



Journée technique

# LES BUSES METALLIQUES

## REX Buses métalliques

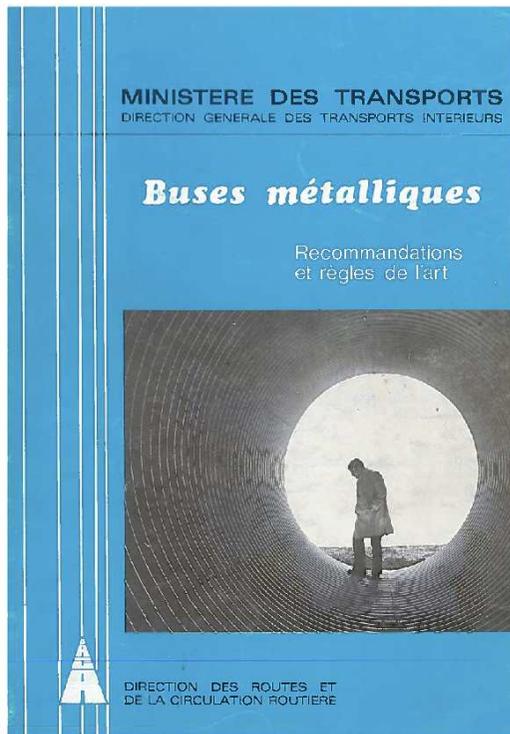
**Michel MENGUY** Département laboratoire St Briec

Cerema Ouest

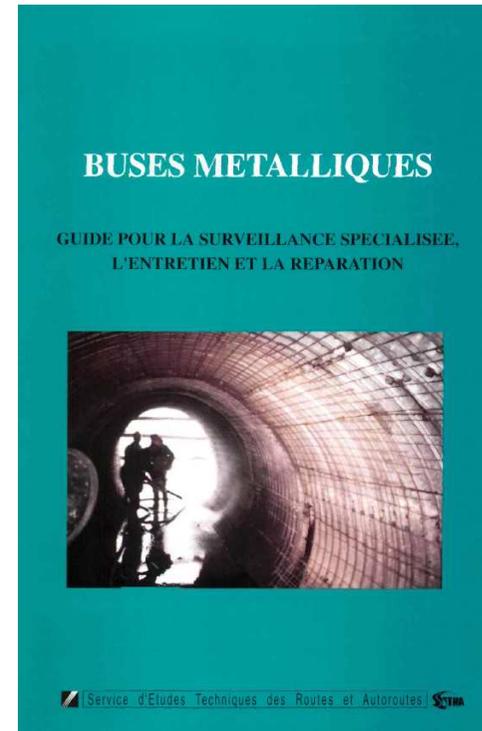
Les buses métalliques  
Nantes – 4 octobre 2018

# REX Buses métalliques

S'inscrit dans la suite des guides SETRA:



1981



1992

Parution du REX prévue fin 2018

# REX Buses métalliques

## Groupe de travail

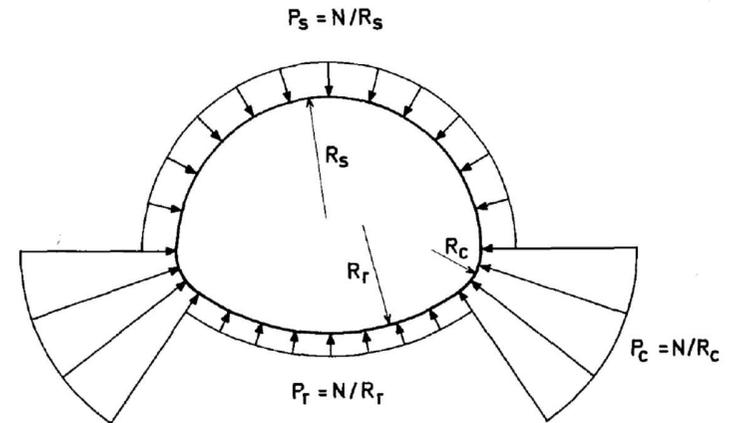
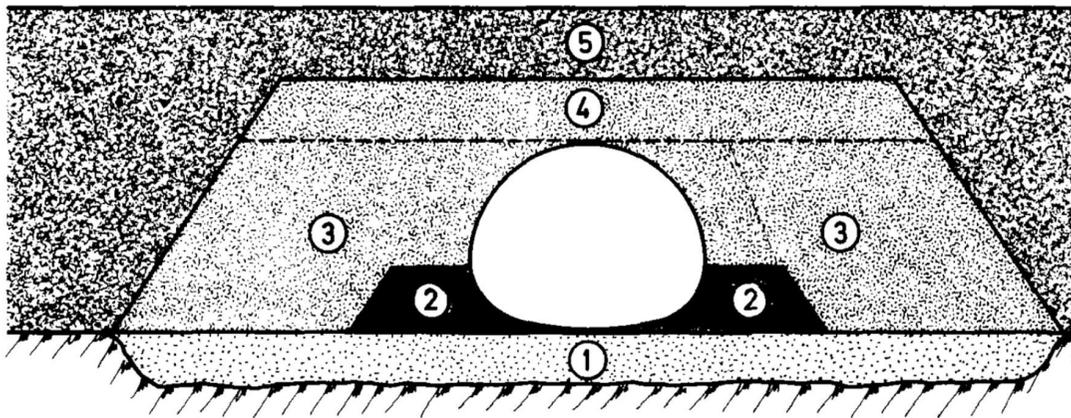
- L. Llop (DTecITM) Maître d'ouvrage
- P. Fontaine (DTecITM)
- P.PAYA (DTerMed)
- A. Abdoulhousen (DTerIDF),
- E. Delahaye (DTerNP),
- J.M Tarrieu ( DTecITM)
- J.L. Boucher (DterSO)
- M. Menguy (DTerOuest)

Avec le concours de nombreux gestionnaires d'ouvrages

# REX buses métalliques

## Rappel du fonctionnement des buses

### Des ouvrages complexes



- Forte interaction sol/structure :
  - Durabilité (corrosion)
  - Comportement (dimensionnement empirique – théorie de l'anneau comprimé)
- Sensibilité aux phénomènes hydrauliques

# REX buses métalliques

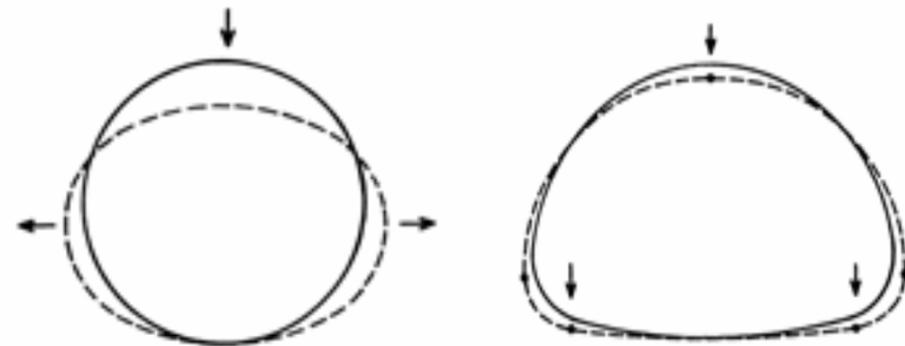
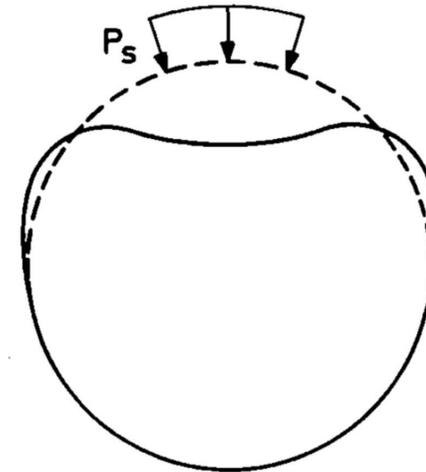
## Rappel de leurs pathologies

- déformations :
  - Liées au dimensionnement



- Liées au mode de construction

- liées aux matériaux (modification de la raideur des remblais)



# REX buses métalliques

Des pathologies connues

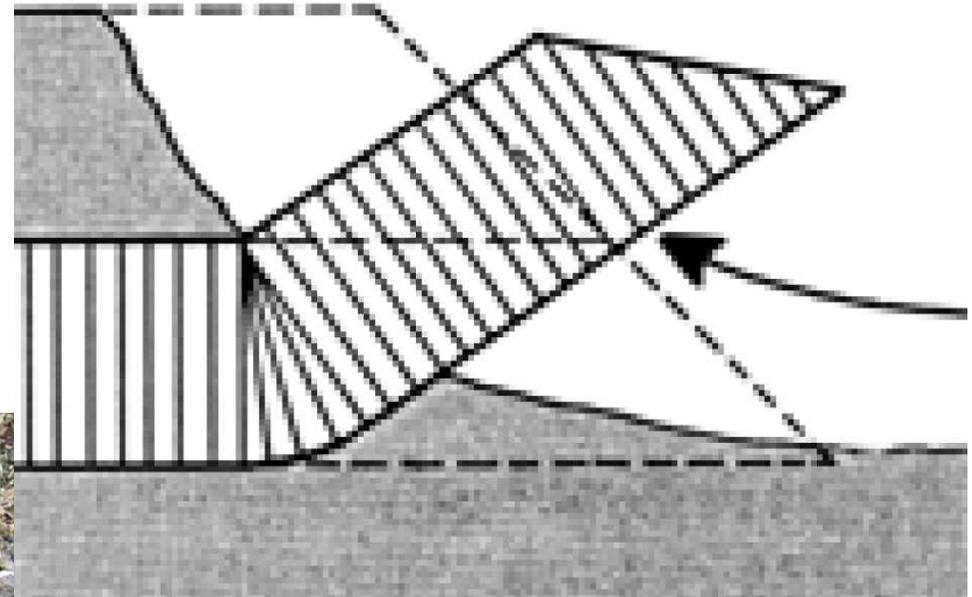
- Corrosion des tôles :



# REX buses métalliques

Des pathologies connues

- Affouillements:  
En amont de l'ouvrage



# REX buses métalliques

Des risques de rupture brutale



# REX buses métalliques

## Rappel

### Importance du diagnostic

- Visites et Inspection Détaillée
- Relevé et suivi des déformations:
  - Mesures de convergence
  - Scan 3D
- Appréciation de l'état de corrosion (mesures d'épaisseur résiduelle)
- Investigations sur matériaux de remblais (agressivité selon A05-252)
- Investigations du sol environnant

# REX buses métalliques

## Rappel

### Les études de réparation

- Contraintes d'exploitation de la voie portée
- Contraintes hydrauliques :
  - Possibilité de réduction du débouché hydraulique ?
- **Contraintes environnementales**  
(piscicoles, loutres, petite fauve,...)
- Hauteur de couverture de remblai
- Conditions d'accès à l'ouvrage
- Conditions de sécurité et de travail à l'intérieur

# REX buses métalliques

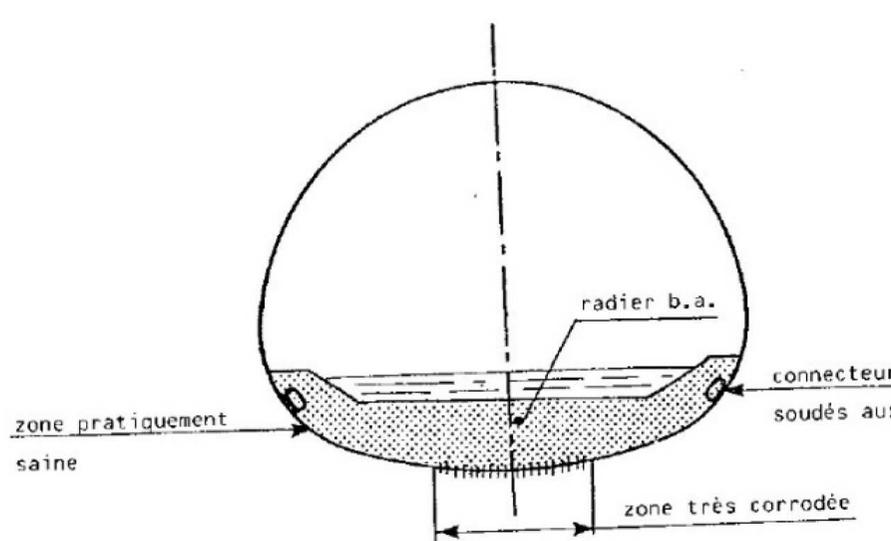
Les solutions de réparations partielles :

- **Réfection de la protection anticorrosion:**
  - Pertinent si la corrosion se limite à la face visible de la buse, et pas de perte d'épaisseur.
  - Retour d'expérience montre que le décapage de la protection en place (souvent de type brai-époxy) est problématique en raison de la présence d'**amiante**. Source de **retard considérable** sur les chantiers.

# REX buses métalliques

Les solutions de réparations partielles :

- Radier béton connecté :
  - Pertinent si la corrosion se limite à la tôle de fond,



- Transforme la busse en structure mixte (béton/métal),
- Réduit légèrement le gabarit hydraulique

# REX buses métalliques

Les solutions de réparations partielles :

- Radier béton connecté :
  - Nécessité d'assurer une connexion du béton à la buse en partie saine au moyen de connecteurs soudés (le REX montre que le soudage est tout à fait possible. Attention si ép < 3.5mm),
  - Nécessité de faire remonter le radier pour permettre une mise hors d'eau des buses en régime courant.



# REX buses métalliques

Les solutions de réparations totales :

- Chemisage en béton armé:
  - Par béton projeté :



# REX buses métalliques

Les solutions de réparations totales :

- Chemisage en béton armé:
  - Par **béton projeté** :
    - adapté aux ouvrages d'ouverture minimale de **2,50 m.**
    - Utilisation préférentielle de la projection par voie sèche

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>. Permet de s'adapter à la <b>géométrie</b> réelle de la buse (surtout si déformations importantes)</li><li>. Peu d'impact sur la <b>voie portée</b></li><li>. Technique <b>structurante</b>.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>. Problème des <b>rebonds</b> en milieu confiné</li><li>. Difficulté de projection en <b>plafond</b> sur métal (qualification du personnel ASQUAPRO)</li></ul>

# REX buses métalliques

Les solutions de réparations totales :

- Chemisage en béton armé:
  - Par **béton coulé en place** :



# REX buses métalliques

Les solutions de réparations totales :

- Chemisage en béton armé:
  - Par **béton coulé en place** :



# REX buses métalliques

## Les solutions de réparations totales :

- Chemisage en béton armé:
  - Par **béton coulé en place** :
    - Seulement si la réduction de **gabarit hydraulique** est acceptable,
    - **Phasage** de construction important (longitudinalement (tronçons) et transversalement (radier, puis piédroits et enfin voûte)).

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>. Permet de s'adapter à la <b>géométrie réelle</b> de la buse (surtout si déformations importantes),</li><li>. Peu d'impact sur la <b>voie portée</b></li><li>. Technique <b>structurante</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>. Réduit le <b>gabarit hydraulique</b>,</li><li>. <b>Bétonnage</b> de la voûte délicat (BAP fréquent)</li><li>. Nécessité d'un <b>ferraillage</b> adapté si déformations importantes</li></ul>

# REX buses métalliques

Les solutions de réparations totales :

- Chemisage **PRV**:



# REX buses métalliques

Les solutions de réparations totales :

- Chemisage **PRV**:
  - Utilisation de **tronçon** de tube PRV, **sur mesure**,
  - **Assemblage des tronçons** avec joint d'étanchéité puis **injection du vide** annulaire à l'aide d'un coulis de ciment
  - REX : Attention au **calage** des coques et au **poinçonnement de la tôle**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>. Réduction faible du <b>gabarit hydraulique</b></li><li>. <b>Poids modéré</b> des éléments permettant une manutention dans des zones difficiles</li><li>. Peu d'impact sur la <b>voie portée</b></li><li>. Technique <b>structurante</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>. Nécessité d'avoir des <b>remblais</b> de bonne qualité</li><li>. <b>Injection</b> du vide annulaire délicate</li><li>. <b>Accélération</b> des vitesses d'écoulement</li></ul>

# REX buses métalliques

Les solutions de réparations totales :

- **Remplacement par cadre BA:**



# REX buses métalliques

Les solutions de réparations totales :

- Remplacement par cadre BA:



# REX buses métalliques

Les solutions de réparations totales :

- Remplacement par **cadre BA** :
  - **Dépose** de la buse endommagée,
  - Réalisation d'un ouvrage **cadre en béton armé**
  - REX: Solution à **ne pas écarter prématurément**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>. <b>Ouvrage neuf</b></li><li>. Possibilité <b>d'augmentation du gabarit hydraulique</b></li><li>. Meilleure maîtrise des aléas et de la <b>qualité</b> d'exécution</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>. Nécessité de coupure de <b>circulation</b> (basculement possible)</li><li>. Peu adapté aux couvertures de remblai de <b>grande hauteur</b></li></ul>

# REX buses métalliques

Les solutions particulières:

- Remplacement par **ripage d'éléments préfabriqués**:



# REX buses métalliques

Les solutions particulières:

- Chemisage par gaine continue polymérisée en place :

Limité en  $D \leq 2.00\text{m}$

Entreprise très spécialisée



Rapidité d'exécution sur place

1/2 journée

# REX buses métalliques

Les solutions particulières:

- Le fonçage:



En complément  
d'une solution de  
réparation

Attention à la  
nature du sol

# REX buses métalliques

Les aménagements particuliers:



# REX buses métalliques

## Éléments de coûts au ml ou m2 de buse

Pour les techniques:

- Radier béton
- Cadre BA
- PRV
- Chemisage Béton Projeté
- Chemisage Béton coulé en place

+ Annexe sur le calcul hydraulique

# Merci de votre participation

Michel MENGUY  
Dter OUEST  
Département laboratoire St BRIEUC  
[michel.menguy@cerema.fr](mailto:michel.menguy@cerema.fr)

[www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

**Cerema Ouest**

**Les buses métalliques**  
Nantes – 4 octobre 2018