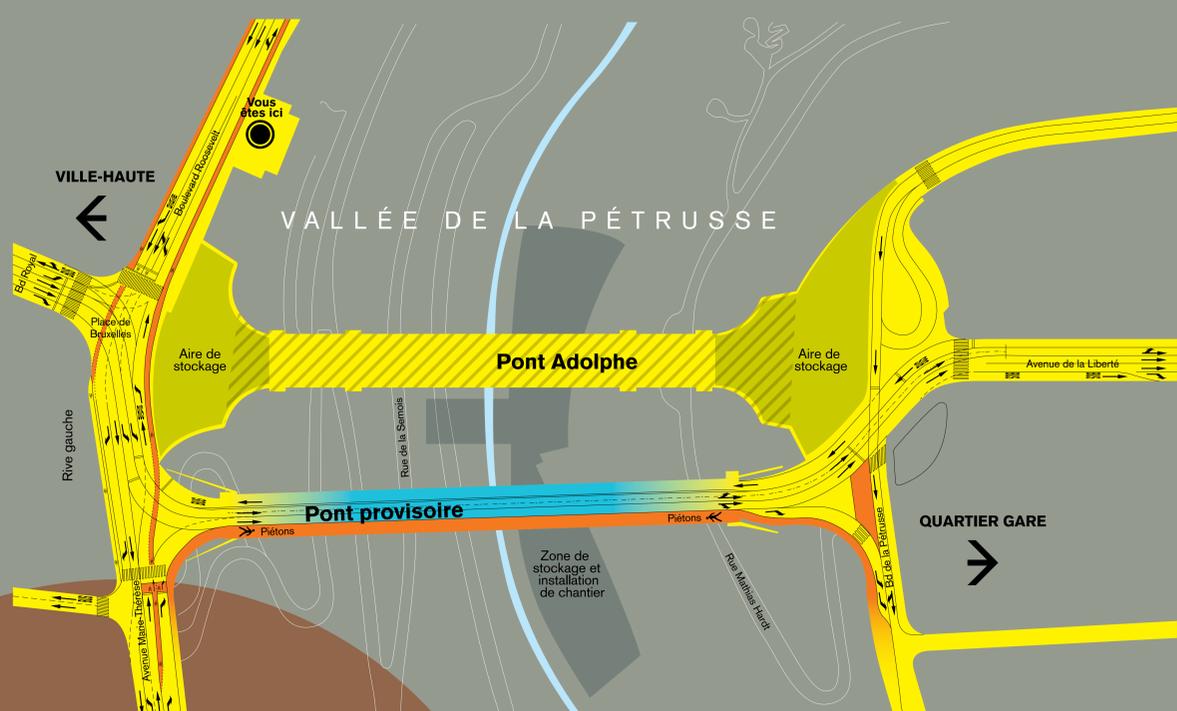
Démolition du tablier. Installation du chantier. Construction d'un échafaudage complet permettant l'accès à l'ensemble de l'ouvrage.



Phase 2

Enlèvement du remplissage sous chaussée. La fin de cette phase constitue la fin de la démolition. Un point d'arrêt sera respecté afin d'analyser le comportement de la structure ainsi allégée.

LE PONT PROVISOIRE



Phase 1

Réaménagement de l'infrastructure routière dans la vallée de la Pétrusse (renforcements des voies d'accès, reconstruction de deux petits ponts existants, construction d'un petit pont provisoire).

Phase 2

Enlèvement et déplacement de certains arbres le long de l'avenue Marie-Thérèse et du boulevard de la Pétrusse. Idem pour d'autres arbres de la vallée, situés dans le périmètre des fondations des futures piles. Les arbres en bon état ont été stockés dans la pépinière des Ponts et Chaussées du Kirchberg.

Phase 3

Installation de chantier et déplacement du serpentín (côté avenue Marie-Thérèse).

Phase 4

Construction de deux culées en terre armée et des fondations des piles au fond de la vallée. Déviation des réseaux existants depuis le pont Adolphe vers les culées du pont provisoire.

Phase 5

Montage sur site de la charpente métallique du pont provisoire.

Phase 6

Déplacement de la chaussée et réaménagement des places attenantes.

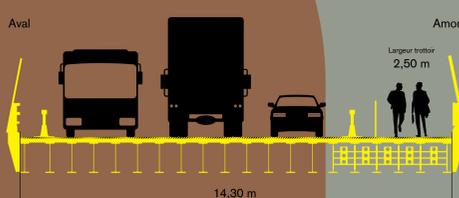
Phase 7

Phase d'exploitation du pont provisoire pendant la réhabilitation du pont Adolphe.

Phase 8

Démontage et démolition du pont provisoire.

Coupe pont provisoire



La réhabilitation du pont Adolphe à Luxembourg nécessite la démolition complète du tablier et des tympans ainsi que l'enlèvement d'une partie des voûtes d'élévation. Il s'avère donc impossible de maintenir la circulation sur ce pont pendant la réalisation des travaux de confortement. En effet,

l'intensité des flux de circulation qui traversent chaque jour le pont Adolphe assurant la liaison entre la Ville-Haute et la gare centrale exige la mise en place d'une solution de rechange sous forme d'un pont provisoire.

Le 10 mai 2011, la loi portant sur la réalisation du pont provisoire et les accès au chantier dans le cadre de la réhabilitation du pont Adolphe est votée à la Chambre des Députés. Les dépenses occasionnées par cette loi ne peuvent pas dépasser le montant de 23 millions d'euros.

- Ce pont provisoire métallique aura un gabarit de trois voies de circulation et d'un trottoir du côté ouest. Des trois voies de circulation, deux seront à disposition du trafic individuel, en direction de la gare, et une voie sera réservée aux transports en commun en direction de la ville. La structure provisoire restera en place uniquement durant la période des travaux de réhabilitation du pont Adolphe.
- Le pont provisoire reliera l'avenue Marie-Thérèse du côté ville, au boulevard de la Pétrusse côté gare. La structure provisoire se situera à une distance d'environ 30 m du pont Adolphe et aura une longueur totale de 174 m.



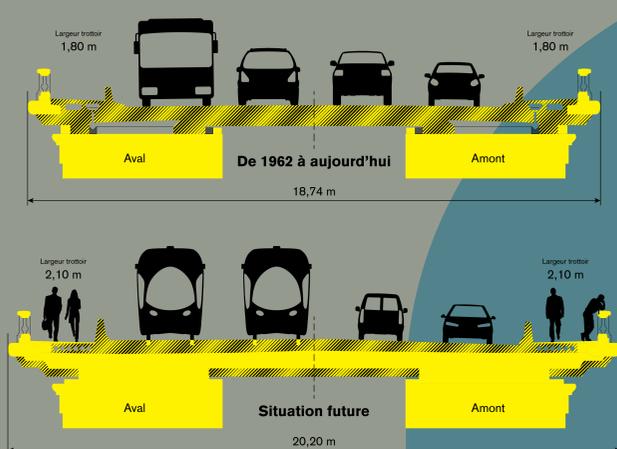
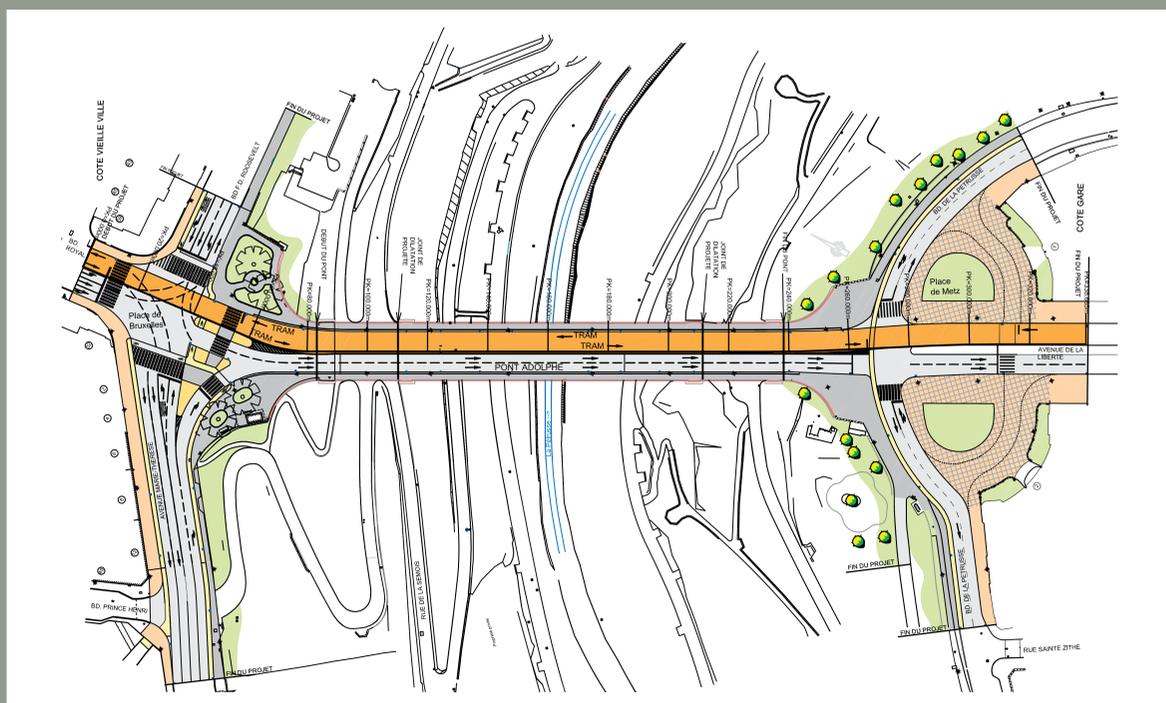
Le saviez-vous?

Durant la durée des travaux, un accent tout particulier sera porté aux riverains afin de leur éviter d'éventuelles nuisances sonores et vibratoires. Des mesures acoustiques appropriées seront mises en place afin de diminuer autant que possible ces nuisances.

Pour aménager ce pont, douze arbres ont été déplacés et entreposés à la pépinière du Kirchberg, deux ont été replantés dans la vallée et une vingtaine d'entre eux ont été abattus.

 Simulation du pont provisoire

ET APRÈS?



De 1903 à aujourd'hui, la largeur du pont Adolphe est passée de 16 m à 17,20 m afin de l'adapter aux conditions de circulation. Les futures conditions de trafic, l'élargissement des trottoirs, ainsi que la prise en compte du gabarit nécessaire au futur tram conduiront à une nouvelle augmentation du pont de 1,50 m. La largeur totale de l'ouvrage sera donc portée à 18,70 m.

La nouvelle chaussée de 13,50 m (7,20 m de gabarit du tram + 2 voies de 3,15 m ou 4 voies de 3,37 m) sera bordée de 2 trottoirs de 2,10 m, chacun sécurisé par une barrière chasse-roue.

Le réaménagement des carrefours sur les places de Bruxelles et de Metz restera sensiblement le même. Les tourne à droite et le tourne à gauche de la place de Metz seront reportés jusqu'à la place des Martyrs.

