

Equipe de travail :

- > Matthieu Le Guen
- > Jean-Paul Pruvost
- > Pascal Pujades

Sous la direction de :

- > Michel Loisy

Année 2007- 2008

Sommaire

Page 2 - Introduction

Page 2 - Historique

Page 3 - Pourquoi un tunnel ?

Page 5 - Tunnel ou pont ?

Page 6 - Un tunnel oui, mais comment ?

Page 9 - Confort = Anti inconvénients

DOCUMENT RESSOURCE

LES TUNNELS



INTRODUCTION

« Tunnel » vient du mot « tonnelle » évoquant la forme du tonneau. Il désigne un passage souterrain.

On considère souvent qu'un tunnel doit être au moins deux fois plus grand qu'il n'est large pour mériter cette désignation. Il doit en outre être fermé de tous les côtés, excepté à chacune de ses extrémités, ce qui le différencie d'un passage en tranchée.

Un tunnel peut être utilisé pour permettre le passage de personnes (piétons, cyclistes, trafic routier, trafic ferroviaire, canal).

D'autres tunnels ont fonction d'aqueducs, construits uniquement pour transporter de l'eau destinée à la consommation, à l'acheminement des eaux usées ou à l'alimentation de barrages hydroélectriques alors que d'autres encore sont creusés pour acheminer des câbles de télécommunication, de l'électricité, des hydrocarbures, ...

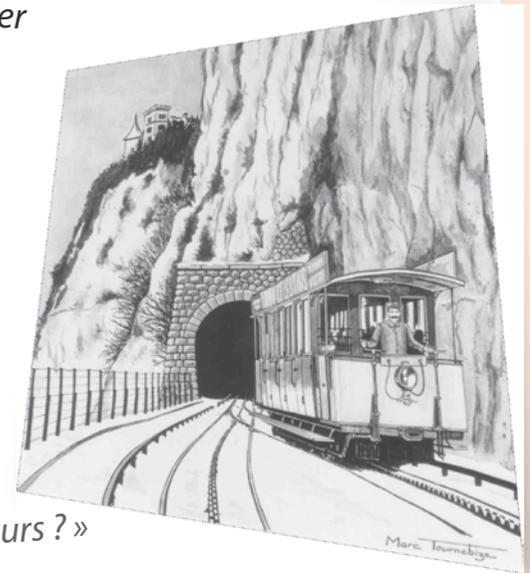


#HISTORIQUE

La construction des chemins de fer amena dès le départ à percer de nombreux tunnels, qui se révélèrent le plus souvent indispensables. Mais les constructeurs se heurtèrent au début à la méfiance et aux craintes des voyageurs : pénétrer en train à l'intérieur de la terre était ressenti comme une véritable aventure, comparable à celle des voyages dans l'espace aujourd'hui.

Quelques tunnels secrets ou stratégiques ont été également construits à des fins militaires, pour entrer dans des secteurs interdits.

Diverses installations fortifiées étaient équipées aussi de tunnels plus ou moins secrets permettant à leurs occupants de s'enfuir ou de circuler sans être vus.



Extraits d'articles de l'époque :

« On sait que dans les tunnels, les ouvriers travaillent nus en raison de la chaleur. Les voyageurs seront-ils obligés eux aussi de se déshabiller avant d'entrer dans ces tunnels ? »

« L'influence brutale de variation de température : - 8°C peut-elle entraîner des crises cardiaques chez les voyageurs ? »

« Si un train est contraint de s'arrêter dans un tunnel, les voyageurs risquent ils d'être exposés à des dangers d'asphyxie ? »

POURQUOI UN TUNNEL ?

En général, il permet de raccourcir un itinéraire, d'éviter un col (tunnel sous une montagne) ou d'éviter un long détour (tunnel sous un plan d'eau). C'est aussi l'encombrement du sol et la difficulté de restructurer l'urbanisme existant dans les agglomérations urbaines qui pousse à l'utilisation du sous-sol, notamment avec le métro, malgré le coût. Mais aussi la construction d'un tunnel peut être réalisée pour limiter les nuisances du trafic (notamment en ville ou pour les villages en bordure d'autoroute).

Un tunnel est un ouvrage cher (de 40 000 à 80 000 euros le mètre linéaire). Sa justification financière est à faire avec soin.



Avantages Vs Inconvénients :

Le tunnel peut devenir très coûteux lorsque qu'il est long et percé dans une roche dure ou au contraire dans une roche friable.

De plus, quelques accidents graves (ex : tunnel du Mont blanc, incendie d'un camion) ont donné une image dangereuse des tunnels.

Cependant, dans un contexte difficile, (fortes pentes, risque d'éboulement ou de glissement de terrain, ...) le tunnel peut être une solution moins chère et plus sécurisante qu'une longue route en lacets.



La route de la mort (Bolivie)

Aujourd'hui, le tunnel présente une grande sécurité et une protection contre les intempéries, il a surtout l'avantage de ne pas dégrader la nature et donc de ne pas contribuer à la fragmentation écopaysagère. Il est donc préférable de choisir un tunnel plutôt qu'un pont qui outre son impact paysager, ne modifiera pas les migrations d'oiseaux et l'environnement naturel nocturne (contrairement au pont qui est éclairé toute la nuit).



Pont de Brasilia (Brésil)

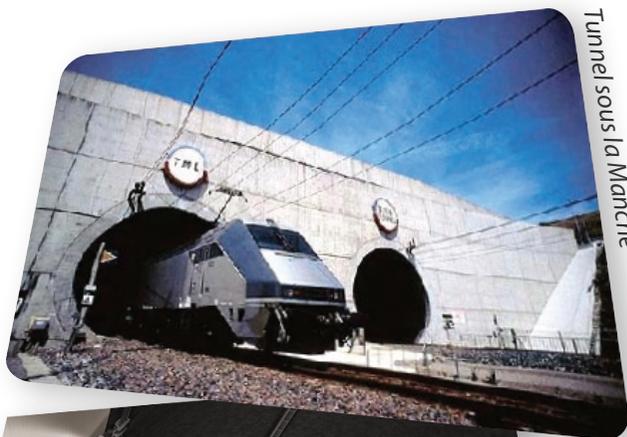
Quand il est court, on l'assimile parfois à un écoduc. Sa construction, qui se fait souvent dans des zones écologiquement sensibles (montagne, forêt, ...) doit s'accompagner d'une étude d'impact, de gestion des matériaux extraits et de l'air pollué par les véhicules.



Ferroutage (Rail-Route)

C'est pourquoi le train et le ferroutage est souvent la solution choisie et la plus respectueuse de l'environnement (pollution).

Les tunnels longs sont très souvent affectés au chemin de fer, car le risque d'accident est moindre et les longs trajets souterrains seraient fastidieux pour les transports individuels en voiture.



Tunnel sous la Manche

Cela évite l'émission de gaz polluants en milieu fermé et simplifie le problème de la ventilation.



Un écoduc

Un écoduc :

Passage permettant aux espèces animales, végétales, fongiques (champignons), ... de traverser des infrastructures construites par l'homme, afin de se déplacer dans le paysage, pour répondre à leurs besoins vitaux (de migration notamment). Ces passages sont pour cette raison généralement végétalisés et pour partie boisés, invitant ainsi la faune à traverser.



Fragmentation écopaysagère

Fragmentation écopaysagère :

Désigne tout découpage artificiel (non naturel) de l'espace, qui pourrait empêcher les espèces vivantes de se déplacer comme elles le devraient.

TUNNEL OU PONT ?

Pour traverser une rivière ou un bras de mer, un tunnel est généralement plus coûteux à construire qu'un pont.
Il existe cependant de nombreuses raisons de choisir un tunnel.



* On évite la réalisation de ponts levants ou de ponts suspendus en créant des tunnels à certains endroits de la traversée, ce qui rend le trafic fluvial possible.

* Les ponts exigent habituellement sur chaque rivage une plus grande emprise que des tunnels, dans les secteurs où l'immobilier est particulièrement cher, le tunnel prend donc son avantage.

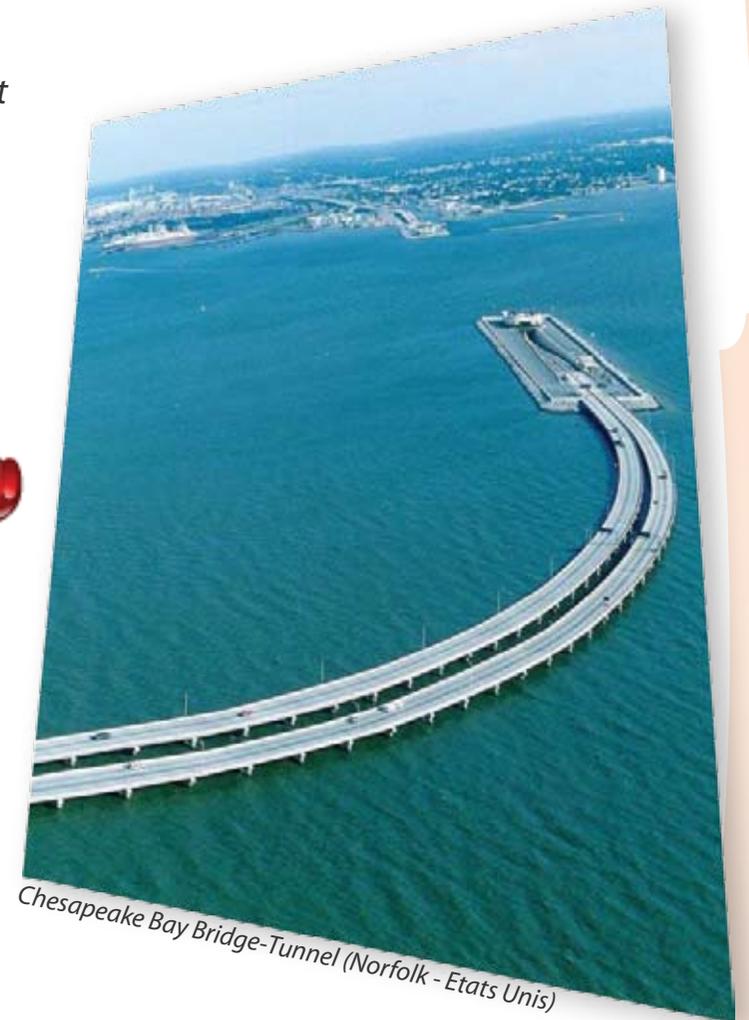
* Le tunnel favorise une capacité plus importante du trafic par rapport au pont.

* Un tunnel permet d'éviter des difficultés liées aux marées ou au mauvais temps pendant la construction.

* Pour des raisons esthétiques (préservation de la vue, du paysage).

* Pour des raisons de résistance du sol au poids de l'ouvrage.

* Pour des raisons écologiques : le tunnel, à la différence de la route, d'une voie ferrée, ou de certains ponts, n'a pas d'impact en terme de fragmentation écopaysagère ou de pollution lumineuse.



Chesapeake Bay Bridge-Tunnel (Norfolk - Etats Unis)

Mi-pont, Mi-tunnel

Quelques traversées de fleuves ou de bras de mer combinent les avantages du pont et du tunnel en les faisant se succéder.
On les appelle alors logiquement « ponts-tunnels ».

UN TUNNEL OUI MAIS COMMENT ?

Les tunnels peu profonds sont souvent des tranchées couvertes, constructions assez simples :
Un fossé est excavé puis recouvert. Les murs de soutènement doivent être mis en place pour éviter que le tunnel ne s'effondre.

A l'inverse, les tunnels profonds sont excavés, souvent à l'aide de ce qu'on appelle un tunnelier.
Pour les profondeurs intermédiaires, les deux méthodes peuvent être utilisées.

Le tunnelier :

Engin permettant de percer des tunnels.
Chaque tunnelier est adapté en fonction de la nature du sol et de l'ouvrage à réaliser (diamètre, pentes).
Dans le domaine des transports, leur diamètre peut dépasser 10 mètres.
Mais ce type d'engin est également utilisé pour la réalisation des réseaux d'eau, d'égouts, l'enfouissement des lignes électriques à très haute tension...
Ces types de réalisations ont des diamètres plus modestes.
Pour les percements d'un diamètre inférieur à 1,5 ou 2 mètres, on parle de microtunneliers.
Il en existe certains qui sont pressurisés et qui peuvent donc être utilisés sous l'eau (l'intérieur du tunnelier est pressurisé, pour compenser la pression exercée par l'eau sur les parois de la machine).



Tunnelier du tunnel sous la Manche

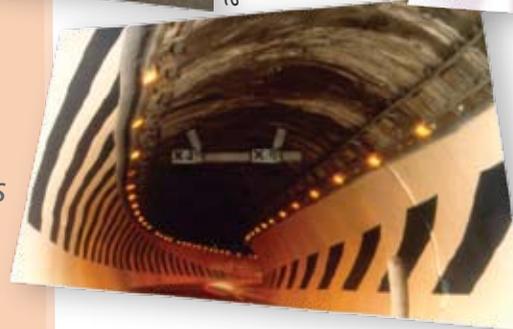
Le soutènement :

Le soutènement, protège contre la chute de pierres et supporte le poids du toit de la galerie.



Le revêtement :

Le revêtement optimise certaines caractéristiques du tunnel (nettoyage, sécurité visuelle, sécurité de la route, ...) et participe à l'esthétique de l'ouvrage.



Les revêtements plastiques et tôles galvanisées facilitent le nettoyage et garantissent l'étanchéité du tunnel dans le but de limiter les risques d'aquaplaning et de moisissure du tunnel.
Un éclairage spécifique ainsi qu'une couleur claire du revêtement facilite la visibilité dans le tunnel. On peut rajouter un guidage optique sur les parois par peinture et animation colorée

Technique par tranchées couvertes :

Méthode la moins coûteuse et la plus simple à mettre en place.



1 : Réalisation de la tranchée

2 : Réalisation du tunnel

3 : Rebouchage de la tranchée

Inconvénients :

- Pré-fabriquer le tunnel est impossible étant donné la taille d'un tunnel.
- Encombrement très important en surface, ce qui pose des problèmes dans une ville.

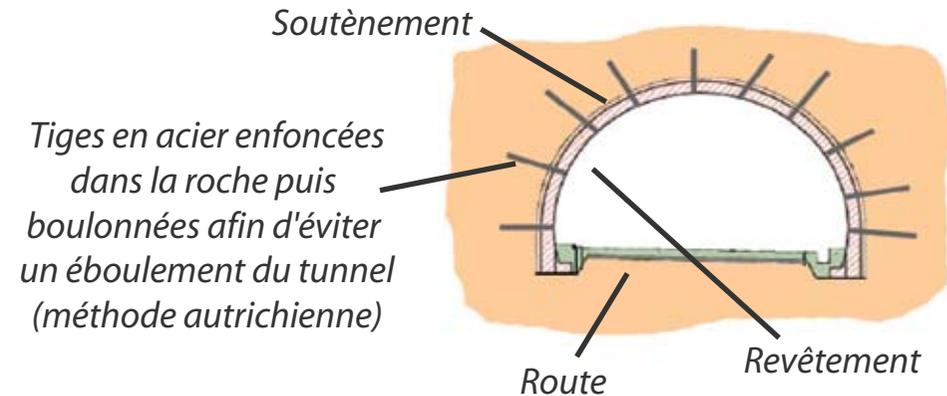
Technique d'excavation :



1 : Perçage du tunnel



2 : Réalisation du soutènement des parois



3 : Mise en place du revêtement

4 : Evacuation des déblais

Tunnels sous-marins :



Il y a là aussi plusieurs moyens de construire des tunnels sous-marins.

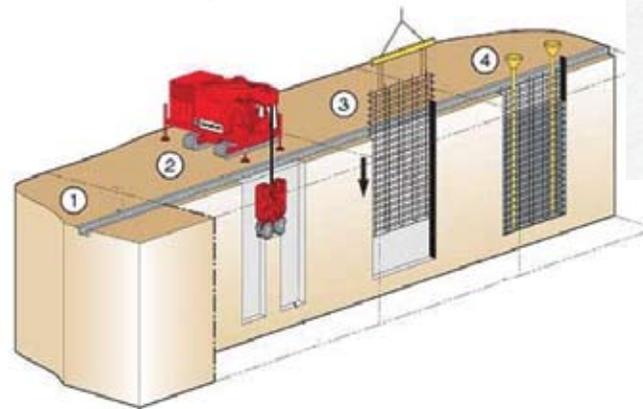
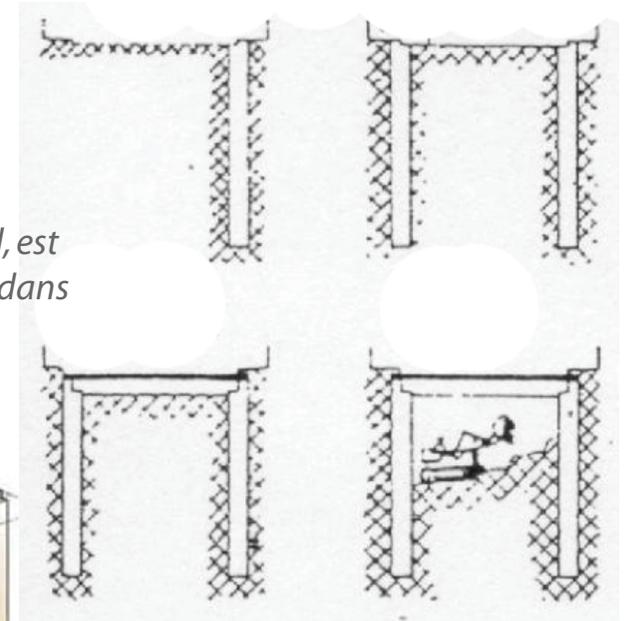
La méthode la plus fréquemment utilisée consiste à construire un tube immergé. C'est ce qui a été fait dans le port de Sydney et pour le tunnel qui relie les villes d'Oakland et d'Alameda en Californie aux Etats-Unis.

Tunnel en milieu urbain :

Concevoir un tunnel pour une ville, c'est aussi se soucier de conserver le patrimoine, la paix du voisinage et réduire la pollution. La réalisation d'un tunnel implique un encombrement très important en surface, ce qui est difficile à gérer, voire impossible, dans une ville.

1: Après avoir dévié les égouts, les câbles, le transport du gaz et de l'eau, situés dans les limites de l'ouvrage, ...

2: ... le soutènement du tunnel, est réalisé par l'extérieur (comme dans le cas d'un tunnel en tranchée ouverte).



3: Une fois la dalle terminée, on rétablit définitivement la voirie et on termine le tunnel à l'abri de la dalle sans gêner la circulation.

CONFORT = ANTI INCONVENIENTS

Traverser un tunnel présente des inconforts :

Changement de luminosité, sentiment de claustrophobie, niveau de pollution accru ...

Et même des risques : incendie, confinement de gaz toxiques ou explosifs ...

Les risques d'accident augmentent souvent avec l'inconfort.

Un meilleur confort s'obtient par une finition soignée du tunnel et l'utilisation d'un équipement adéquat.

Il est impératif que tous ces points soient déjà étudiés dans la phase initiale du projet du tunnel.

Le contrôle du trafic et les outils de communication contribuent à la sécurité routière.

Au prochain épisode :

Dans un futur proche, la technologie actuelle appliquée à certains grands axes de circulation : contrôle de la temporisation variable des feux, carrefour intelligent, ... pourraient être intégrés aux tunnels.

Confort minimum :

Installations électriques pour l'éclairage, la signalisation, l'évacuation des eaux, la ventilation mécanique et les équipements de contrôle de la qualité de l'air dans le tunnel.

Infrastructure de protection des personnes, d'extraction de fumées et de lutte contre le feu.

Systèmes de communication : surveillance vidéo, téléphone, retransmission radio ...



Systèmes de gestion du trafic : panneaux à message variable, détection automatique d'incidents, système de péage ...

Revêtement des parois étudié pour diminuer la monotonie dans les longs tunnels et le sentiment de claustrophobie ...

Un ou plusieurs bâtiments de service dans lesquels est logée une salle de surveillance et de commande.