



# Cerema



Journée technique

# LES BUSES MÉTALLIQUES

## Diagnostic

CLEMENT Jean-François, CEREMA / DTerOuest / DLAn

# Moyens d'investigations et de suivi

- **Les différentes actions de surveillance**
  - Visites d'appréciation annuelle
  - Inspections Détaillées Périodiques
- **Les investigations complémentaires**
  - Relevés topographiques / mesures distancemétriques
  - Relevés par scanner 3D
  - Diagnostic de la corrosion
  - Mesures Radar sur voie portée
- **Mise sous surveillance renforcée**

# Moyens d'investigations et de suivi

- **Les visites d'appréciation annuelle**

- Différentes méthodes : IQOA, VSC, ...
- Constats visuels / photographies
- Pas de moyens d'accès particuliers
- Pas de plans avec qualification et quantification des désordres
- Fiche synthèse de visite

CAMPAGNE Modèle de fiche F Franchissement Identifiant Numéro 68

EQUIPEMENTS				
SUR OUVRAGE	SUBDI		CDOA	
	classe	S	classe	S
. Chaussée				
. Trottoirs, bordures et accotements				
. Dispositifs de retenue				
. Corniches				
. Dispositifs d'évacuation des eaux				
. Joints de chaussée et de trottoirs				
. Autres équipements sur ouvrage				
<b>CLASSE DES EQUIPEMENTS</b>				
SOUS OUVRAGE	SUBDI		CDOA	
	classe	S	classe	S
. Chaussée de la voie franchie				
. Trottoirs et bordures				
. Dispositifs de retenue				
. Dispositifs d'évacuation des eaux				
<b>CLASSE DE LA STRUCTURE (et des éléments de protection)</b>				
. Etanchéité				
. Eléments de protection en site aquatique				
. Buse				
. Talus de tête non perreyés				
. Perrés de tête				
. Murs de tête en béton armé				
. Défauts du béton armé				
. Lit du cours d'eau des buses hydrauliques				
<b>CLASSE DE LA STRUCTURE (et des éléments de protection)</b>				

SYNTHÈSE POUR L'OUVRAGE (1)				
	SUBDI		CDOA	
	classe	S	classe	S
. Equipements				
. Structure				
<b>CLASSE DE L'OUVRAGE</b>				

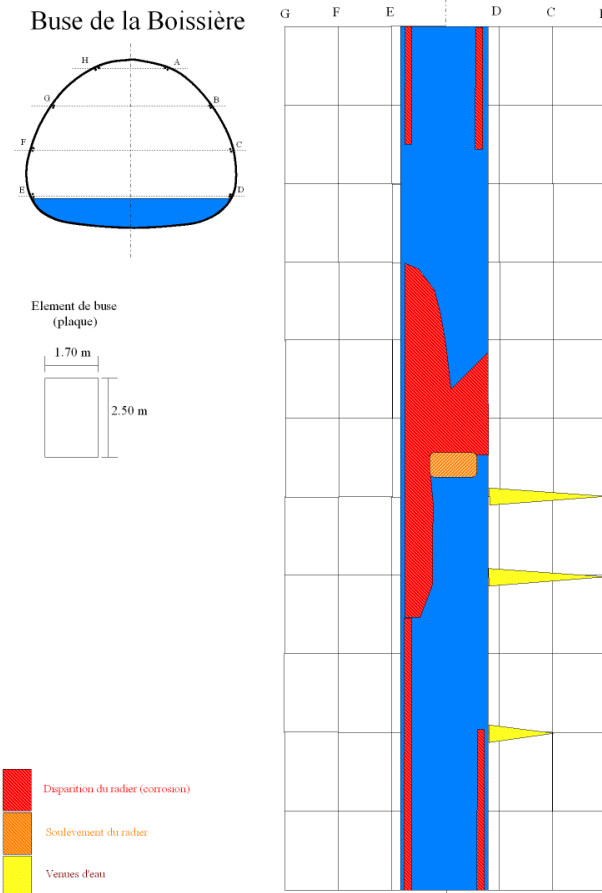
OBSERVATIONS ET SUGGESTIONS

(1) La classe de synthèse de l'ouvrage est en principe la plus élevée de celles relatives à chacune des parties constitutives. Le relevé "0" conduit à la classe "1"

# Moyens d'investigations et de suivi

## • Les Inspections Détaillées Périodiques

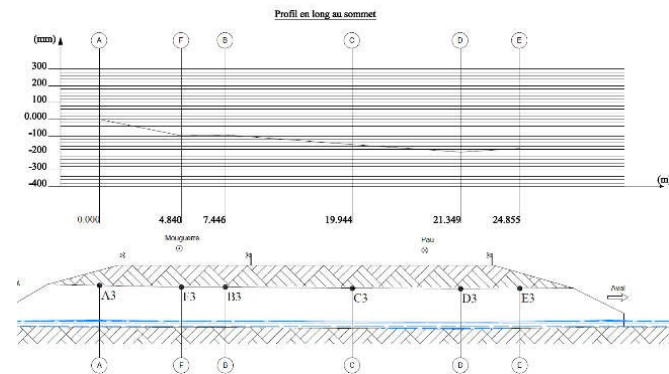
- Constats visuels / photographies
- Moyens d'accès
  - . dévégétaliser les accès et abords
  - . nacelle élévatrice, embarcation
  - . mise à sec (dérivation totale ou partielle)
- Plans avec qualification et quantification des désordres
- Rapport d'inspection avec l'interprétation des désordres et les suites à donner



# Moyens d'investigations et de suivi

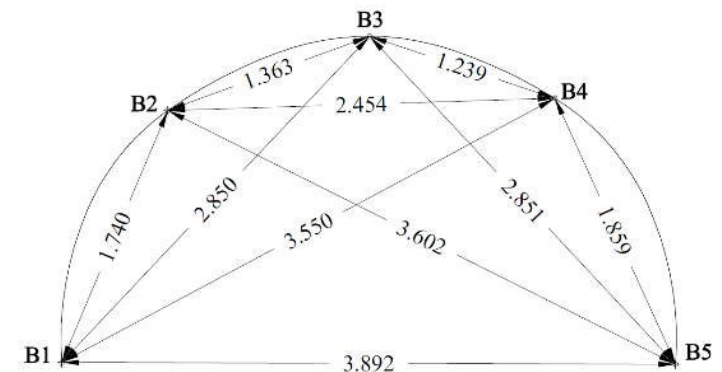
- **Le relevé topographique**

- profils en long / en travers
- Précision millimétrique
- Nécessité d'un marquage pérenne



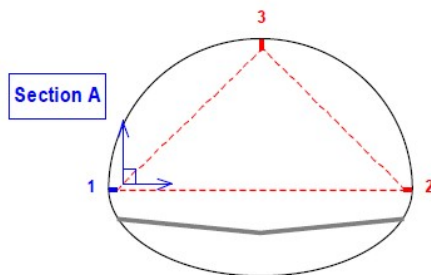
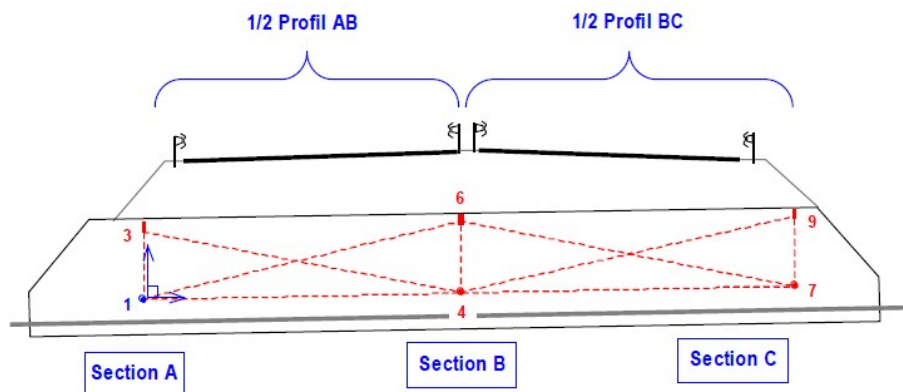
- **Mesures distancemétriques**

- Distancemètre laser, pige télescopique ..
- Précision centimétrique
- Nécessité d'un marquage pérenne



# Moyens d'investigations et de suivi

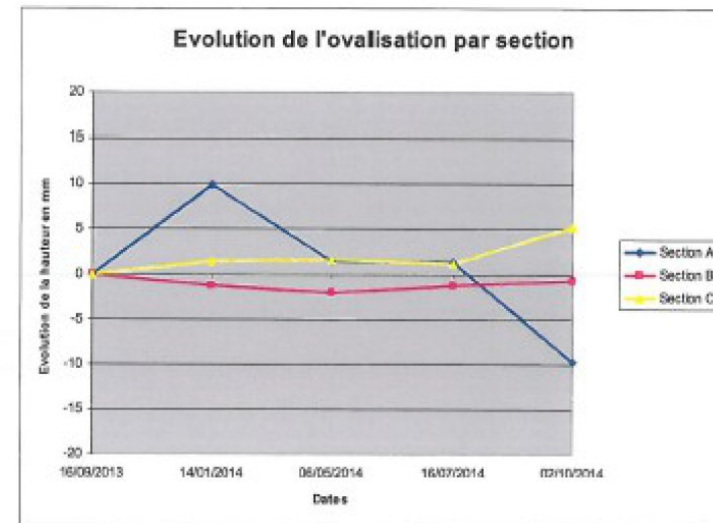
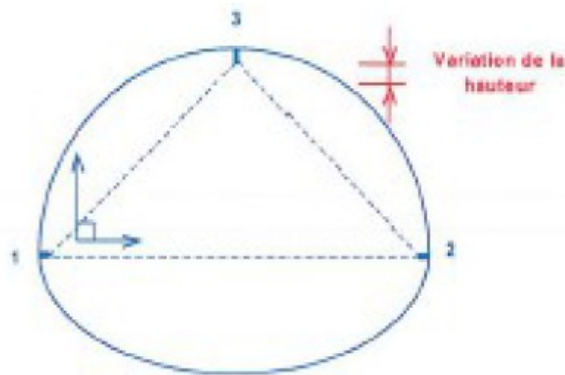
- Relevé topographique / Mesures distancemétriques



Eléments	Barres	Mesures en mm					
		17/09/2013	14/01/2014	06/05/2014	16/07/2014	02/10/2014	2015
Section A	1-2	5213.73	5215.23	5215.33	5215.46	5215.93	
	2-3	3596.46	3608.96	3597.76	3597.73	3597.39	
	3-1	3647.79	3650.16	3649.56	3649.46	3648.79	
Section B	4-5	5298.20	5300.10	5301.70	5301.17	5301.77	
	5-6	3574.98	3575.05	3574.65	3575.08	3621.06	
	6-4	3630.95	3630.56	3630.76	3631.29	3584.58	
Section C	7-8	5278.47	5277.40	5277.60	5277.70	5278.30	
	8-9	3661.95	3662.46	3662.96	3662.46	3670.66	
	9-7	3627.86	3628.46	3628.46	3628.36	3628.06	
1/2 profil AB	3-4	14041.36	14041.69	14041.29	14041.29	14039.66	
	1-6	14467.96	14467.98	14465.98	14467.78	14468.15	
	4-3	14477.41	14477.58	14477.58	14477.58	14477.65	
	2-5	14033.09	14033.79	14033.19	14033.06	14033.36	
	2-6	15672.32	15672.39	15671.89	15671.92	14471.98	
	5-3	14461.56	14462.03	14461.13	14461.66	14461.76	
1/2 profil BC	4-7	13857.69	13855.79	13857.49	13855.99	13855.99	
	4-9	14270.46	14270.26	14270.36	14270.23	14269.93	
	7-6	14298.43	14298.80	14300.80	14298.83	14298.87	
	5-8	14033.39	14031.89	14031.89	14031.66	14031.56	
	5-9	14254.84	14252.51	14252.41	14252.51	14252.48	
	8-6	14505.01	14503.18	14502.78	14502.61	14502.78	

# Moyens d'investigations et de suivi

- **Relevé topographique / Mesures distancemétriques**
  - Suivi des ovalisations / aplatissements sur les sections

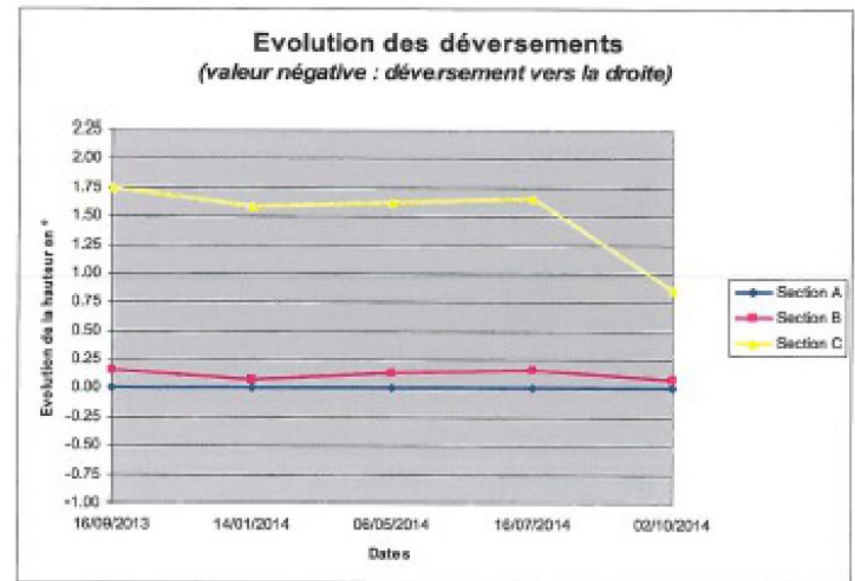
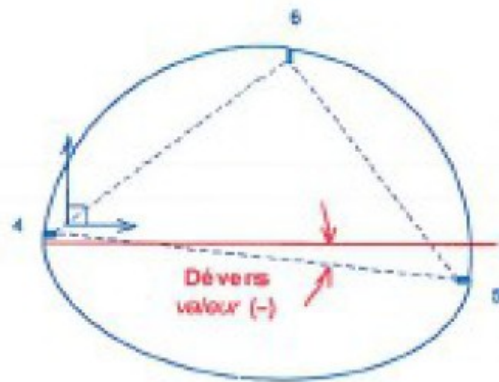


En mm	16/09/2013	14/01/2014	06/05/14	16/07/14	02/10/14
Section A	0	10	1	1	-10
Section B	0	-1	-2	-1	-1
Section C	0	1	2	1	5

# Moyens d'investigations et de suivi

- **Relevé topographique / Mesures distancemétriques**

- Suivi des déversements sur les sections



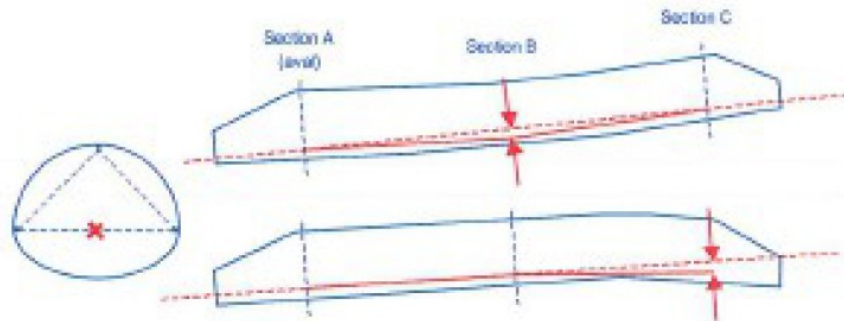
En °	16/09/13	14/01/2014	06/05/2014	16/07/14	02/10/14
Section A	0	0	0	0	0
Section B	0,16	0,08	0,14	0,16	0,08
Section C	1,74	1,58	1,62	1,66	0,86



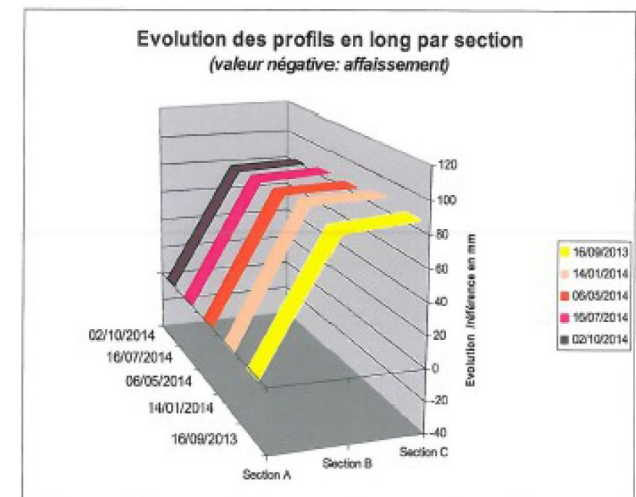
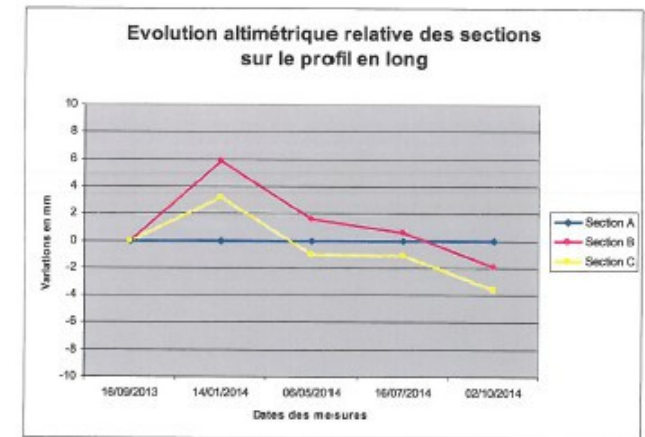
# Moyens d'investigations et de suivi

- **Relevé topographique / Mesures distancemétriques**

- Suivi des affaissements sur le profil en long



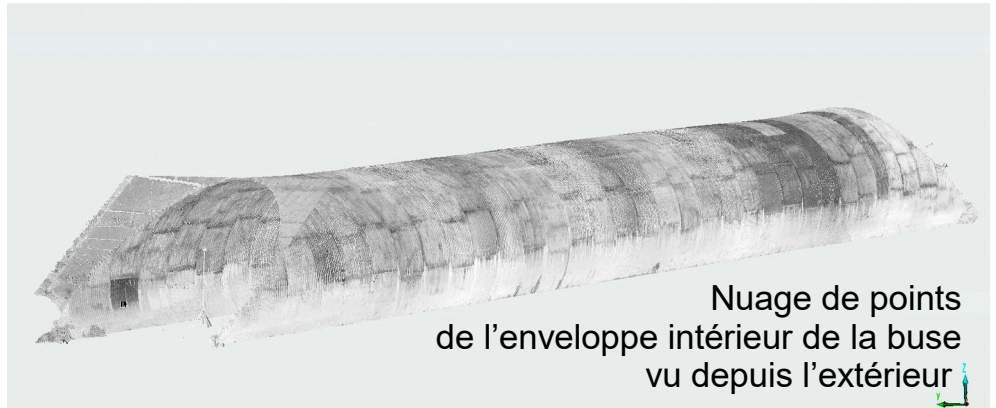
En mm	16/09/13	14/01/2014	06/05/2014	16/07/14	02/10/14
Section A	0	0	0	0	0
Section B	81	87	83	82	79
Section C	85	88	84	84	81



# Moyens d'investigations et de suivi

- **Relevé par scanner 3D**

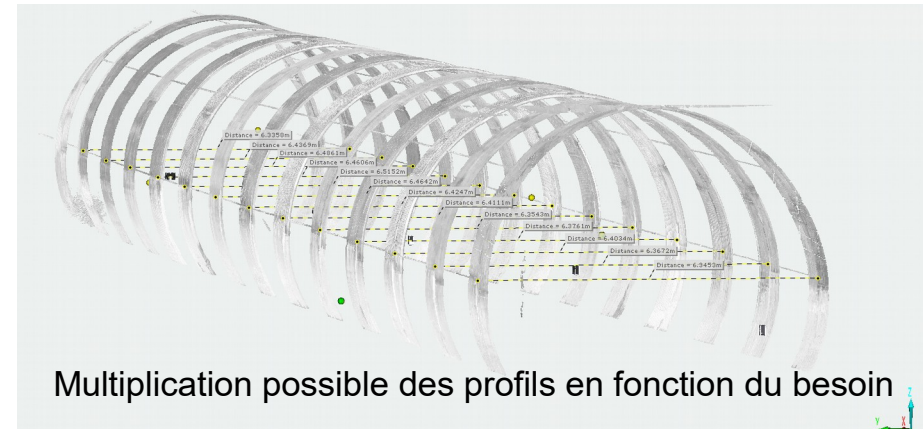
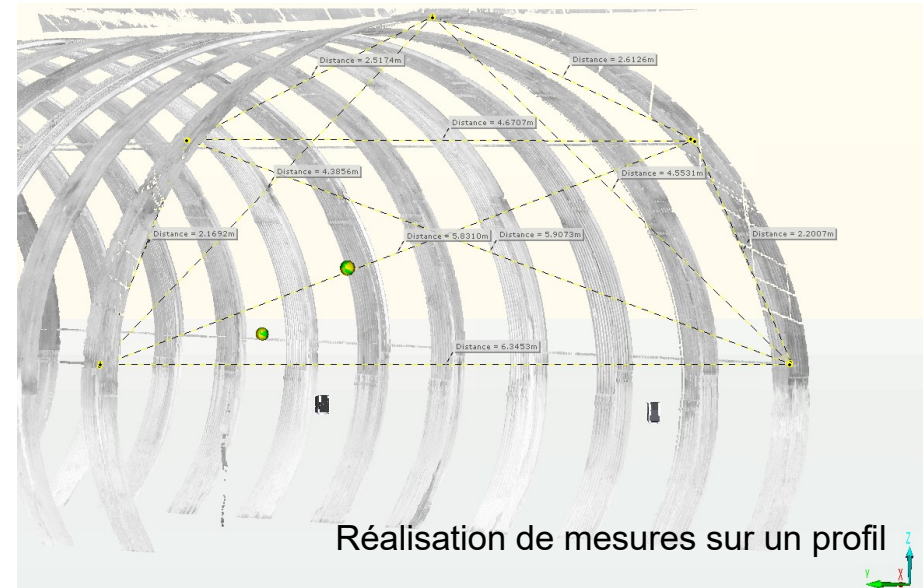
- Précision centimétrique
- Marquage non nécessaire
- Haut rendement
- Comparaison possible avec des clichés antérieurs
- Problème d'ombres liées aux ondes



# Moyens d'investigations et de suivi

- **Relevé par scanner 3D**

- Détermination de la géométrie en coupe de la buse
- Réalisation d'autant de profils que nécessaire
- Possibilité de transférer le nuage de points sur AutoCad



# Moyens d'investigations et de suivi

- **Diagnostic de la corrosion**

- Mesures d'épaisseurs par ultrasons
- Prélèvements d'échantillons d'acier
- Prélèvements de remblai pour analyse de l'agressivité

# Moyens d'investigations et de suivi

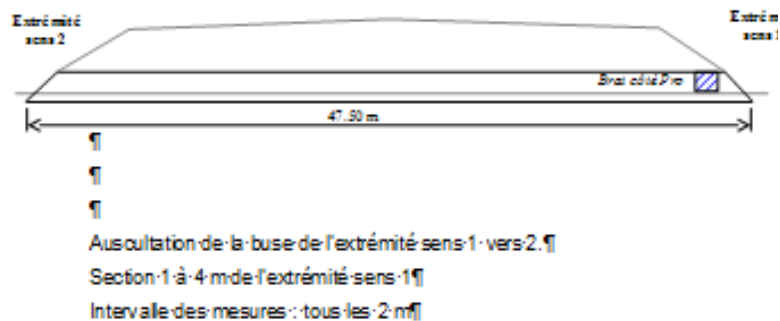
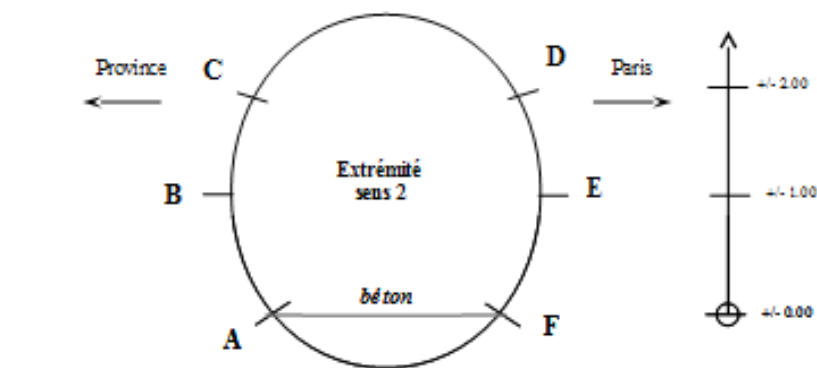
- **Diagnostic de la corrosion**

- Épaisseur d'acier :  $e_0 = e_c + e_s$   
où  $e_c$  : épaisseur de calcul ;  $e_s$  : épaisseur sacrifiée à la corrosion
- Protection par revêtement métallique (zinc) par galvanisation
- Éventuellement un revêtement par peinture :
  - . côté remblai (remblai agressif)
  - . côté intérieur (eaux acides/basiques / risque d'abrasion)

# Moyens d'investigations et de suivi

- **Diagnostic de la corrosion**

- Mesures d'épaisseurs par ultrasons



	F	E	D	C	B	A
2	2.98	2.98	2.98	3.02	3.04	3.03
4	2.86	2.91	2.92	2.96	2.96	2.9
6	2.97	2.99	2.98	3.02	3.02	3
8	2.99	3.02	2.99	2.96	3.12	3.49
10	2.87	2.9	2.85	2.93	2.96	2.96
12	3.05	3	2.95	3.09	3.06	2.92
14	2.99	3.03	2.93	3.07	3.14	3.02
16	2.92	2.92	2.94	3.07	3.08	2.93
18	3.12	3.06	3.06	2.94	3	2.99
20	3.01	3.07	2.97	2.93	2.9	2.94
22	2.85	2.85	2.92	2.95	2.98	2.96
24	2.95	3.04	3.03	3.02	2.96	3.55
26	2.85	2.96	2.96	2.97	3.1	2.89
28	2.99	2.97	3.09	3.03	2.93	2.93
30	3.06	2.96	2.94	3.02	3.01	3.06
32	3.03	3.05	3.07	3.06	2.98	3.01
34	3.04	3	3.02	2.95	2.99	3.01
36	3.17	2.99	3.02	2.99	3.08	2.89
38	3.01	2.92	2.96	2.93	2.97	3.06
40	2.95	3	3.02	3	3.02	2.95
42	3.07	3.02	3.01	2.98	3.04	3.03
44	2.57	3	2.98	3.05	3.02	3.02
46	2.52	2.95	2.93	2.97	2.93	2.99
48	2.37	3	2.97	2.99	2.96	2.15
50	2.58	2.83	2.98	2.96	2.96	2.98
52	2.61	2.99	3.02	2.93	2.9	2.52
54	1.9	2.89	2.96	2.9	3	2.6
56	2.55	3.12	3.06	2.92	2.92	2.13

# Moyens d'investigations et de suivi

- **Diagnostic de la corrosion**

- Mesures d'épaisseurs par ultrasons

- Avantages**

- . Essai non destructif, facile à mettre en œuvre
      - . Permet de détecter la corrosion sur la surface non vue (côté remblai)

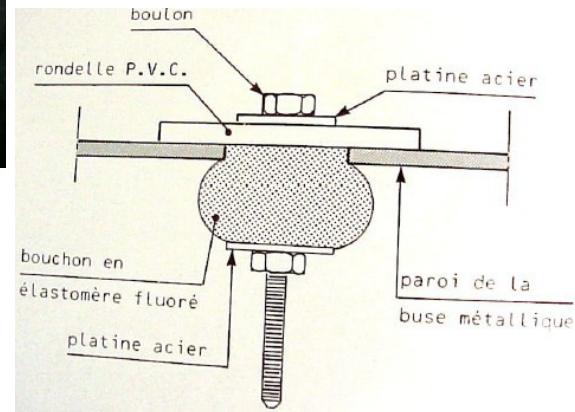
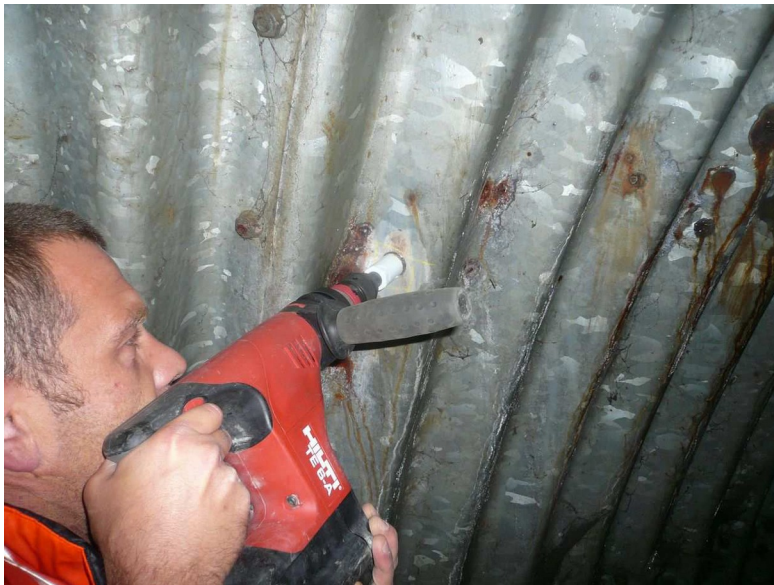
- Inconvénients**

- . Mesures difficiles lorsque l'acier est déjà corrodé en surface
      - . Nécessité de multiplier le nombre pour avoir un échantillonnage précis
      - . Possibilité d'épaisseurs de plaques différentes (biseaux)
      - . Nécessité de connaître l'épaisseur initiale (archives)

# Moyens d'investigations et de suivi

- **Diagnostic de la corrosion**

- Prélèvements d'échantillons d'acier





# Moyens d'investigations et de suivi

- **Diagnostic de la corrosion**

- Prélèvements d'échantillons d'acier
  - . Essai destructif : limiter le nombre de prélèvements
  - . A adapter en fonction des résultats de l'inspection visuelle et des mesures d'épaisseurs résiduelles
  - . Permet l'étalonnage des mesures d'épaisseurs résiduelles par ultrasons
  - . Permet la vérification visuelle de la face externe.



# Moyens d'investigations et de suivi

- **Diagnostic de la corrosion**

- Prélèvements de remblai pour analyse de l'agressivité
  - . analyse chimique suivant la norme A05-252 « Aciers galvanisés ou non mis au contact de matériaux naturels de remblai (sols)

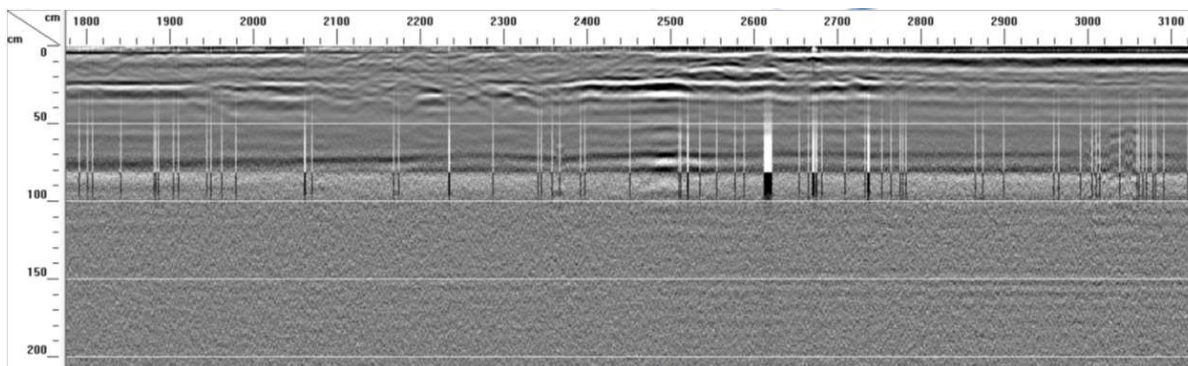


Types d'analyse chimique	Critères d'acceptation du remblai suivant la norme A 05-252	
	Ouvrages hors d'eau	Ouvrages immergés en eau douce
Résistivité à saturation à 1h	> à 1 000 $\Omega$ .cm	> à 3 000 $\Omega$ .cm
Teneur en chlorures [Cl-]	$\leq$ 200 mg/kg	$\leq$ 100 mg/kg
Teneur en sulfates [SO4]	$\leq$ 1 00 mg/kg	$\leq$ 500 mg/kg
Valeurs du pH (à 20°)	5 < pH < 10	

# Moyens d'investigations et de suivi

- **Mesures radar sur voie portée**

- Méthode non destructive (impulsions électromagnétiques)
- Détection de vides
- Intérêt modéré / à n'utiliser que si l'on craint d'importantes fuites de remblai



# Moyens d'investigations et de suivi

- **Mise sous surveillance renforcée**

- Suivi géométrique régulier des distances diagonales à l'aide de moyens portatifs (piges, distancemètres)
- Suivi topographique classique (à l'aide de cibles) ou par scanner 3D
- Nivellement de la chaussée
- Instrumentation (mesures de déformations)



# Principales pathologies

- **Problèmes rencontrés**

- Buse toujours en eau
- Présence de vase / sable
- Accessibilité (cours d'eau)
- Radier béton ou chaussée





# Cerema

## Merci de votre participation

Coordonnées

Pour en savoir plus

....

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