





### Les comptes-rendus

p.3

Compte-rendu du Conseil d'Administration du 25 janvier 2018

Compte-rendu de l'Assemblée Générale Ordinaire du 25 mars 2018

### Les manifestations régionales

p.27

#### **Journée technique Ouvrages Harel de la Noé à Erquy**

16 janvier - Délégation Sud-Ouest

#### **Présentation des Recommandations « Bien prescrire les bétons »**

#### **Visite du pont de la Rivière des galets**

2 mars – Délégation Océan Indien

#### **Visite du chantier du PN 20 à Molsheim**

9 mars - Délégations Grand-Est et Haut de France

#### **Chantier de l'ENS Paris Saclay à Saclay**

29 mars – Délégation IDF & Centre

#### **Renforcement du Pont Canada sur le Jaudy à Tréguier**

29 mars - Délégation Grand-Ouest

#### **Quai de Flandre sur le Grand Port Maritime de Dunkerque**

17 avril – Délégation Hzaud de France

#### **Visite de la Gare de Clamart (1ère gare du Grand Paris)**

18 avril – Délégation IDF & Centre

#### **Journée technique : Restitution BIM Interopérabilité à Marseille**

31 mai – Délégation Méditerranée / ISBATP

#### **Pont Transbordeur à Rochefort**

9 juin – Délégations Sud-Ouest et Grand-Ouest

#### **Visite du pont de la Ravine de la Plaine**

22 juin – Délégation Océan Indien

#### **Barrages Aisne Meuse**

26 juin - Délégations Haut de France et Grand-Est / VNF

#### **Les caissons du port de Monaco à Marseille**

26 juin – Délégation Méditerranée

#### **Viaduc de la Ricamarie à Chambon-Feugerolles**

28 juin - Délégation Rhône Alpes / DIR Centre-Est

#### **Réhabilitation de Port-Haliguen à Quiberon**

25 septembre - Délégation Grand-Ouest

#### **Projet ferroviaire Lyon-Turin à Modane**

27 septembre – Délégation Rhône-Alpes/AFTES/INDURA

#### **Grand Paris Express – Ligne M15 Sud – Creusement du tunnel de Champigny**

17 octobre - Délégation IDF & Centre

#### **Ligne B du tram à Angers**

15 novembre – Délégation Grand-Ouest

**Conférence : Le projet Cigeo: projet d'enfouissement des déchets nucléaires de Bure à Nancy**

16 novembre – Délégation Grand-Est / Ecole des mines de Nancy

**Conférence : « Et demain les bétons » à Cergy-Pontoise**

27 novembre - Délégation IDF & Centre

**Pont sur la Moselle à Cattenom**

5 décembre - Délégation Grand-Est

**Opération Calais 2015 à Calais**

6 décembre – Délégation Haut de France

**Conférence : La protection cathodique des ouvrages en béton armé : du diagnostic aux travaux à Mallemort**

12 décembre – Délégation Méditerranée / IMGC / Cefracor

### Les manifestations nationales

**p.129**

**Le colloque Le Pont : Les Ouvrages de génie civil : du diagnostic aux travaux**

Toulouse – 3 et 4 octobre 2018 et l'Observatoire du Pic du Midi de Bigorre. – 5 octobre 2018

### Les journées techniques

**p.187**

**Présentation du projet de la NRL à La Réunion par Jean-Marc Tanis**

Paris – 27 mars 2018

### Les débats

**p.196**

Paris – 15 mars 2018 : Utilisation d'armatures composites pour le béton armé

Paris – 6 décembre : Béton, l'addition SVP ?

### Les manifestations internationales

**p.198**

Symposium IABSE Nantes 2018 « Tomorrow's Megastructures »

19 au 21 septembre à Nantes

### La vie de l'Association

**p.212**

Prix Caquot et AFGC 2018

Compte Rendu du Conseil d'Administration de l'AFGC  
31 janvier 2018

Le Conseil d'Administration de l'A.F.G.C. s'est réuni mercredi 31 janvier 2018 à 14h00, dans les locaux de la FNTP, 9 rue de Berri – Paris 8<sup>ème</sup>.

Présents :

CATHELAIN Paul  
CHARLON Patrick  
CORTADE Jacques  
CREMONA Christian  
DATRY Jean-Bernard  
FERRIER Emmanuel  
GODART Bruno  
GODINOT Bernard  
GUIDOUX Yves (représentant l'ASFA)  
GUIRAUD Patrick  
GUTH Didier  
JACOB Jocelyne  
LE PENSE Patrick  
MARTIN Jacques  
MAUVISSEAU Véronique  
MOUSSARD Michel  
ROYER-MULLER Michel  
SABLON Jean-Yves  
SERVANT Claude  
TANIS Jean-Marc  
THOMAS Benoist  
TOUTLEMONDE François

Absents excusés :

APCHE Philippe  
BERNARD-GELY Anne (représentant l'ATHIL)  
BRAZILLIER Didier  
DANTEC Patrick  
De GEVIGNEY Gaëtan  
GOTTELAND Philippe (représentant la FNTP)  
HETIER Benoit (représentant l'EDF)  
JOINDOT Thomas (représentant la SNCF)  
LE VEN Jean-Yves (représentant le CEREMA/DTEMF)  
PILLARD Wilfried (représentant EGF BTP)  
PLE Olivier  
RESPLENDINO Jacques  
SCHANG Christian  
TESSIER Christian

### **1 - APPROBATION DU COMPTE RENDU DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DU 24 JANVIER 2017**

Aucune remarque n'est faite sur le compte rendu de la précédente réunion.  
Le compte rendu est approuvé.

### **2 – PRIX CAQUOT**

Bruno GODART indique que le Conseil d'Administration a proposé que soient examinés les dossiers non retenus en 2016 en plus des nouveaux dossiers. Plusieurs noms ont été proposés : Jürg CONZETT, Ian FIRTH, Klaus H. OSTENFELD et Peter R. TAYLOR. Après une présentation du CV de chacun de ces candidats par des membres du conseil, un vote à deux tours et à bulletin secret est effectué : les membres du CA désignent Klaus H. OSTENFELD comme lauréat.

Bruno GODART indique que le Prix Caquot sera remis au cours de l'assemblée générale du 27 mars.

### **3- PRIX AFGC**

Le CST a proposé trois récipiendaires : Wilfried PILLARD (Prix AFGC Entreprise), Laëtitia D'ALOIA-SCHWARTZENTRUBER (Prix AFGC Recherche) et Jean-Christophe CARLES (Prix AFGC Ingénierie)

Ce choix est validé par le CA ; les prix AFGC seront remis au cours de l'assemblée générale du 27 mars après-midi.

Une demande particulière de prix à titre posthume avait été proposée au CST pour Yannick TARDIVEL. Après discussion le CA ne retient pas cette proposition non prévue dans le règlement du Prix AFGC.

### **4 – PREPARATION DE L'AG 2018**

L'assemblée générale aura lieu le 27 mars 2018, dans l'Amphithéâtre de la FNTP, 3, rue de Berri – Paris 8<sup>ème</sup>.

La conférence préalable à l'AG sera consacrée à la présentation de la Nouvelle Route du Littoral à La Réunion par Jean-Marc TANIS.

### **5 - COMPTE RENDU D'ACTIVITÉS DU COMITÉ DES AFFAIRES GÉNÉRALES**

Patrick GUIRAUD présente les activités du CAG pour l'année 2017.

Le comité des Affaires Générales s'est réuni 5 fois en 2017 : 20 janvier, 20 mars, 20 juin, 5 septembre et 12 décembre

### Principales activités :

Journées techniques  
Conférences et visites de chantier  
Conférences internationales

Publications : édition, diffusion  
Lettres d'information hebdomadaires  
Coopérations avec les associations « partenaires »  
Commission des membres

### 5.1. Les manifestations nationales en 2017

- 15 et 16 mars : **Journées techniques GC'2017** à l'ESTP ; Thème : Le Génie Civil et l'aménagement des grandes métropoles ; (150 participants)
- 20 mars : Conférence avant Assemblée générale : Le Grand Paris par Philippe Yvin, président du directoire de la Société du Grand Paris (SGP) ; (150 participants)
- 2 au 4 octobre - **Colloque international BFUP 2017** à Montpellier en partenariat avec la RILEM, la fib et l'ACI (300 participants)
- 11 et 12 octobre - **Colloque Le Pont** à Toulouse en partenariat avec l'association Le Pont (200 participants + 100 étudiants)
- 18 au 25 novembre à La Réunion : **Visite des ouvrages de la NRL** (40 participants)

L'AFGC a également participé en 2017 :

- Aux Journées techniques du RST – 14 au 16 juin à Metz
- A la 12<sup>ème</sup> édition du salon de la FSTT (France Sans Tranchée Technologie) – 20 au 22 juin à Chatou
- Au congrès international de l'AFTES – 13 au 15 novembre à Paris

### 5.2. Les manifestations nationales prévues en 2018

- Assemblée générale le 27 mars
- Symposium IABSE Nantes 2018 – 19 au 21 septembre- Thème : Tomorrow's Megastructures
- Colloque Le Pont les 3 et 4 octobre à Toulouse en partenariat avec l'association Le Pont

#### *Coopération avec les associations nationales (2018) :*

- Rencontres Nationales de l'Ingénierie Publique : 15 et 16 mai à Montpellier
- Rencontres OA du RST : 19 juin à Paris
- Rencontres AUGC : 20 au 22 juin à Saint-Etienne

- Participation au choix des thèmes du Colloque Le Pont (3 et 4 octobre à Toulouse : recherche des conférenciers et accueil des étudiants)

### 5.3. Les manifestations internationales en 2017

- *fib* Symposium 2017 du 12 au 16 juin à Maastricht (Allemagne): *High Tech Concrete: Where technology and engineering meet!*
- RILEM 71<sup>ème</sup> Semaine annuelle du 3 au 8 septembre à Chennai (Inde)
- 39<sup>th</sup> IABSE Symposium du 21 au 23 septembre à Vancouver (Canada): *Engineering the future*
- UHPFRC 2017 du 2 au 4 octobre à Montpellier (France): *Designing and Building with UHPFRC: New large-scale implementations, recent technical advances, experience and standards*
- Congrès AFTES 2017 du 13 au 16 novembre à Paris (France)

### 5.4. Les manifestations internationales en 2018

- IABSE Spring Conference - 25 au 27 avril à Kuala Lumpur (Malaisie): *Engineering the Developing World*
- IABSE Conference - 25 au 27 juin à Copenhague (Danemark): *Engineering the Past, to Meet the Needs of the Future*
- RILEM: 72<sup>ème</sup> Semaine annuelle du 26 au 29 août à Delft (Hollande)
- 40<sup>th</sup> IABSE Symposium - 19 au 21 septembre à Nantes (France): *Tomorrow's Megastructures*
- *fib* Congress 2018 - 7 au 11 octobre à Melbourne (Australie): *Better – Smarter – Stronger*

### 5.5. Les publications disponibles en 2017

Sont éditées et disponibles au secrétariat :

- Le bulletin annuel retraçant les activités de l'année 2016 diffusé en mai 2017
- L'annuaire 2017 diffusé en juin 2017

### 5.6. Les publications prévues en 2018

Sont prévues en 2018 :

- L'annuaire 2018
- Le bulletin annuel retraçant les activités 2017
- Les Lettres d'Information hebdomadaires

### 5.7. La coopération avec les associations nationales

#### Colloque LE PONT

En 2017, l'AFGC a de nouveau collaboré avec l'Association Le Pont pour l'organisation à Toulouse du Colloque annuel « Le Pont » ; l'AFGC a participé activement au choix des thèmes scientifiques et des conférenciers. Ce colloque s'est tenu les 11 et 12 octobre 2017 à Toulouse sur le thème : Le renforcement des ouvrages de Génie Civil.

### 5.8. La commission des membres

En décembre 2017, l'AFGC a 1320 membres individuels ou collectifs.

### 5.9. Autres activités du CAG

- Réalisation d'une Lettre d'information hebdomadaire diffusée par mail à tous les membres
- Actualités diffusées via le réseau LinkedIn

### 5.10. Symposium UHPFRC'2017 à Montpellier

L'AFGC, en partenariat avec l'ACI, la fib et la RILEM, a organisé du 2 au 4 octobre 2017 à Montpellier, le 3<sup>ème</sup> Symposium International sur les applications des BFUP ((Bétons Fibrés à Ultra-hautes Performances) UHPFRC en anglais) sur le thème « Designing and building with UHPFRC : New large-scale implementations, recent technical advances, experience and standards ». Voir la synthèse en annexe.

### 5.11. Symposium IABSE Nantes 2018

Le 40<sup>ème</sup> symposium IABSE aura lieu à Nantes du 19 au 21 septembre 2018, sur le thème «Mégastructures de demain».

L'AFGC qui apparaît comme le groupe français de l'IABSE organise ce symposium.

Le site géré par l'IABSE est consultable à l'adresse [www.iabse.org/Nantes 2018](http://www.iabse.org/Nantes2018)

## 6 - COMPTE RENDU D'ACTIVITÉS DU COMITÉ SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Le CST s'est réuni quatre fois en 2017 : 02 février, 17 mai, 28 septembre et 15 décembre.

Au cours de la réunion du 17 mai, Emmanuel Ferrier a été élu Président du CST ; il a remplacé Thierry Kretz.

### 6.1 Avancement des groupes

#### *Indicateurs de durabilité du béton (Animatrice : Myriam Carcasses)*

Il s'agit d'un groupe qui a pour objectif :

- de constituer une base de données interactive, sur la valeur des indicateurs de durabilité du béton en fonction des paramètres de formulation
- de définir les valeurs seuils des indicateurs de durabilité en fonction des classes d'exposition de la norme EN 206, des performances attendues et de la nature du liant.
- Base de données terminée, réunion 30 janvier 2018
- Présentation à un débat AFGC printemps 2018
- Questions : Chartes d'utilisation de la base de données

#### *Utilisation des éléments finis en génie civil (Animateurs : Claude Le Quéré (Egis) et Didier Guth (Arcadis))*

Première réunion début 2015

Orientation vers un document pédagogique, en trois parties :

- Chapitre 1 - Rouages de la méthode de calcul aux éléments finis  
Généralités ; Aspects dynamiques ; Calcul non linéaire ; aspects spécifiques au génie civil ; Post-traitement spécifique au génie civil ; Géotechnique
- Chapitre 2 – Démarche qualité dans la pratique des éléments finis
- Chapitre 3 - Exemples concrets A-Bâtiment -B-Grille de poutres -C-Pont à haubans simple -D-Réservoir de gaz naturel liquéfié -E-Pont précontraint construit par phases - F-Pont bipoutre mixte -G-Creusement de tunnel -H -Push-over sur pont -I -Tour BA avec parkings et séisme –J-Bielles et tirants

1ère version des chapitres 1 et 2 en relecture ; chapitre 3 : avancement très variable selon les exemples

Objectif document disponible fin 2018

#### *Actions accidentelles rapides (Animateurs : Shahrokh Ghavamian (NECS) et Fabrice Gatuingt (LMT ENS Cachan)*

- Suite au débat du 2 février
- 1ère réunion tenue le 23 juin 2016. Les nombreux participants ont exprimé leur attente et un premier cadrage du travail du groupe a été défini.

Deux sous-groupes ont été formés, un sous-groupe sur l'impact (réunion en novembre 2017), le second sur l'explosion.

Une réunion plénière est prévue deuxième semestre 2018 et un workshop sera organisé autour de ce sujet.

Le groupe comprend une trentaine de participants.

Le groupe de travail souhaite avoir un financement pour le déplacement d'un expert du domaine par l'AFGC à la mi-mai juin, demande effectuée à J. JACOB, une réponse définitive sera apportée par le CA.

### *Bien prescrire les bétons des ouvrages de Génie Civil (Animateur : Patrick Guiraud (Cimbéton))*

- Le groupe avance rapidement et la rédaction de plusieurs chapitres est terminée.
- Ils seront soumis au CST pour avis, et mis en ligne
- Objectifs : Ce groupe doit établir des recommandations aux rédacteurs du « CCTP Béton » d'un ouvrage de Génie Civil afin de concevoir des bétons de qualité adaptés aux besoins et contraintes du chantier et réaliser des ouvrages durables.
- Documents déjà disponibles :
  - ✓ RECO-Durée d'utilisation de projet
  - ✓ RECO-Armatures
  - ✓ RECO- RECO-Classes d'exposition
  - ✓ RECO-Classes d'exécution
  - ✓ RECO-Classes de cure
  - ✓ RECO-Classes d'abrasion
  - ✓ RECO-Réaction Alkali Granulat
  - ✓ RECO-Réaction Sulfatique Interne
  - ✓ RECO-BFUP
  - ✓ RECO-Bétons géotechniques
  - ✓ RECO-Produits préfabriqués en béton
  - ✓ RECO-Béton précontraint
  - ✓ NI-Caractéristiques mécaniques de bétons
  - ✓ NI-Détermination de l'enrobage des armatures
  - ✓ NI-liste des normes et fascicules en vigueur
  - ✓ NI-Textes Applicables
  - ✓ NI-Normes harmonisées ETE et marquage CE
  - ✓ NI-Certification volontaire et marque NF

### *Évaluation et renforcement des ouvrages en maçonnerie (Animateurs : Anne Sophie Colas (IFSTTAR) et Thomas Stablon (Arcadis))*

Suite au débat du 11 novembre

Évaluation par analyse à la rupture « numérisée » ; solutions de renforcement respectueuses de l'ouvrage existant

- Le groupe de travail maçonnerie a démarré le 1er juin 2017. Groupe de 40 personnes
  - L'objectif est de rédiger un guide sur le diagnostic, l'évaluation et la réparation des ouvrages d'art (ponts et murs en priorité) en maçonnerie à destination des maîtres d'ouvrages et des gestionnaires. Le groupe s'est organisé en 4 sous-groupes :
  - Sous-groupe 1 : état de l'art, piloté par J.-P. Bigas et J.-L. Michotey
  - Sous-groupe 2 : diagnostic de comportement et d'état, piloté par C. Choqueuse, J.-P. Levillain et F. Marty
  - Sous-groupe 3 : évaluation structurale, piloté par L. Jouval et D. Garnier
  - Sous-groupe 4 : réparation, piloté par F. Saifi (co-pilote en cours de remplacement)
- Réunion 10 octobre 2017, 18 janvier 2018 et 21 mars 2018

### 6.2 Nouveaux groupes en 2018

*Utilisation d'armatures composites pour le béton armé (Animateurs : Sylvain Chataigner (IFSTTAR) et Laurent Michel (Université CBL, LYON 1))*

Utilisation d'armatures composites pour le béton armé, Appel à participation lancé fin 2017, 35 retours

Première réunion, jeudi 15 Mars après-midi de 14h à 16h30, avant le débat prévu sur le même thème.

*Bio détérioration des supports béton (Animateur : Alexandra Bertron (Insa Toulouse))*

Suite à la journée organisée par la délégation Sud-Ouest, il est apparu un intérêt certain pour cette thématique

Lancement de l'appel à intérêt en cours

*DIOGEN : Base de données d'impacts environnementaux des matériaux pour les ouvrages de génie civil*

*(Animateurs : Adélaïde Feraille (ENPC) et Tiffany Desbois (Cerema))*

Objectifs : Établir et faire revivre une base de données sur les données d'impacts environnementaux des matériaux de Génie Civil

### 6.3 Manifestations scientifiques en 2017

Deux débats :

- ✓ 2 février 2017 : Efficacité structurelle – Concepts et matériaux
- ✓ 28 septembre 2017 ; La construction additive en béton : Impression 3D

### 6.4 Manifestations scientifiques prévues en 2018

- ✓ 15 mars : Débat : Armatures composites pour le béton armé  
Intervention 1 Faustin Gauffillet (Entreprise Schoeck) : Armatures composites pour le béton armé : développements récents dans le bâtiment  
Intervention 2 Professeur Brahim Benmokrane (Université de Sherbrooke) : Armatures composites pour le béton armé : développements récents dans les ouvrages d'art, expérience Nord-Américaine  
Juin : Débat : Indicateurs de durabilité (programme à définir)
- ✓ 40<sup>th</sup> Symposium de l'IABSE : Les 19, 20 et 21 septembre 2018 à Nantes.
- ✓ CICE 2018, Ifsttar Université LYON 1, Ecole des Ponts, demande de labellisation

### 7- COMPTE RENDU D'ACTIVITÉS DES DÉLÉGATIONS RÉGIONALES

#### 7.1 Délélegation Grand Est

Didier GUTH, Président de la délégation Grand Est, présente le compte-rendu d'activités.

Activités 2017 :

- 2 mars 2017 à METZ - Visite du projet Muse et du futur palais des congrès (30 participants)
- 5 mai 2017 - Visite du projet immobilier Black Swan à Strasbourg (14 participants)
- 27 septembre-Marange-Silvange - Visite de la tranchée couverte (35 participants)  
Organisation conjointe avec Demathieu-Bard
- 27 et 30 octobre - BURE - Visite du site du centre d'enfouissement des déchets nucléaires – projet CIGEO (24 participants)  
En partenariat avec la délégation du Nord
- 8 novembre – STRASBOURG - Visite du contournement sud – OA 34 et OA 5 (30 participants)  
Co-organisée avec la DREAL Grand EST et Bouygues

Prévisions 2018

Luxembourg

- Juin : Stade national de football – La Cloche/Cessange
- OA Mixte – Cimolai – Luxembourg – pilote A. Loiseau
- 

Grande Région

- PN de Molsheim – 9 mars – contact : SNCF/GTOA
- Le pont sur la Moselle de Cattenom-Königsmacker près de Thionville – MO CD57  
Entreprise Demathieu et Bard – pilote F Cailly – DB- prévision : octobre
- Conférence « CIGEO » à Metz ou Nancy -1/2 journée- prévision : mi-novembre  
Pilote O Deck et/ou F Cailly
- Journée technique avec SNBPE : bien prescrire les bétons – date non fixée

#### 7.2 Délélegation Grand Ouest

En l'absence de Christian TESSIER, Président de la délégation Grand Ouest, Bruno GODART fait une présentation rapide des activités.

Activités 2017 :

- 30 mars : Viaduc 2ème ligne métro – Rennes –
- 28 et 29 juin : Réparation du pont de Thouaré
- 8 novembre : Développement du Port de Brest

### Prévisions 2018 :

- 16 janvier : Restauration du viaduc de Caroual – Erquy (22) avec Cimbéton et SNBPE – Focus sur les ouvrages Harel de la Noe
- 29 mars : Pont Canada à Tréguier – Renforcement suspentes BA – le 29 mars 2018
- Contribution à l'organisation des visites techniques de Nantes IABSE 2018

### 7.3 Délégation Ile-de-France et Centre

Claude SERVANT, Président de la délégation IDF & Centre, présente le compte-rendu d'activités.

### Activités 2017 :

- 16 mars : Visites des Journées GC'2017 : Echangeur Quai d'Ivry et Chantier ATM
- 4 mai : Prolongement Ligne 4 à Bagneux
- 28 et 29 juin : Tunnelier Eiffage de la Ligne 14
- 19 septembre : Viaduc de Guerville (avec la délégation Nord Picardie)
- 20 septembre : Conférence « Et demain les bétons » au CERIB
- 1<sup>er</sup> décembre : Tour Trinity à La Défense

### Prévisions 2018 :

- 8 février : ENS Paris-Saclay
- Avril : Gare Arcueil-Cachan Ligne 15
- Avril : Gare Clamart Ligne 15
- Mai : Viaduc de Guerville (avec la délégation Nord Picardie)
- Juin : Tunnelier Tronçon 2C Ligne 15
- Septembre : Conférence « Et demain les bétons » à l'Université de Cergy
- Septembre/octobre : Puits Haussmann Saint-Lazare (Eole)
- Octobre/décembre : Prolongement Ligne 11 (Mairie des Lilas)
- Novembre/décembre : Pont de Bezons
- Novembre/décembre : Renforcement Pont sous pistes Orly

### 7.4 Délégation Méditerranée

En l'absence de représentant de la délégation, il est fait un état rapide de l'activité.

### Activités 2017 :

- 13 octobre : Fondation Luma à Arles (35 participants)

### Prévisions 2018 :

- Mars : Tour La Marseillaise à Marseille
- Mars/avril : Viaducs du Perthuis – Elargissement A9
- Mai/juin : Tunnel des Jeannots à Cassis (DEA – MAMP)
- Juin : Restitution BIM Interopérabilité
- Septembre/octobre : Bien prescrire les bétons

- Septembre/octobre : Extension de Monaco – Visite des caissons sur Marseille
- Octobre/novembre : Journée technique – Protection cathodique

### 7.5 Délégation Nord Picardie

Paul CATHELAIN, Président de la délégation Nord Picardie, présente le compte-rendu d'activités.

Activités 2017 :

- 9 juin – Buses métalliques et murs renforcés en collaboration avec la CoTiTa Nord (84 participants)
- 19 septembre – Viaduc de Guerville sur A13 (Mantes) avec la délégation IDF & Centre - Création d'un nouveau pont parallèle aux deux ouvrages existants sur A13 - Bipoutre mixte de grande portée - Dalle ROBINSON:
- 28 septembre : Journée BIM avec Polytech'Lille (60 participants)
- 27 et 30 octobre - ANDRA : Laboratoire recherche Bures (Meuse) - Visite du site du centre d'enfouissement des déchets nucléaires – projet CIGEO (24 participants) - En partenariat avec la délégation Grand Est.

Prévisions 2018 :

- 12 avril : Ecluse de DON : Réhabilitation de l'écluse ; en collaboration avec VNF
- 17 avril : Grand Port Maritime de Dunkerque -Extension du Quai de Flandre
- Septembre : CALAIS 2015 en collaboration avec la Société des Ports du Détroit
- 18 octobre : Déconstruction des ouvrages d'art et recyclage des déchets en participation avec COTITA
- 14 novembre : Recommandations AFGC « Bien prescrire les bétons », indicateurs de durabilité

### 7.6 Délégation Océan Indien.

### 7.7 Délégation Rhône Alpes

Jacques MARTIN, Président de la délégation Rhône Alpes, présente le compte-rendu d'activités.

Activités 2017 :

- 9 mars : La Liaison A89/A6 et son viaduc du Semanet (45 participants)
- 9 mai : Le contournement de Tullins-Aménagement de la RD 45 (35 participants)
- 8 juin : Restauration du pont en maçonnerie de la Charité s/Loire (45 participants)
- 12 juillet : Écologie Industrielle à l'Usine Montalieu de VICAT (35 personnes)
- 21 septembre : Le BIM appliqué aux métiers des infrastructures (85 participants)
- 29 novembre : Viaduc de la Ricamarie (Visite virtuelle avec drone) (100 participants)

### Prévisions 2018 :

- 1<sup>er</sup> trimestre : Tunnel du Fréjus et travaux SFTRF et TELT
- 1<sup>er</sup> trimestre : A43 SFTRF : Viaduc de Charmaix
- 1<sup>er</sup> trimestre : Pertuiset : Remplacement des haubans

Jacques MARTIN signale que Jean-Yves SABLON deviendra président de la délégation en mars 2018.

### 7.8 Délégation Sud-Ouest

En l'absence de Gaëtan De GEVIGNEY, Président de la délégation Sud-Ouest, Patrick GUIRAUD fait une présentation rapide des activités.

### Activités 2017 :

- 7 février : Présentation des travaux de recherche d'Alexandra BERTRON et de Gilles ESCARDEILLAS.
- 17 mai : Viaduc Eiffel de Cubzac (40 participants)
- 5 décembre : Présentation des infrastructures ELA4 (Ariane 6) (34 participants)

### Autres points forts :

- Réalisation d'un site internet en cours
- Forte mobilisation du bureau, 2 réunions annuelles
- Co-organisation des manifestations avec Pont Alliance et COTITA

### Prévisions 2018 :

- 6 février : Recommandations AFGC « Bien prescrire les bétons »
- 14 mars : Pont transbordeur de Rochefort
- Avril : Pont Amédée Saint Germain à Bordeaux
- Juin : Passerelle sur le Lac à Bordeaux
- Septembre : Passerelle d'Albi

## 7 – COMITE DES AFFAIRES INTERNATIONALES

Une seule réunion du CAI le 3 mai 2017.

### Faits marquant à la fib

- Code Model 2020

Il est important que la France soit représentée dans le groupe de travail TG10-1 - MC2020 qui doit mettre à jour le Code Modèle. Michel Moussard et Jean-Michel Torrenti sont tous les deux membres de la Commission 10 – Model codes et du TG 10.1. Le groupe TG10-1 va produire des documents mais il va aussi s'appuyer sur les autres commissions.

Ce groupe est rattaché à la Commission 10 – Model Codes, qui aura un rôle de supervision et de contrôle.

Il existe un lien sur le site AFGC pour consulter le sommaire du nouveau code model défini en mars 2017.

- PhD Symposium 2020

Le PhD 2020 aura lieu du 26 au 28 août 2020 à l'ENS Paris-Saclay. Jean- Michel Torrenti (IFSTTAR) et Fabrice Gatuingt (ENS Paris-Saclay) font partie du comité scientifique.

Pour information, Gaël Le Bloa, jeune ingénieur français, fait partie du groupe jeunes de la fib et propose de créer également un groupe « jeunes » à l'AFGC.

Il faudrait inciter les jeunes ingénieurs à participer aux manifestations régionales organisées par les délégations.

### Faits marquants à la RILEM

Actuellement 7 commissions techniques sur 41 sont présidées par des Français :

- 249-ISC Denys Breysse : Non destructive in situ strength assessment of concrete
- 251-SRT Véronique Baroghel Bouny : Sulfate resistance testing
- 253-MCI Alexandra Bertron : Microorganisms-cementitious materials interactions
- 265-SPF Pierre Pimienta : SPF: Spalling of concrete due to fire: testing and modelling
- 272-PIM Emmanuel Chailleux: Phase and Interphase behaviour of bituminous Materials
- DFC Nicolas Roussel : Digital fabrication with cement-based materials
- HDB Sofiane Amziane : Hygrothermal behaviour and Durability of Bio-aggregate based building material

Trois nouvelles commissions techniques ont été approuvées en mars 2017:

- LHS - Specifications for testing and evaluation of lime-based repair materials for historic Structures, présidée par Ioanna Papayianni Papadopoulou.
- WMR - Valorisation of Waste and Secondary Materials for Roads, présidée par Lily Poulidakos.
- CBE - Multiphase characterisation of cold bitumen emulsion materials, présidée par Andrea Graziani.

La RILEM a publié les proceedings de BFUP 2017.

### Faits marquants à l'IABSE

- Symposium IABSE Nantes 2018

Le Symposium IABSE 2018 aura lieu à Nantes du 19 au 21 septembre 2018.

Deux documents ont déjà été diffusés aux membres de l'AFGC et aux associations internationales ; il s'agit de l'invitation préliminaire et de la brochure définissant les conditions permettant de devenir sponsor et/ou exposant.

- Revue SEI

Le premier numéro de l'année 2018 de la revue SEI est consacré aux ouvrages de génie civil en France

### Faits marquants au Chapitre ACI de Paris

La journée technique annuelle a eu lieu le 5 juillet 2017 au CHEC (Arcueil) et avait pour thème « Etanchéité des ouvrages en béton : Normes applicables de la conception à la réalisation.

Pour l'édition 2017 du prix « ACI Excellence in Concrete Construction Award », le chapitre de Paris a proposé deux ouvrages :

- Le nouveau centre de distribution Calcia, construit dans le nouveau quartier Masséna-Bruneseau (coté boulevard périphérique extérieur)
- La rénovation du viaduc de Chillon.

En conclusion, Michel Moussard rappelle une fois encore qu'il faudrait sensibiliser les responsables des entreprises et des bureaux d'études pour qu'ils acceptent de laisser du temps aux jeunes ingénieurs pour participer aux associations internationales et s'investir dans les groupes de travail.

Michel Moussard propose également de vérifier, lors de la création d'un nouveau groupe de travail AFGC, si des groupes fib, IABSE ou RILEM existent déjà sur le même thème.

### **8 – COMPTE D'EXPLOITATION 2017**

Le compte d'exploitation au 31 décembre 2017 a été examiné en réunion.

Le bénéfice constaté a plusieurs origines :

- Nous avons reçu en 2017 la subvention du Ministère accordée pour 2016 et 2017
- Les manifestations organisées par l'AFGC en 2017 (GC'2017, BFUP'2017 et NRL La Réunion) ont été équilibrées ou légèrement bénéficiaires

### **9 – PROJET DE BUDGET 2018**

Bruno GODART présente un projet de budget en équilibre pour l'année 2018. Celui-ci est approuvé.

### **10 – QUESTIONS DIVERSES**

- Bruno GODART propose d'acheter quelques parts de SCI « Maison des Ponts »
- Inauguration des nouveaux locaux du secrétariat à la Maison des Ponts : les travaux permettant l'installation des associations dans l'immeuble de la rue Boissière sont en cours (fin prévue fin février). Nous organiserons l'inauguration des nouveaux locaux du secrétariat quand tous les travaux seront terminés.
- Avenir de l'AFGC : Patrick Guiraud propose que nous organisions avec les membres du Bureau, du CAG, du CST et les présidents des délégations régionales une journée de réflexions prospectives à 5 ans pour définir les orientations de l'association, les attentes des membres, les développements potentiels.

## Les comptes rendus

Ce débat pourrait être animé par une personne extérieure à l'AFGC. Jocelyne Jacob fait un sondage Doodle pour trouver une date.

La réunion se termine à 17h00.

### COMPTE RENDU DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DE L'AFGC DU 27 MARS 2018

L'Assemblée Générale de l'A.F.G.C. a eu lieu le 27 mars 2018, dans l'Amphithéâtre de la FNTF 3, rue de Berri – Paris 16ème.  
Elle a réuni 120 membres présents et 160 membres représentés.

#### Ordre du jour

- Renouvellement d'une partie des membres du CA
- Renouvellement d'une partie des membres du CAG
- Compte d'exploitation au 31-12-2017
- Projet de budget 2018
- Activités du Comité des Affaires Générales
- Activités du Comité Scientifique et Technique
- Activités du Comité des Affaires Internationales
- Activités des Délégations Régionales
- Questions diverses

Le premier point abordé concerne les élections. Les participants doivent voter pour le renouvellement partiel du Conseil d'Administration (sept membres sont à élire) et du Comité des Affaires Générales (six membres sont à élire). Sept candidats ont envoyé leur bulletin de candidature pour le CA et onze candidats ont envoyé leur bulletin de candidature pour le CAG.

#### **1 COMPTE D'EXPLOITATION AU 31-12-2017**

Bruno Godart, Président, présente et commente le compte d'exploitation au 31-12-2017. Il compare les résultats 2017 avec ceux de l'exercice 2016.

*1ère résolution : l'Assemblée Générale rassemblée aujourd'hui approuve les comptes de l'année 2017 tels qu'ils sont présentés par Bruno Godart.*

#### **2 PROJET DE BUDGET 2018**

Bruno Godart présente et commente le budget 2018.

*2ème résolution : l'Assemblée Générale rassemblée aujourd'hui approuve le budget 2018 tel qu'il est présenté par Bruno Godart.*

### **3 COMPTE RENDU D'ACTIVITÉS DU COMITÉ DES AFFAIRES GÉNÉRALES**

#### **3.1- Les manifestations**

Au cours de l'année 2017, l'AFGC et ses huit délégations régionales (Grand Est, Grand Ouest, Ile-de-France et Centre, Méditerranée, Nord Picardie, Océan Indien, Rhône-Alpes et Sud-ouest) ont organisé :

- 7 février : La biodétérioration des ouvrages de génie civil en béton - Comprendre pour mieux concevoir
- 50 participants ; Délégation Sud-Ouest
- 2 mars : Le nouveau centre des congrès et le centre commercial Muse à Metz – 30 participants ; Délégation Grand-Est
- 9 mars : La jonction A6/A89 et le viaduc du Semanet – 45 participants ; Délégation Rhône-Alpes
- 15 et 16 mars : Les Journées GC'2017 – 150 participants ; AFGC
- 20 mars : Le Grand Paris Express – 150 participants ; AFGC
- 30 mars : Le viaduc de la ligne 2 du métro de Rennes – 80 participants : Délégation Grand-Ouest
- 4 mai : Le métro de Paris : Prolongement de la ligne 4 – 20 participants ; Délégation Ile-de-France & Centre
- 5 mai : Les tours Black Swans et les bâtiments mixtes du Wacken à Strasbourg – 15 participants ; Délégation Grand-Est
- 9 mai : Le contournement de Tullins par l'aménagement de la RD 45 : l'ouvrage sur l'Isère - 35 participants ; Délégation Rhône-Alpes
- 17 mai : La rénovation du viaduc Eiffel de Cubzac-les-Ponts – 40 participants : Délégation Sud-Ouest
- 8 juin : La réhabilitation du pont de La Charité sur Loire – 45 participants ; Délégation Rhône-Alpes
- 9 juin : Les buses métalliques et les murs en remblai renforcé – 85 participants ; Délégation Nord-Picardie
- 28 et 29 juin : Le tunnelier Eiffage de la Ligne 14 – 2x8 personnes ; Délégation Ile-de-France & Centre
- 28 juin : La remise à niveau des ponts de Thouaré – 35 participants ; Délégation Grand-Ouest
- 12 juillet : L'écologie industrielle au service des territoires : exemple de la Cimenterie Vicat à Montalieu - 35 participants Délégation Rhône-Alpes
- 19 septembre : Le viaduc de Guerville – 40 participants ; Délégations Ile-de-France

### & Centre et Nord-Picardie

- 20 septembre : La visite du CERIB et la conférence « Et demain les bétons » - 30 participants
- Délégation Ile-de-France & Centre
- 21 septembre : Le BIM appliqué aux métiers des infrastructures – 85 participants ; Délégation Rhône-Alpes
- 27 septembre : La tranchée couverte de Marange Silvange – 35 participants ; Délégation Grand-Est
- 28 septembre : L'utilisation de maquettes numériques BIM sur les projets d'infrastructure – 100 participants Délégation Nord-Picardie
- 2 au 4 octobre : 3ème Symposium international - UHPFRC'2017 à Montpellier (France) : Designing and Building with UHPFRC – 300 participants et 100 étudiants ; AFGC en partenariat avec la fib, la RILEM et l'ACI Chapitre de Paris
- 11 et 12 octobre : Le colloque Le Pont à Toulouse : Le renforcement des structures de génie civil – 300 participants et 100 étudiants ; AFGC en partenariat avec l'Association Le Pont
- 13 octobre : La Fondation Luma à Arles – 30 participants ; Délégation Méditerranée
- 27 et 30 octobre : Le centre d'enfouissement des déchets nucléaires à Bure – projet CIGEO – 2x12 participants ; Délégations Grand-Est et Nord-Picardie
- 8 novembre : La rocade sud de Strasbourg – 30 participants ; Délégation Grand-Est
- 8 novembre : Le projet de développement du Port de Brest – 50 participants ; Délégation Grand-Ouest
- 29 novembre : Réparation du viaduc de la Ricamarie (Loire) ; Une solution de réparation originale : Une visite virtuelle par drone – 100 participants ; Délégation Rhône-Alpes
- 18 au 25 novembre : La Nouvelle Route du Littoral à La Réunion – 40 participants ; AFGC et délégation Océan Indien
- 1er décembre : La tour Trinity à La Défense – 20 participants ; Délégation Ile-de-France & Centre
- 5 décembre : La présentation des infrastructures de l'ensemble de lancement n°4 (EL4) de la future fusée européenne Ariane 6 – 30 participants ; Délégation Sud-Ouest

Au total plus de 2000 participants ont assisté à l'ensemble de ces manifestations. Nous invitons systématiquement des étudiants à participer aux manifestations de l'AFGC.

- Participation aux Rencontres AUGC : 20 au 22 juin à St-Etienne
- Participation au choix des thèmes du Colloque Le Pont (3 et 4 octobre à Toulouse) ; recherche des conférenciers et accueil des étudiants

### **3.2- Coopération avec les associations internationales (2018) :**

- Symposium IABSE Nantes 2018 – 19 au 21 septembre ; l'AFGC prend en charge l'organisation de ce symposium pour l'IABSE

### **3.3- Plusieurs nouvelles publications :**

- Les Lettres d'information hebdomadaires
- L'annuaire 2018
- Le bulletin annuel retraçant les activités 2017

### **3.4- Nouveaux objectifs 2018 :**

- 4 Journée de réflexion sur l'évolution de l'AFGC en Juin à Paris
- 5 Création d'une commission "jeunes"

*3<sup>ème</sup> résolution : l'Assemblée Générale rassemblée aujourd'hui approuve le rapport moral du CAG présenté par Patrick Guiraud.*

## **4- COMPTE RENDU D'ACTIVITÉS DES DÉLÉGATIONS RÉGIONALES**

Les présidents des délégations présents à l'AG commentent leurs activités.

*4<sup>ème</sup> résolution : l'Assemblée Générale rassemblée aujourd'hui approuve le rapport d'activités des Délégations Régionales présenté par chaque président ou son représentant.*

## **5- COMPTE RENDU D'ACTIVITÉS DU COMITÉ SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE**

### **5-1 . Les groupes de travail**

Les principales orientations poursuivies actuellement dans les groupes de travail de l'AFGC et intéressant la direction générale des infrastructures, des transports et de la mer portent sur :

### *Indicateurs de durabilité du béton*

Animatrice : Myriam Carcassès (INSA Toulouse)

Il s'agit :

- de constituer une base de données interactive, sur la valeur des indicateurs de durabilité du béton en fonction des paramètres de formulation
- de définir les valeurs seuils des indicateurs de durabilité en fonction des classes d'exposition de la norme EN 206, des performances attendues et de la nature du liant

Depuis début mars, la Base de données est terminée et accessible sur internet.

Tout utilisateur souhaitant adhérer à la base de données et disposer d'un code d'accès doit signer une charte des bonnes pratiques et s'inscrire.

La présentation de la base de données pourrait se faire lors d'un débat au printemps 2018.

### *Formulation des bétons : REX sur les bétons de formulation atypique*

Animateur : Michael Dirkens (Cerema)

- Constitution d'une base de données, comparable à celle sur les indicateurs de durabilité, mais orientée sur les bétons singuliers.
- Sous-groupes pour distinguer les singularités : granulats, liants, fibres végétales,
- Le fichier d'enquête a été diffusé aux membres de l'AFGC le 23 novembre 2016
- Le groupe craint de manquer de REX. Dans ce cas, il produirait un ensemble d'exemples documentés, mais non une base de données informatisée.

### *Utilisation des éléments finis en Génie Civil*

Animateurs : D Guth (Arcadis) et Claude Le Quéré (EGIS)

Documents pédagogiques, en trois parties

- Chapitre 1 - Rouages de la méthode de calcul aux éléments finis ; Généralités ; Aspects dynamiques; Calcul non linéaire ; aspects spécifiques au génie civil ; Post-traitement spécifique au génie civil ; Géotechnique
- Chapitre 2 - Démarche qualité dans la pratique des éléments finis
- Chapitre 3 - Exemples concrets

A - Bâtiment - B - Grille de poutres -C - Pont à haubans simple -D - Réservoir de gaz naturel liquéfié - E - Pont précontraint construit par phases - F - Pont bi-poutre mixte - G - Creusement de tunnel -H - Push-over sur pont - I - Tour BA avec parkings et séisme – J - Bielles et tirants - 1ère version des chapitres 1 et 2 en relecture ; chapitre 3 : avancement

très variable selon les exemples

Objectif document disponible fin 2018.

### *Actions accidentelles rapides (explosion, chocs de véhicule, chutes de blocs...)*

Une première réunion s'est tenue le 23 juin 2017. Les nombreux participants ont exprimé leur attente et un premier cadrage du travail du groupe a été défini.

Deux sous-groupes ont été formés, un sous-groupe sur l'impact (réunion en novembre 2017), le second sur l'explosion.

Une réunion plénière est prévue deuxième semestre 2018 et un workshop sera organisé autour de ce sujet.

Le groupe comprend une trentaine de participants.

### *Recommandations pour bien prescrire les bétons*

Animateur : Patrick Guiraud

Le groupe avance rapidement et la rédaction de plusieurs chapitres est terminée. Ils sont soumis au CST pour avis, et mis en ligne pour être téléchargés.

Objectifs : Ce groupe doit établir des recommandations aux rédacteurs du « CCTP Béton » d'un ouvrage de Génie Civil afin de concevoir des bétons de qualité adaptés aux besoins et contraintes du chantier et réaliser des ouvrages durables.

Documents déjà disponibles :

#### **Les Fondamentaux**

- RECO - Durée d'utilisation de projet
- RECO - Décomposition en parties d'ouvrages
- RECO - Qualité des parements
- RECO - Les armatures du béton
- RECO - Approche performantielle

#### **De Classes en Classes**

- RECO - Classes d'exposition
- RECO - Classes d'exécution
- RECO - Classes de cure
- RECO - Classes d'abrasion

#### **Maitrise de la Durabilité**

- RECO - Réaction Alkali Granulat (RAG)
- RECO - Réaction Sulfatique Interne (RSI)
- RECO - Gel Dégel

#### **Des Spécificités**

- RECO - Bétons Fibrés à Ultra-hautes Performances (BFUP)
- RECO - Bétons géotechniques
- RECO - Bétons projetés
- RECO - Résistance au feu
- RECO - Produits préfabriqués en béton

- RECO - Ouvrages en béton précontraint

### Quelques Notes d'Information

- NI - Caractéristiques mécaniques des bétons
- NI - Détermination de l'enrobage des armatures
- NI - Liste des normes et fascicules en vigueur
- NI - Normes et textes techniques
- NI - Normes harmonisées, Evaluation Technique Européenne (ETE) et marquage CE
- NI - Certification volontaire et marque NF

### *Évaluation et renforcement des ouvrages en maçonnerie*

Animateurs : Anne Sophie Colas (IFSTTAR) et Thomas Stablon (ARCADIS)

Suite au débat du 11 novembre 2016

Evaluation par analyse à la rupture « numérisée » ; solutions de renforcement respectueuses de l'ouvrage existant.

Le groupe de travail maçonnerie a démarré le 1er juin 2017. Groupe de 40 personnes

L'objectif est de rédiger un guide sur le diagnostic, l'évaluation et la réparation des ouvrages d'art (ponts et murs en priorité) en maçonnerie à destination des maîtres d'ouvrages et des gestionnaires. Le groupe s'est organisé en 4 sous-groupes :

Sous-groupe 1 : état de l'art, piloté par J.-P. Bigas et J.-L. Michotey

Sous-groupe 2 : diagnostic de comportement et d'état, piloté par C. Choqueuse, J.-P. Levillain et F. Marty

Sous-groupe 3 : évaluation structurale, piloté par L. Jouval et D. Garnier

Sous-groupe 4 : réparation, piloté par F. Saifi (co-pilote en cours de remplacement)

Prochaines réunions : 10 octobre 2017, 18 janvier 2018 et 21 mars 2018

Prochaines réunions : 10 octobre 2017, 18 janvier 2018 et 21 mars 2018

### 5-2 Les manifestations techniques du CST

- **Jeudi 2 février 2017 : Efficacité structurelle – Concepts et Matériaux**

Intervention 1 : Structures légères, passerelles et approche de l'ingénierie des structures.

Michael Zimmermann, Directeur de l'agence française du bureau d'ingénieurs conseils Schlaich Bergermann Partner

- **Jeudi 28 septembre 2017 : La construction additive en béton – Impression 3D**

Intervention 1 : Etat de l'art et perspectives de la recherche académique – Nicolas ROUSSEL, IFSTTAR

Intervention 2 : Présentation de Justin DIRRENBARGER - XtreeE

Intervention 3 : Présentation de Vivien ESNAULT, LAFARGE

*5<sup>ème</sup> résolution : l'Assemblée Générale rassemblée aujourd'hui approuve le rapport moral du CST présenté par Emmanuel Ferrier*

### **6- RELATION AVEC LES ASSOCIATIONS INTERNATIONALES**

Le comité des affaires internationales s'est réuni 3 fois

Objectif du comité :

- Présence française dans les organisations internationales (fib, IABSE, RILEM, ACI)
- Représentation dans les groupes de travail internationaux
- Promotion de la présence française dans les symposiums, et promotion de symposiums en France,
- Candidatures pour les prix décernés par ces associations,
- Publications dans les revues Structural Concrete fib) et Structural Engineering International (IABSE)

Faits marquants pour la fib en 2017 :

- AG, Technical Council meeting et Symposium à Maastricht en juin
- Réunion du Task Group 10.1 – MC 2020 à Barcelone en Décembre

Faits marquants pour l'IABSE en 2017 :

- Congrès de Vancouver, Septembre 2017

Faits marquants pour la RILEM en 2017 :

- Forte présence dans les Comités Techniques : 7 présidences et 7 secrétariats français pour 41 comités. Nicolas Roussel préside le Technical Activities Committee
- Deux « State-of-the-art » édités par des Français ont été publiés :
- Performance Assessment of Concrete Structures and Engineered Barriers for Nuclear Applications - RILEM Technical Committee 226-CNM, édité par Valérie L'Hostis & Robert Gens
- Bio-Aggregates Based Building Materials - RILEM Technical Committee 236-BBM, édité par Sofiane Amziane & Florence Collet
- Une recommandation du Comité Technique présidé par Sofiane Amziane:
- Recommendation du RILEM TC 236-BBM: characterisation testing of hemp shiv to determine the initial water content, water absorption, dry density, particle size distribution and thermal conductivity.

Faits marquants pour l'ACI Chapitre de Paris

## Les comptes rendus

- Journée technique consacrée à l'étanchéité des ouvrages en béton : Normes applicables de la conception à la réalisation, le 5 juillet dans les locaux du CHEC à Arcueil.
- Pour l'édition 2017 du prix « ACI Excellence in Concrete Construction Award », le chapitre de Paris a proposé deux ouvrages :
- Le nouveau centre de distribution Calcia, construit dans le nouveau quartier Mas-séna-Bruneseau (coté boulevard périphérique extérieur)
- La rénovation du viaduc de Chillon.

*6<sup>ème</sup> résolution : l'Assemblée Générale rassemblée aujourd'hui approuve le rapport moral du CAI présenté par Michel Moussard*

### **7- RÉSULTATS DES ÉLECTIONS POUR LE RENOUELEMENT PARTIEL DU CA ET DU CAG**

Bruno Godart annonce les résultats des élections.

Pour le Conseil d'Administration, les sept membres élus sont :

Patrick Charlon (Eiffage Infra/CHEMEX), Christian Cremona (Bouygues Construction), Bernard Godinot (Vinci Construction GP), Patrick Le Pense (ArcelorMittal), Véronique Mauvisseau (Ingerop), Georges Palancade (NGE Génie Civil), François Pellier (Léon Grosse)

Pour le Comité des Affaires générales, les six membres élus sont :

Sophie Burns (DODIN CAMPENON BERNARD), Ludovic Casabiel (VICAT), Chafika Djelal-Dantec (IUT de Béthune), Christophe Raulet (DIADES), Alain Simon (EIFFAGE), Nas-taran Vivan (ARTELIA Ville et Transport).

L'Assemblée Générale se termine vers 19 h 00 autour d'un cocktail amical.

### **8- PRIX CAQUOT ET AFGC**

Prix AFGC : élus : Michaël DIERCKENS, Erik MELLIER, Christophe OUTTERYCK

Mardi 16 janvier 2018 à Erquy

Le viaduc de Caroual et les ouvrages d'Harel de la Noë en Bretagne

La délégation Grand ouest de l'AFGC a organisé, en lien avec la maire d'Erquy, l'association des amis du viaduc de Caroual, l'association Ameno, CIMbéton et le SNBPE, le mardi 16 janvier 2018, une journée de conférences et de visites dédiée aux réalisations de l'ingénieur Harel de la Noë et particulièrement au viaduc de Caroual récemment réhabilité dans le cadre de l'aménagement d'un itinéraire vélo dans les côtes d'Armor.

### Présentation

Louis Harel de la Noë, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées dans le département des Côtes-du-Nord de 1901 à 1918, dirigea la construction de nombreux ouvrages d'art en fer ou en béton armé, entre autres sur le réseau ferré à voie métrique des Côtes-du-Nord.

On lui doit, parmi d'autres, la construction des viaducs de Brehec, de Caroual, de Douvenant, de Lézardrieux, de Souzain, du Vau-Hervé, de la Hasée et de Beaufeuillage, des Ponts Noirs, de Toupin, du Parfond du Gouët, de Blanchardeau ou des Pourrhis, des ponts du Guildo, du Léguer, de Jaudy, de Gouedic et des Courses.

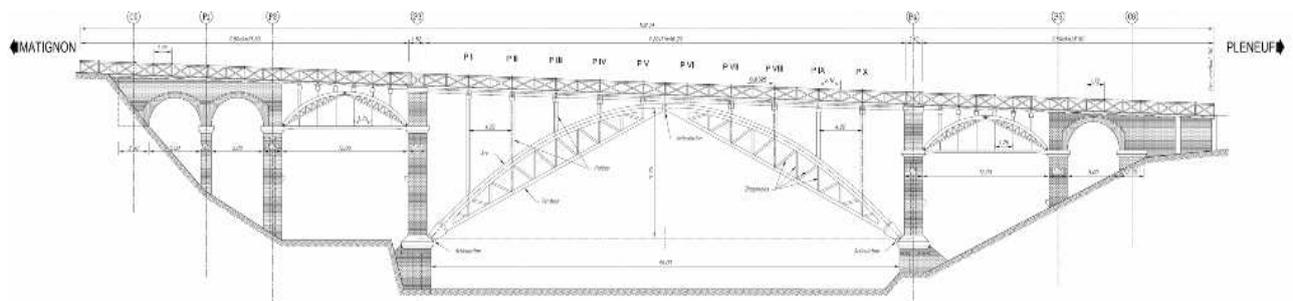
Beaucoup de ses réalisations furent détruites dans les années 70-80, d'autres eurent plus de chance, elles furent conservées et même classées aux monuments historiques.



L'association Harel de la Noë s'est créée en août 1995, après la démolition du viaduc de Souzain, dynamité le 27 juin à Plérin et St Brieuc ; son but est de faire connaître, favoriser la sauvegarde et la mise en valeur des ouvrages d'art construits par Louis Auguste Harel de la Noë. Plusieurs de ces ouvrages ont la particularité d'être représentatifs d'une période charnière de l'évolution des techniques de construction (béton armé) et allient audace, esthétique et intégration dans des sites naturels, qui sont pour certains d'un intérêt touristique notable.

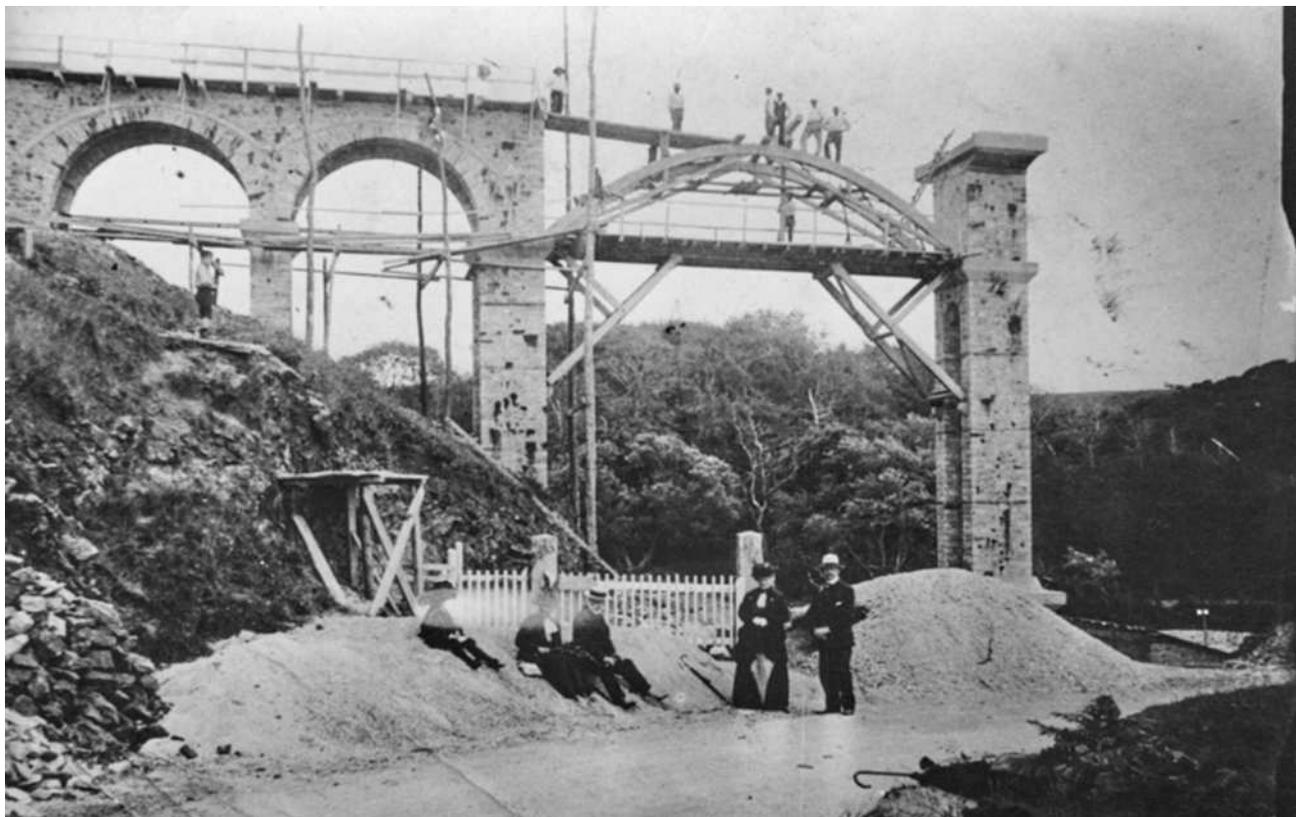
C'est pourquoi, le département des côtes d'Armor, a initié un programme de réhabilitation de ce patrimoine exceptionnel dans le cadre de l'aménagement de son réseau de voies vertes ; 6 ouvrages ont déjà été traités avant le viaduc de Caroual, ouvrage emblématique de l'œuvre de Harel de la Noë.

### Le viaduc de Caroual



Plan : BET ARTCAD

Longueur 102,50m ; hauteur max : 17,50m ; largeur : 4,22m ; arche centrale de 45m.  
Travaux de 1913 à 1916 pour la ligne St Alban à Erquy.



Pour sa réparation, le viaduc de Caroual a fait l'objet d'une inspection expertise par le Cerema (enrobage insuffisant, carbonatation et chlorures ...) puis d'un recalcul et d'un projet de réparations par le BE ARTCAD.

### Conclusion des recalculs :

- Les structures réparées et sans aménagement peuvent effectivement reprendre les charges piétonnes/cyclistes
- Les montants des garde-corps ne supportent pas les poussées normalisées horizontales (foule, vandalisme), mais ces charges sont importantes.
- Calculs menés avec le dernier règlement français en vigueur (pas les Eurocodes)
- Pas de manifestation de foule sur l'ouvrage, même après restauration
- Avec une solution légère de type platelage, la capacité des entretoises à reprendre la poussée de foule est sensiblement identique à l'existant
- Vis-à-vis de la capacité, les dégradations sont spectaculaires (éclats de béton, ruptures d'armatures) mais la capacité de la structure à se porter elle-même n'est pas remise en cause à court-terme seulement. Il y a lieu de s'inquiéter vis-à-vis des dégradations des diagonales du système arc/tendeur car en leur absence, le système ne fonctionne plus comme un treillis très rigide résistant mais comme 2 poutres de faible inertie chacune. Pour cette raison, et pour mettre un frein à la pénétration des chlorures, il convient d'entreprendre rapidement des réparations sur cet ouvrage

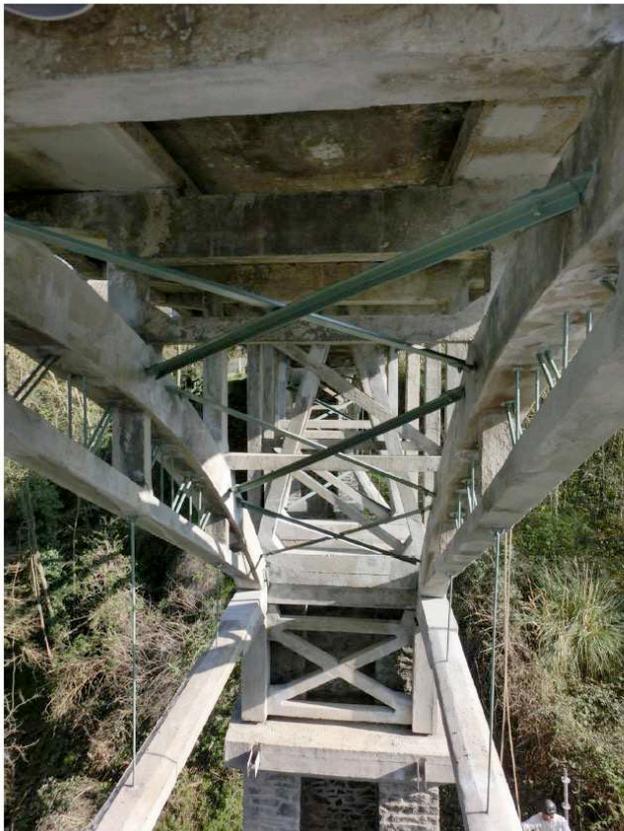
### Travaux :

- Enlèvement des dépôts et surcharges de remblai sur les accès
- Nettoyage de végétation, des parties béton de l'ouvrage
- Etanchéité et gestion des eaux des tabliers
- Traitement des abouts
- Réparation et traitement des bétons de l'ouvrage
- Remplacement des suspentes des travées de 12 m
- Traitement des articulations
- Remplacement des contreventements métalliques
- Mise en conformité des garde-corps vis-à-vis de la norme XP P 98-405 (géométrie et résistance) « garde-corps pour piétons sur ouvrages d'art »

## Les manifestations régionales



○ Réparations terminées



○ Purge du béton de diagonale de garde-corps et dégagement des armatures



○ Réparation des garde-corps sur zones ponctuelles



### Programme :

- Accueil à la Maison de la Mer, *par la mairie d'Erquy et l'Association des amis du viaduc de Caroual*
- Les ouvrages ferroviaires du génie civil – Histoire de ponts, 2000 ans d'innovation, *par CIMbéton et le SNBPE*
- Présentations des ouvrages Harel de la Noë, *par l'association Ameno*
- Réhabilitation des ouvrages Harel de la Noë dans le cadre du schéma vélo du département des Côtes d'Armor, *par le Service randonnée, espaces naturels et paysage des Côtes d'Armor*
- Le viaduc de Caroual, *par l'Association des amis du viaduc de Caroual*
  - Historique – Développement du petit train des Côtes du Nord
  - Focus sur l'ouvrage
- Diagnostic et réhabilitation des ouvrages en béton armé, enjeux et recommandations :
  - Cadre général, *par le CEREMA Ouest*
  - Pathologies du viaduc de Caroual, *par le bureau d'études ARTCAD*
- Enjeux du maître d'ouvrage – Travaux de restauration à prévoir à Caroual, *par le bureau d'études ARTCAD*
- Objectifs des travaux de restauration, *par la mairie d'Erquy et l'Association des amis du viaduc de Caroual*
- Temps d'échanges avec la salle
- Clôture, *par la mairie d'Erquy et l'Association des amis du viaduc de Caroual*
- Visite viaduc de Caroual
- Déjeuner à la Maison de la Mer



**6 février 2018 à Toulouse, 30 mars à Lyon, 3 juillet à Nancy, 25 septembre à Paris, 11 octobre à Mallemort, 8 novembre à Rennes et 14 novembre à Lomme :**

### **Des recommandations pour bien prescrire les bétons**

La mise au point des projets se complexifie au gré des évolutions normatives et réglementaires. Pour aider les maîtres d'ouvrages et les maîtres d'œuvre à rédiger les CCTP de leur projet, un groupe de travail de l'Association Française de Génie Civil (AFGC), composé de 50 experts représentant tous les acteurs de l'acte de construire en béton, a rédigé un ensemble de recommandations, qui sont à leur disposition sur le site de l'AFGC.

Cette démarche innovante et collaborative s'inscrit dans une logique de progrès visant à réaliser des ouvrages durables en béton. L'AFGC a organisé en 2018 au sein de ses délégations régionales, 7 journées techniques pour présenter ces recommandations aux acteurs du monde du Génie Civil.

Ces journées techniques ont regroupé près de 600 participants.

<b>TOULOUSE</b>	<b>Sud Ouest</b>	<b>6 Février</b>
<b>LYON</b>	<b>Rhône Alpes Auvergne</b>	<b>20 Mars</b>
<b>NANCY</b>	<b>Grand Est</b>	<b>3 Juillet</b>
<b>PARIS</b>	<b>IDF Centre</b>	<b>25 Septembre</b>
<b>MALLEMORT</b>	<b>Méditerranée</b>	<b>11 Octobre</b>
<b>RENNES</b>	<b>Ouest</b>	<b>8 Novembre</b>
<b>LOMME</b>	<b>Hauts de France</b>	<b>14 Novembre</b>

### **L'ABOUTISSEMENT D'UNE LOGIQUE DE PROGRES CONTINUS**

Le béton a fait l'objet depuis le début d'un siècle d'une évolution considérable.

Il offre aujourd'hui des performances et des propriétés qui permettent de maîtriser la durabilité des ouvrages et d'en garantir la valeur patrimoniale.

Mais les caractéristiques du béton se sont complexifiées pour répondre à des résistances toujours plus importantes, à des environnements de plus en plus agressifs, à des contraintes esthétiques et architecturales plus exigeantes, aux volontés d'innovation des concepteurs et à de nouvelles modalités de mise en œuvre.

Le corpus normatif des bétons permet aujourd'hui de maîtriser les effets des diverses pathologies potentielles des bétons. Pour adapter et optimiser la formulation des bétons et déterminer les épaisseurs d'enrobage, l'ensemble des agressions et attaques auxquelles est soumise chaque partie de l'ouvrage pendant sa durée d'utilisation doivent être prises en compte.

Cette évolution s'inscrit dans une logique de progrès qui vise l'optimisation des performances et de la qualité des bétons et la durabilité des ouvrages, en mettant à disposition du rédacteur du CCTP un ensemble de normes et de recommandations en constante évolution au gré de l'approfondissement des connaissances et des retours d'expérience.

### UN CORPUS NORMATIF ET REGLEMENTAIRE EN CONSTANTE EVOLUTION

Le corpus normatif et réglementaire, qui constitue un ensemble de textes cohérent, homogène et complet, encadre l'utilisation du matériau béton. Il permet en particulier de prendre en compte, dès la conception, tous les critères de durabilité.

Ces textes, en constante évolution, imposent aux maitres d'ouvrage et aux maitres d'œuvre pour la mise au point de leur projet et la rédaction de leur CCTP.

- de nouveaux choix fondamentaux;
- de nouvelles exigences à satisfaire;
- de nouvelles responsabilités

Une attention particulière est portée:

- aux agressions auxquelles seront soumis les bétons des différentes parties de l'ouvrage ;
- aux risques de pathologie (gel-dégel, alcali-réaction, réaction sulfatique interne) des différents bétons ;
- éventuellement à des exigences spécifiques relatives à la maîtrise de la fissuration et aux déformations différées (retrait, fluage) ;
- aux exigences esthétiques sur les parements

### NOTION DE DURABILITÉ DES BÉTONS

Un ouvrage doit résister au cours du temps aux diverses agressions ou sollicitations (physiques, mécaniques, chimiques...) auxquelles il est soumis, ainsi qu'aux actions climatiques telles que le vent, la pluie, le froid, la chaleur, le milieu ambiant... tout en conservant son esthétisme. Il doit satisfaire, avec un niveau constant, les besoins des utilisateurs au cours de sa durée d'utilisation.

Pendant longtemps les bétons ont été simplement spécifiés en considérant les performances mécaniques requises à 28 jours associées éventuellement à un dosage minimum en ciment. Pour la construction d'une structure, seules les exigences de résistance et de comportement en service étaient prises en compte pour en assurer la durabilité.

Mais la seule durabilité intrinsèque du béton ne suffit plus à garantir la durée d'utilisation de l'ouvrage. Prescrire un béton durable nécessite d'apprécier, dès sa conception, l'ensemble des contraintes environnementales et les agressions et attaques qu'il aura à subir pendant toute sa durée d'utilisation.

Aujourd'hui, la durabilité est donc appréhendée en considérant un ensemble de propriétés parmi lesquelles, bien sûr, la résistance mécanique à 28 jours. Les autres caractéristiques prises en compte visent à assurer l'adéquation entre les propriétés physico-chimiques du béton et les contraintes qui s'appliquent à l'ouvrage. Les caractéristiques à prescrire pour garantir la pérennité des ouvrages sont ainsi actuellement plus complètes et plus précises. Il est possible désormais de définir des objectifs de durabilité et de choisir avec précision les caractéristiques du béton en fonction de l'agressivité du milieu dans lequel se trouve l'ouvrage et de les optimiser, afin de les adapter à la durée d'utilisation souhaitée. Les spécifications pour le béton concernent en particulier la nature et le dosage minimal en ciment, la compacité minimale, la valeur maximale du rapport Eau/Ciment, l'enrobage minimal et la teneur maximale en chlorures dans le béton.

### LES OBJECTIFS DES RECOMMANDATIONS

Les recommandations ont été rédigées par des experts du matériau béton au sein d'un Groupe de Travail de l'Association Française de Génie Civil (AFGC). Elles ont pour objectif de transmettre aux rédacteurs du « CCTP Béton » des ouvrages de Génie Civil en béton (Ponts, passerelles, tranchées couvertes, ouvrages souterrains, ouvrages en site maritime, ouvrages en site fluvial ...) les bonnes pratiques et les éléments techniques nécessaires pour concevoir des bétons de qualité, adaptés aux besoins techniques et normatifs de l'ouvrage et en assurant sa durabilité.

Elles couvrent les ouvrages ou parties d'ouvrages en béton armé, béton précontraint ou béton projeté réalisés en Béton Prêt à l'Emploi ou sur chantier, ou réalisés à partir de produits préfabriqués en béton.

Elles concernent les travaux neufs ou les travaux de réparation, d'entretien ou de maintenance.

Elles s'adressent aux maîtres d'ouvrage, aux experts des bureaux d'ingénierie et aux maîtres d'œuvre en charge de la conception d'un projet d'ouvrage en béton.

Elles visent à expliquer les choix fondamentaux relevant de leur responsabilité et également à faciliter la rédaction des marchés de travaux en mettant l'accent sur l'ensemble des éléments à fournir par les prescripteurs, en explicitant la cohérence et les finalités des diverses normes et fascicules en vigueur et en permettant la prise en compte les dernières évolutions des bétons.

**Elles sont disponibles en version numérique sur le site de l'AFGC** et seront régulièrement complétées et mises à jour en fonction des évolutions du corpus normatif et réglementaire.

Nota : Le caractère pédagogique des recommandations permet de les utiliser pour des formations au sein du monde de l'enseignement ou dans le cadre de formation continue.

### LES RECOMMANDATIONS

Les diverses recommandations couvrent les domaines suivants :

### LES FONDAMENTAUX

- Durée d'utilisation de projet
- Décomposition en parties d'ouvrage et tableau de définition des bétons
- Qualité des parements
- Armatures passives
- Approche Performantielle

### DE CLASSES EN CLASSES

- Classes d'exposition
- Classes d'exécution
- Classes de cure
- Classes d'abrasion

### MAITRISE DE LA DURABILITE

- Réaction Alkali Granulat
- Réaction Sulfatique Interne
- Gel Dégel

### DES SPECIFICITES

- BFUP
- Bétons géotechniques
- Bétons projetés
- Résistance au feu
- Produits préfabriqués en béton
- Béton précontraint

Elles sont complétées par des notes d'information

- Caractéristiques mécaniques des bétons
- Détermination de l'enrobage des armatures
- Liste des normes et fascicules en vigueur
- Certification volontaire et marquage CE
- Normes et textes techniques
- Normes harmonisées et marquage CE

Chaque recommandation est constituée d'une part, d'un encadré détaillant :

- Les responsabilités: maître d'ouvrage, maitre d'œuvre, entreprise
- Les infos clef
- Un exemple de rédaction à inclure dans le CCTP

Et d'autre part d'un texte de quelques pages donnant des précisions et des compléments d'information.

### **A SUIVRE ...**

D'autres journées sont encore en cours de montage sur 2019, par les délégations régionales, dans d'autres lieux pour toucher un maximum de prescripteurs

2 mars 2018

Visite du pont de la rivière des galets

La délégation Océan Indien a organisé le 2 mars 2018, avec le concours de la Région Réunion et de l'entreprise Demathieu et Bard, une journée technique consacrée aux travaux du pont sur la rivière des galets.



### Quelques chiffres :

- Ouvrage de 430 mètres de long
- 1500 mètres de nouvelles voies
- 8 piles de 13 mètres de haut
- 35 mètres de fondations sous terre
- 30 000 m<sup>3</sup> de béton
- 4 000 tonnes d'acier
- Coût de l'opération : 80 millions d'euros

Après une présentation de l'ouvrage en salle, nous avons été sur le site.



Cet ouvrage viendra sécuriser la traversée de la Rivière des galets en remplacement des 2 ouvrages existants. Il accueillera tous les modes de transports avec 3 voies dans chaque sens, plus une voie côté mer pour les piétons et 2 roues.

Ce nouveau pont est réalisé dans un espace contraint entre les voies de la RN1 maintenues en circulation pendant l'ensemble des travaux. Il est dimensionné pour résister aux crues majeures de la rivière et aux phénomènes météorologiques intenses permettra aux usagers de circuler sur des voies adaptées et confortables.

Il est composé de fondations profondes et de deux tabliers en charpente métallique posés sur des piles et un chevêtre en béton.

Les travaux sont réalisés en tenant compte du contexte particulier du site :

- Aucun impact sur la nappe d'eau souterraine
- Préservation de l'espace pour les espèces protégées qui résident ou passent à proximité
- Gestion optimisée des déchets
- Respect de l'environnement sensible de la rivière

Les piles et les chevêtres : 8 piles de 3,3 m de diamètre qui constituent les 4 appuis du pont.

## Les manifestations régionales

Le chevêtre en demi-lune est un choix technique qui demande une méthode précise. Cette forme permet d'écartier les eaux du tablier en cas de crue.

Les tabliers : ils sont constitués d'une charpente métallique supportant une dalle en béton armé. Ils reposent sur les chevêtres et les culées. Les poutres du tablier sont arrivées par bateau et assemblées sur site puis la charpente est équipée d'un avant-bec de lancement. (Avant-bec de 40 mètres de long, avancée du tablier 9m/h).

Le chantier est réalisé par un groupement composé des entreprises :

- Demathieu Bard Construction – DBC
- Grands Travaux Océan Indien – GTOI
- Soletanche Bachy
- Matière

Vendredi 9 mars 2018 à Molsheim  
Suppression du passage à niveau 20

La délégation Grand Est de l'AFGC a organisé le vendredi 9 mars 2018, une journée de conférences et de visite sur le chantier de suppression du passage à niveau 20. Cette journée a permis d'accueillir 70 participants.



### Présentation

#### Un grand chantier ferroviaire et routier à Molsheim

Molsheim se situe à l'ouest de Strasbourg et constitue un nœud ferroviaire important au carrefour des lignes TER Strasbourg – Saint Dié et Strasbourg – Sélestat. La problématique du PN avec 16 000 véhicules/jour dont 500 poids lourds et 128 trains/jour soit plus de 3 heures de fermeture des barrières/jour générant d'importants encombrements routiers à Molsheim, a conduit au projet de création d'un passage inférieur.



En créant un ouvrage sous les voies ferrées pour les véhicules d'un gabarit inférieur à 3,85m, les piétons et les cyclistes, les différents flux de déplacements seront définitivement séparés. Cela permettra de gagner en sécurité, en fluidité et en confort. La principale entrée au sud de la ville sera entièrement réaménagée et paysagée.

Les travaux se déroulent de juin 2017 à septembre 2019, pour :

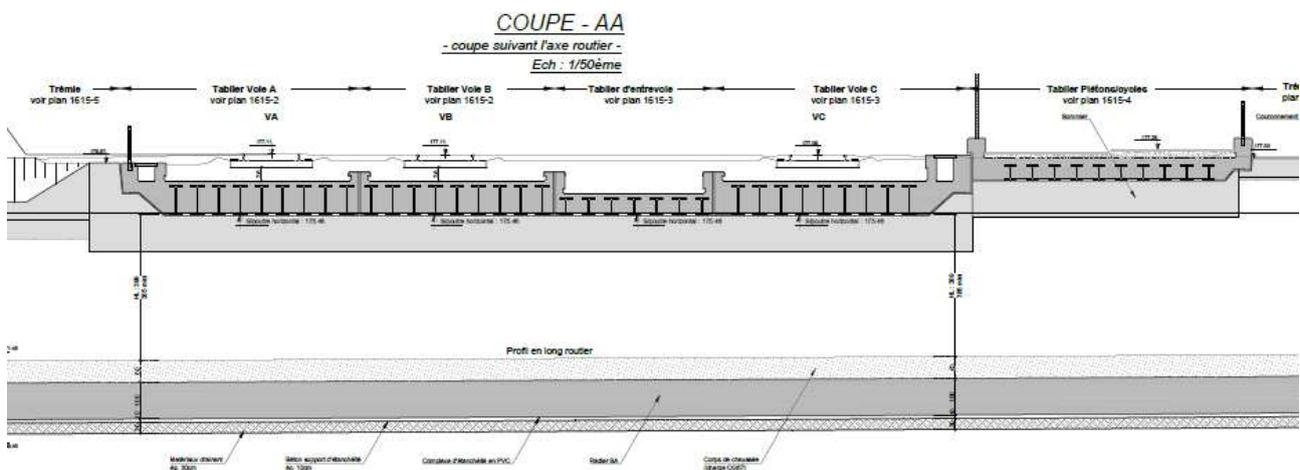
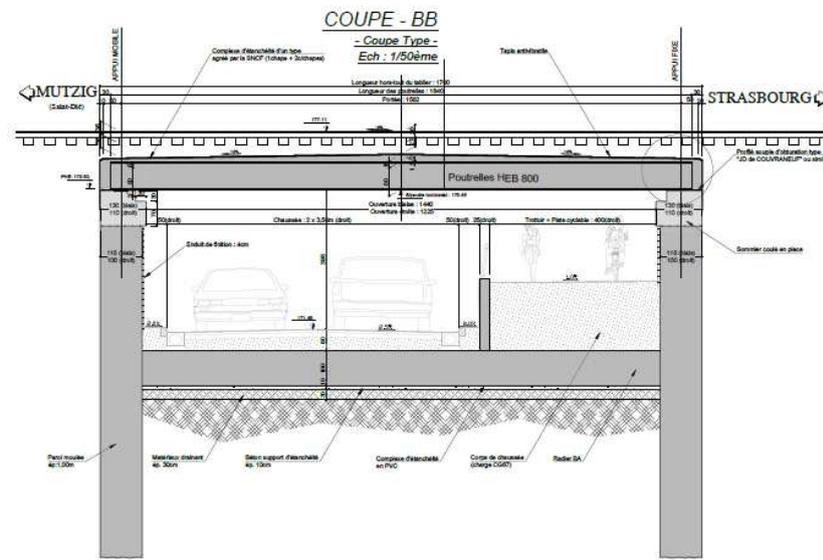
- supprimer le passage à niveau et le remplacer par un tunnel routier de 30 mètres
- réaménager les carrefours existants avenue de la Gare-route de Dachstein et rue de la Commanderie (route industrielle de la Hardt )
- créer des pistes cyclables et piétonnes
- faciliter le déplacement et l'accessibilité de la gare aux personnes à mobilité réduite
- aménager un espace paysager

Coût total du projet 22,4 M€ HT (2014) financés par l'Etat (SNCF Réseaux), la région Grand Est, le département du Bas Rhin et la ville de Molsheim

### Programme

- 09h30 Rendez-vous à l'entrée du chantier - route de la Hardt à Molsheim à côté de la gare de Molsheim.
- 09h40 Accueil et mot de bienvenue :  
Thierry NAUMER – SNCF réseau ingénierie et projets grand Est  
Didier Guth – Président de l'AFGC Délégation Grand Est
- 09h45 Présentation du chantier par la MOE et exposés techniques
- 12h30 Déjeuner chez « la Metzige »
- 14 à 16h30 Visite du chantier : Opérations de terrassement et ripage des tabliers

## Description de l'ouvrage projeté



Attribution du marché au groupement EIFFAGE GC + pro fond + EIFFAGE route Pour un montant de 5 443 980 €.

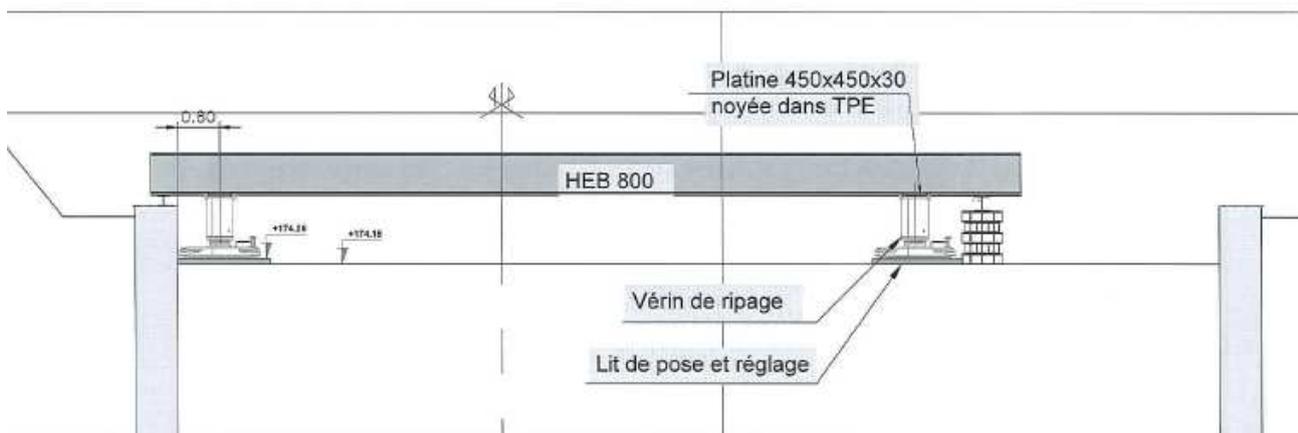
Variante acceptée sur la préfabrication du tablier piétons cycles et ripage lors du restime 4 avec le tablier de la voie C.

Quelques quantités :

- 4 120 m<sup>3</sup> de béton pour les parois moulées
- 412 tonnes d'armatures pour parois moulées
- 137 tonnes de poutrelles
- 12 000 m<sup>3</sup> de déblais pour la trémie
- 2 300 m<sup>3</sup> de béton pour les radiers

## Les manifestations régionales





Principe de ripage des tabliers



Jeudi 29 mars 2018 à Saclay  
Construction de la nouvelle École normale supérieure Paris-Saclay



La délégation Ile de France et Centre de l'AFGC a organisé le 29 mars 2018 une visite technique du chantier de construction de la nouvelle école normale supérieur de Paris-Saclay

### Rappel du programme

- Présentation de l'opération  
par Hélène GOBERT, Directrice du Projet ENS Paris-Saclay.
- De la maquette numérique aux travaux...  
par Guillaume BODET, Directeur de travaux AIA ingénierie.
- Point technique sur la verrière de l'atrium  
par Jean-Pierre TAHAY, Directeur de Viry - Fayat Group.
- Questions / réponses
- Visite du prototype et visite du chantier

### Présentation de l'opération



Ce projet de construction s'inscrit dans un vaste projet pédagogique et scientifique : la création de l'Université Paris-Saclay, dont l'ENS Cachan est membre fondateur s'inscrit dans un projet urbain de grande ampleur : l'aménagement du Sud du plateau de Saclay en un campus mixte en cours de réalisation.

### Calendrier de l'opération

Concours d'architecture : 2013

Attribution du projet à Renzo Piano Building Workshop : janvier 2014

Obtention du permis de construire : août 2015

Remise des offres des entreprises : mars 2016

Signature des marchés de travaux : novembre 2016

Livraison du bâtiment : avril 2019

### Quelques chiffres

Effectifs en 2018 : 3 000 personnes :

- 1 800 étudiants
- 420 doctorants
- 480 enseignants / enseignants-chercheurs / chercheurs
- 300 personnels techniques et administratifs

Surfaces du projet : 44 150 m<sup>2</sup> utiles / 63 850 m<sup>2</sup> sdp (surface de plancher)

- ENS Cachan : 42 000 m<sup>2</sup> utiles / 61 250 m<sup>2</sup> sdp
- Restaurant (CROUS) : 1 380 m<sup>2</sup> utiles / 1 500 m<sup>2</sup> sdp
- Amphithéâtre mutualisé 500 places : 770 m<sup>2</sup> utiles / 1 100 m<sup>2</sup> sdp

Budget : ENS Paris-Saclay + Restaurant CROUS + Amphithéâtre → Total 267 Millions d'euros

### Principaux acteurs du projet

Lot n°1 Terrassement-Gros œuvre. Titulaire: Campenon Bernard Construction. Montant : 56 075 k€

Lot n°2 Clos couvert. Titulaire : Roger Delattre (mandataire). Montant : 23 789 k€

Lot n°3 Réseaux. Titulaire : AXIMA Concept - ENGIE Axima (mandataire). Montant : 42 422 k€

Lot n°4 Aménagements intérieurs. Titulaire : SPIE Partesia (mandataire). Montant : 23 112 k€



### Un projet en full BIM (BIM d'or 2015)

Une proposition du maître d'oeuvre, initiatrice du processus... qui a rejoint les préoccupations de la Maîtrise d'ouvrage :

- ▷ *Qualité des études*
- ▷ *Gain de temps et respect des calendriers*
- ▷ *Contrôle du budget d'opération*
- ▷ *Maîtrise des coûts d'exploitation-maintenance future*
- ▷ *Meilleur dialogue avec les utilisateurs*
- ▷ *Meilleure appropriation du projet par les personnels et les étudiants de l'école*



## Les manifestations régionales



29 mars 2018 à Tréguier  
Renforcement du pont Canada sur le Jaudy

La délégation Grand Ouest a organisé le 29 mars 2018, avec le concours du Conseil Départemental des Côtes d'Armor, une journée technique consacrée aux travaux de renforcement du pont Canada à Tréguier sur le Jaudy.

### Présentation de l'opération :



Construit entre 1952 et 1954 par l'entreprise COIGNET, l'ouvrage est un pont en arcs en béton armé constitué d'un tablier suspendu. Avec une portée de 153 mètres il occupait, à l'époque le 2ème rang mondial. Sa flèche est de 26 mètres et sa longueur totale de 179,65 m.

L'ensemble de l'ouvrage est en béton armé à l'exception des suspentes. Le tablier est constitué d'une dalle reposant sur une grille de poutres (pièces de pont et longerons). La travée centrale est suspendue à chacun des arcs par l'intermédiaire de 18 suspentes espacées de 6,54 m, ancrées aux extrémités des pièces de pont. Chacune des suspentes est constituée de 40 fils métalliques de  $\varnothing$  7 mm, disposés parallèlement pour former une section rectangulaire (4 x 10 barres).

À l'intersection des arcs avec le tablier, ce dernier est encastré sur les arcs par l'intermédiaire d'une entretoise triangulaire. Le tablier possède dans sa partie centrale un joint de dilatation.

## Les manifestations régionales

Les caractéristiques principales sont les suivantes :

- Nombre de travées : 1 travée principale, avec 2 travées d'accès (une de part et d'autre),
- Portée des arcs : 153,00 m (portée théorique sur la ligne moyenne) **2ème rang mondial à l'époque**
- Fondations : Arcs fondés sur des massifs en béton de cailloux descendus jusqu'au rocher sain, armés de plusieurs lits de rails.
- Biais : 100 grades
- Longueur totale : 179,65 m
- Largeur utile entre garde-corps : 11,86 m (10,10 m entre arcs)
- Largeur utile de la chaussée : 7,00 m
- Largeur des trottoirs : 2 x 2,43 m avec une réduction au croisement des arcs avec le tablier, soit une largeur réduite de 2 x 1,55 m.

### Travaux (entreprise Freyssinet) :

- Remplacement de ses suspentes
- Remplacement des garde-corps, réfection des superstructures,
- Réparation et protection des bétons de l'intrados du tablier, des arcs et appuis des travées d'accès,
- Renforcement des longerons (poutres longitudinales) situés en rive sous l'intrados du tablier.

En complément de la présentation du projet par la maîtrise d'œuvre et du chantier par l'entreprise Freyssinet, cette journée a fait le point sur les techniques d'investigations des suspentes et sur les méthodes de protection cathodiques des bétons.

Cette journée a rassemblé 24 participants





**17 avril 2018 au grand port maritime de Dunkerque**  
**Visite du quai de Flandre**

La délégation Nord Picardie de l'AFGC a organisé le 17 avril 2018 une visite technique du chantier d'extension du quai de Flandre sur le port de Dunkerque.



Le terminal à conteneurs des Flandres se situe au port Ouest de Dunkerque, dans le bassin de l'Atlantique.

Le terminal est exploité par la société Terminal des Flandres, filiale de Terminal Link dont les actionnaires sont CMA CGM et China Merchants Holding International

Le projet d'extension du quai de Flandre a pour but de permettre à terme l'augmentation du trafic de conteneurs à 640 000 EVP en permettant l'accueil simultané de deux porte-conteneurs de 18 000 EVP (type triple E).



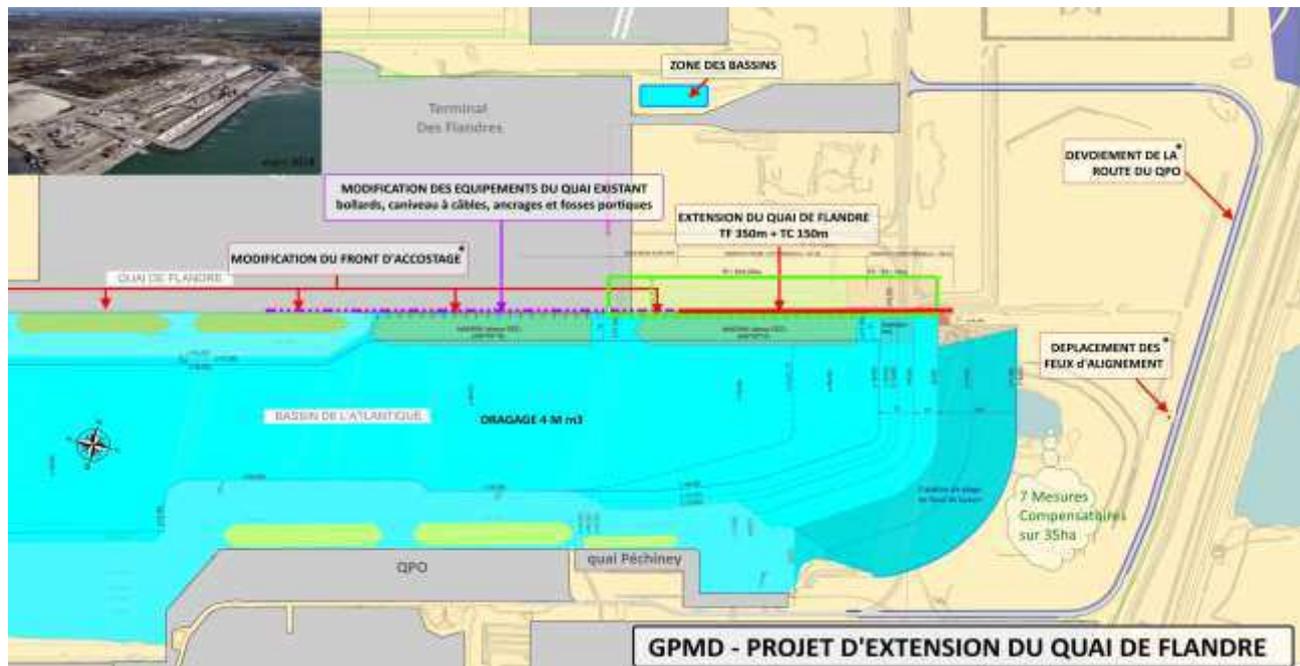
- Programme de l'opération : F.CARON, GMPD
- La conception : François LAPERE, GPMD
- Essais de pieux, instrumentations et suivis : Julien HABERT, CEREMA
- Prévention des réactions Sulfatiques internes : Vincent ROUSSEAU, BYTPRF
- Méthodes, phasage, chantier : L.MAIGNON, BYTPRF
- Rabattement de nappe : M.PLEUVRET, ERF
- Visite du chantier l'après midi



- L'allongement du quai existant de 350 m environ (341.60m) associé à la création de 3.05 ha de terre-plein bord à quai, au dragage du pied de quai à la cote -17.50 CMG et son raccordement au terrain naturel, en tranche ferme,
- Une extension de 150 m environ (158.40 m) supplémentaires de quai prévue, accompagnée d'une surface de terre-plein de 1.14 ha, ainsi que le dragage de pied de quai et son raccordement au terrain naturel, en tranche conditionnelle.

### **Cela représente à horizon 2020 :**

- 2000 m de quais et de terre-pleins supplémentaire
- 4 nouveaux postes à quai (accessibles aux plus grands porte-conteneurs)
- 350 ha de zones logistiques
- 30 Mm<sup>3</sup> de matériaux extraits
- **689 M€** d'investissement (303 M€ autofinancement, 130 M€ publics, 255 M€ privés)



QUESTION

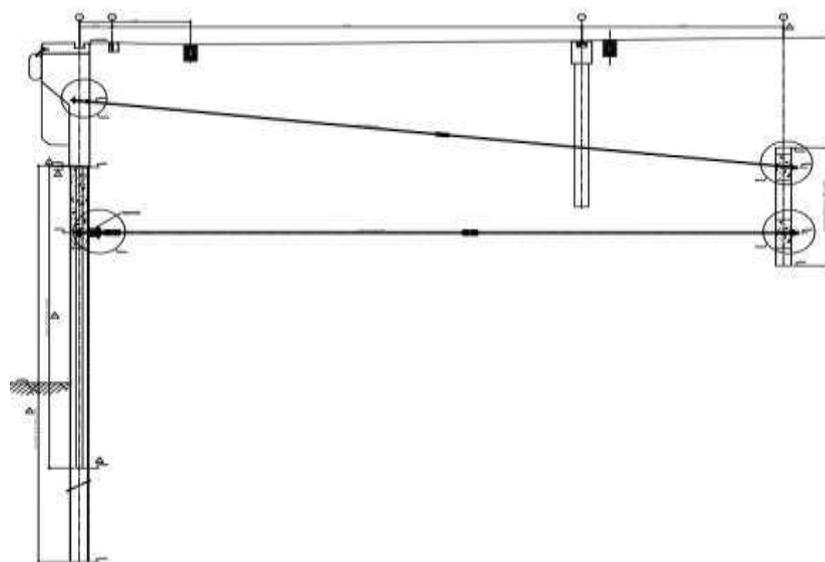
?

Les principaux ouvrages à réaliser comprennent :

- Le raccordement Nord au quai actuel avec :
- La réalisation de la digue de protection en prolongement du batardeau Nord actuel,
- Le rideau de soutènement en retour nécessaire à la tenue du quai actuel.
- Le quai principal en structure mixte: tubes/palplanches et le couronnement béton y compris les équipements portuaires,
- Un batardeau Sud,
- La voie de portiques arrière à 32 m

QUESTION

?





- Un combiwall constitué de pieux métalliques de diamètre 1168 mm et d'épaisseur 25 mm en acier X70 (485 Mpa) et de palplanches PU18 / S355, retenus par 2 nappes de tirants passifs ancrés dans les rideaux avant et arrière
- Une poutre de couronnement de 9,5 m de hauteur et 3 m de large en tête

Les ouvrages seront dimensionnés pour une durée de vie minimale de 100 ans.

Le béton pour la poutre de couronnement, les longrines et les ouvrages en béton armé est de classe C 35/45,

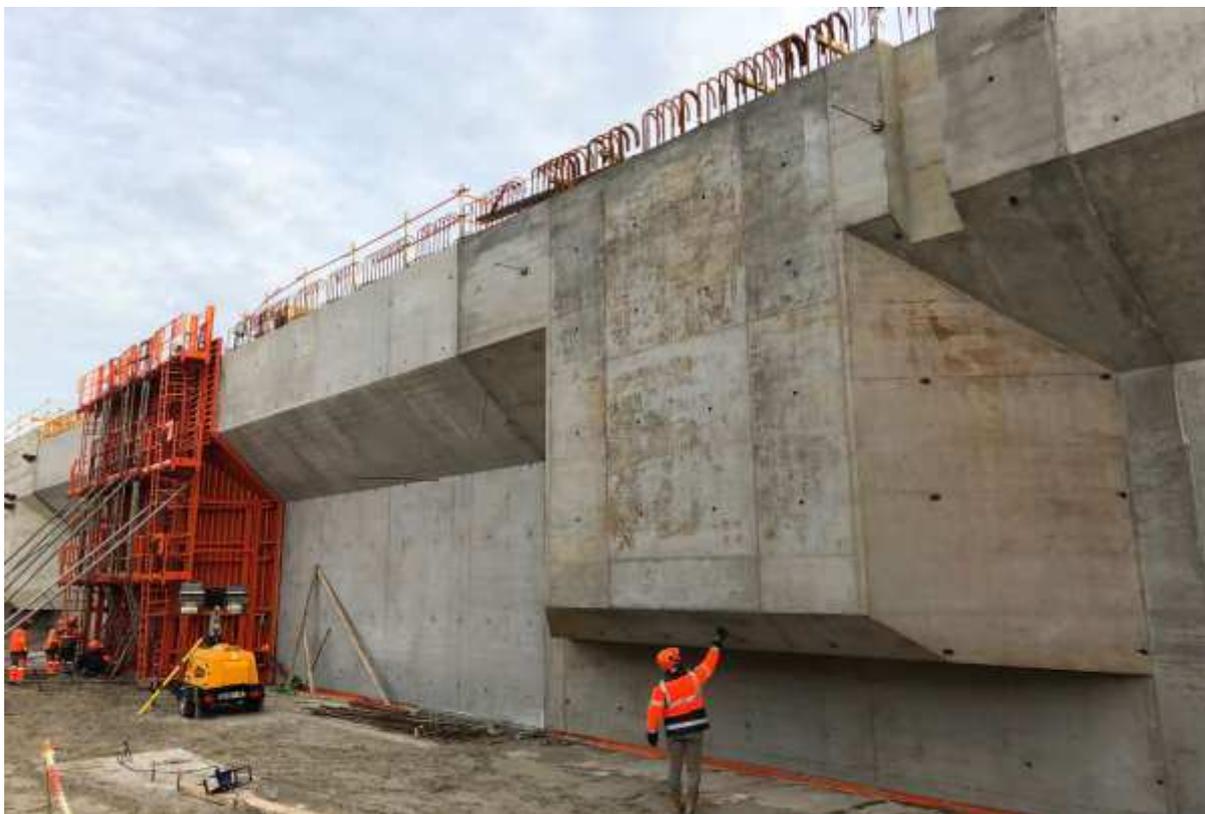
Le quai sera équipé d'anodes sacrificielles, pour une durée de vie de 20 ans. Les épaisseurs sacrificielles de corrosion sur les tubes du rideau principal à prendre en compte sont celles développées dans l'Eurocode 3 partie 5 pour une période de 50 ans.

Des études spécifiques pour la prévention des réactions sulfatiques internes ont été menées avec réalisation de plots d'essais et des études de simulation thermique lors de la prise du béton

La poutre de couronnement a été réalisée par plots de 10m à l'aide de deux coffrages spécifiques de 10m soit 200m<sup>3</sup> de béton par plot

Les travaux d'un montant de 35 m€, ont été menés sur 2017 et 2018 par le groupement BouyguesTP Région France mandataire, COLAS Nord Est Agence de Dunkerque et SPIE Fondations

*Principaux sous-traitants: SECO / TERRASOL / SENDIN / Colas Rail / ERF*



18 avril 2018

Gare Grand Paris Express de Fort d'Issy – Vanves – Clamart

### Présentation

La délégation Ile de France de l'AFGC a organisé le 18 avril 2018 une visite technique du chantier de la gare du Grand Paris Express.

Lancé en juin 2016, le vaste chantier de la gare Fort d'Issy – Vanves – Clamart est le premier du programme de construction des 68 nouvelles gares du Grand Paris Express. C'est un projet complexe, car il s'agit de concevoir la gare du nouveau métro sous les voies du Transilien, tout en maintenant celles-ci opérationnelles.

Le ripage de l'immense dalle de béton (7 000 tonnes et 2000 m<sup>2</sup>), une opération exceptionnelle par sa technicité, a été réalisé dans la nuit du 12 au 13 août 2017. Celle-ci, préfabriquée sur le chantier pendant cinq mois, a ripé trois heures durant au moyen de 42 chariots automoteurs multiroues.

### Programme

- Accueil sur chantier et présentation en salle 14h00 – 14h30  
Gualtiero ZAMUNER – Chef de projet secteur (SGP)  
Maxime LECOT – Directeur des travaux (BOUYGUES TP)  
Lukasz TANIUKIEWICZ- Responsable de production (BOUYGUES TP)
- Visite de chantier 14h30 – 16h00



© Société du Grand Paris / Gérard Rollando

### Quelques chiffres du chantier

- Environ 100 personnes mobilisées sur le chantier
- 30 000 m<sup>3</sup> de béton
- 12 000 m<sup>2</sup> de parois moulées
- 130 000 m<sup>3</sup> de terrassements

Plus d'informations sur le site du Grand Paris :

<https://www.societedugrandparis.fr/gpe/gare/fort-dissy-vanves-clamart>

**Jeudi 31 mai 2018 à Marseille**  
**BIM : Retours d'expériences**

La délégation Méditerranée de l'AFGC a organisé, en lien avec l'ISBA-TP, le jeudi 31 mai 2018, une journée de conférences dédiées au retour d'expérience autour d'un projet BIM structurel. Cette journée a permis d'accueillir 70 participants.

### Présentation

Cette journée fait suite à celle montée, il y a deux ans, sur les enjeux du BIM pour les différents acteurs de la chaîne de construction, avec le témoignage de bureaux d'étude, d'architectes, d'entreprises.

Les établissements de formation, dont l'ISBA-TP, n'ont eu de cesse d'adapter leur pédagogie pour intégrer le BIM dans les enseignements.

L'AFGC, et l'ISBA-TP, formation d'ingénieur de spécialisation dans le domaine du BTP, ont souhaité partager le retour d'expérience sur un projet traité sous l'angle du BIM structurel. Ce projet a été réalisé par les étudiants de la promotion 2017/2018, sous la direction de M. Eric TAILLARDAT.

Après une présentation des enjeux du BIM structurel, par l'équipe d'encadrement du projet, les étudiants de l'ISBA-TP ont restitués les étapes de ce projet.

### Programme

- 16h00 Accueil des participants Technopôle de Château Gombert, 5 rue Enrico FERMI, 13013 Marseille (plan d'accès joint), amphitheâtre 249
- 16h15 Mot de bienvenue et présentation de l'AFGC – J. Resplendino (AFGC), I. Rogoff (ISBA-TP)
- 16h25 Présentation du projet BIM STRUCTUREL – E. TAILLARDAT
- 16h40 Présentation de l'organisation du projet – V. THOMAS directrice des études à l'ISBA-TP
- 16h45 Présentation du projet par les étudiants de l'ISBA-TP
- 17h30 Retour d'expérience – conclusion
- 17h45 Questions / réponses
- 18h15 Fin de la manifestation

Mercredi 6 juin à Rochefort

Visite du chantier de restauration du pont transbordeur du Martrou



### **P**ésentation

Le mercredi 6 Juin la délégation Sud-Ouest de l'AFGC a organisé une manifestation consacrée à la visite du chantier de restauration du pont transbordeur du Martrou à Rochefort, à laquelle ont participé une quinzaine de professionnels.

Cet ouvrage d'art exceptionnel est l'un des derniers ponts de ce type au monde et le dernier en France.

Cette rencontre a été l'occasion de présenter l'opération de restauration du pont transbordeur de Rochefort, ses enjeux, problématiques et solutions techniques et enfin, de visiter le chantier et de se rendre compte sur site de la complexité du projet.



### Rappel du programme

- 09h30 : Accueil – café
- 09h45 : Ouverture de la journée (AFGC), introduction par G. De Gevigney, président AFGC Sud-Ouest et présentation du déroulement de la journée
- 10h00 : Intervention du Maître d'Ouvrage, l'Opérateur du Patrimoine et des Projets Immobiliers de la Culture (OPPIC) :  
Présentation de l'opération et de sa genèse,  
Historique de l'ouvrage et de ses particularités
- 10h45 : Intervention du Maître d'Œuvre, ARTCAD :  
Présentation du projet et de la conception Particularités des calculs et de la conception,  
Particularité de l'ouvrage (classé remontée mécanique)
- 11h30 : Intervention de l'Entreprise, Baudin Châteauneuf  
Présentation de l'organisation du chantier  
Dispositifs provisoires  
Travaux spéciaux (câbles, rivetage, anticorrosion)  
Présentation des phases marquantes du chantier déjà déroulées
- 13h00 Repas sur place
- 14h30 : Visite de chantier
- 17h30 : fin de la journée.

### Déroulement

Organisée par la délégation régionale Sud-Ouest de l'AFGC, la manifestation commence par un mot du président souhaitant la bienvenue à tous, rappelant le rôle de l'association et déroulant le programme de la manifestation.

La journée s'est alors articulée en plusieurs temps : la présentation du projet par la maîtrise d'ouvrage représentée par Mme Pauline PRION de l'OPPIC, puis l'intervention de la maîtrise d'œuvre représentée par Christophe ACCART d'ARTCAD et enfin, celle de Christian CROIZIER de l'entreprise Baudin Châteauneuf mandataire du marché.

À la suite de ces interventions et après un échange de questions/réponses avec les différents intervenants, les participants ont partagé ensemble un repas au restaurant de l'hôtel des Remparts lors duquel ils ont pu d'avantage échanger sur le projet présenté et sur leurs métiers en général. L'après-midi a été consacrée à la visite.

### Ouverture

Le président de la délégation régionale Sud-Ouest de l'AFGC, Gaëtan De Gevigney, présente l'association et rappelle son rôle premier : faire avancer le génie civil grâce à différents organismes de recherches nationaux et internationaux. Au niveau régional, les délégations ont pour but de rassembler divers corps de métiers, du chercheur à l'ingénieur en passant par les entrepreneurs en vulgarisant chaque fois un chantier emblématique.

Monsieur De Gevigney laissa ensuite la parole aux différents intervenants du projet.

### Conférences

#### *Présentation générale*

Le Pont Transbordeur de Rochefort est un pont métallique au-dessus de la Charente, conçu par l'ingénieur Ferdinand Arnodin. Cet ouvrage a été mis en service le 8 juillet 1900, après 27 mois de travaux. Il a été construit en remplacement d'un bac, système trop limité puisque la traversée est impossible à marée basse et par conditions météorologiques défavorables. A l'époque de sa construction, ce type de pont est un système innovant permettant de faire traverser piétons et véhicules, sans toutefois perturber la navigation maritime.

Le transbordeur est composé de 2 double-pylônes de 66,25 m de haut, en treillis rivetés et reliés par un tablier initialement en treillis semi-rigide de 175.5 m de long situé à 50 m au-dessus des plus hautes eaux de la Charente. Ce tablier supporte un chariot qui se déplace grâce à des galets sur des rails fixés sur les membrures inférieures des poutres du tablier. Suspendue à ce chariot, la nacelle évolue à 2m au-dessus des plus hautes eaux et permet le franchissement d'une rive à l'autre. La portée entre selles mobiles est de 140m.



### Historique

A la fin des années 1920, la généralisation du transport par camion et l'augmentation de leur capacité a mené à l'apparition de fissures et de ruptures dans le tablier : la capacité portante de l'ouvrage tel que conçu à l'origine, ne permet plus d'assurer la traversée des 200 000 véhicules par an (soit une traversée toutes les 8 minutes). C'est pourquoi, en 1933, l'ouvrage est renforcé : le tablier en poutre treillis est remplacé par un tablier à poutres latérales à âme pleine, les massifs d'ancrages sont renforcés à l'arrière par des blocs de béton et les suspentes sont modifiées ; à l'origine haubanés-suspendues, elles deviennent exclusivement suspendues. En 1960, les câbles paraboliques et les haubans en éventail ont aussi été remplacés, avec une configuration différente.

En 1967, avec la construction d'un pont à travée levante à proximité du transbordeur (détruit depuis), celui-ci se voit alors abandonné car moins commode d'utilisation. En 1976, le transbordeur est classé en tant que monument historique ce qui le sauve de la démolition, et en fait le dernier ouvrage de ce type en France. Il est à noter qu'il n'existe que huit ouvrages de ce type en service dans le monde.

Les premiers travaux de « mise hors péril », ont lieu en 1981. Mais ce n'est qu'après les travaux importants de 1990-1994 que le pont peut être remis en service pour une utilisation de circulation douce et purement touristique. Ces travaux ont en effet permis de remplacer tous les éléments de la suspension, de réaménager l'ensemble des accès et de reconstruire la nacelle.

Pour la remise en service du pont, le ministère des Transports, en l'absence de réglementation technique spécifique pour les ponts transbordeurs, le classe sous la réglementation des « remontées mécaniques ».

En 2010, suite à la rupture d'un tirant d'ancrage lors de la tempête Xynthia, et après avoir mis provisoirement en sécurité les 24 ancres des retenues, l'État entreprend un diagnostic de l'ouvrage et décide d'engager une opération de rénovation générale et de mise en sécurité du pont.

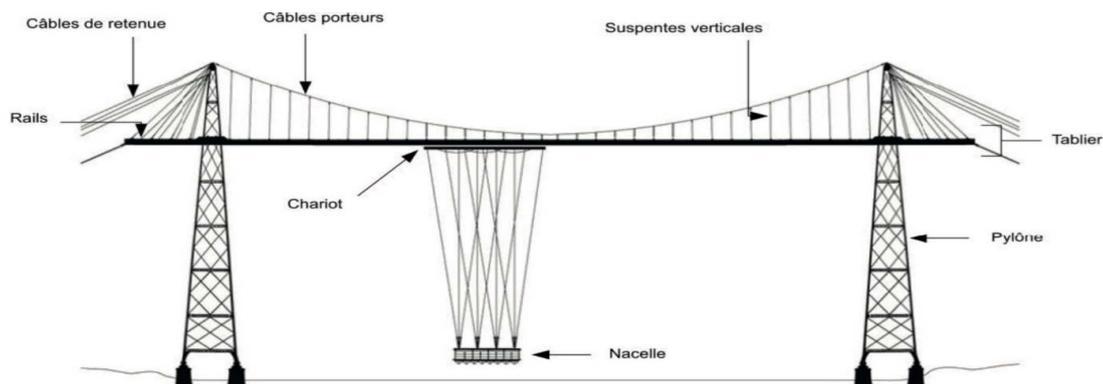
Ce diagnostic a révélé de nombreux désordres :

- Une forte corrosion des accostages, servant à absorber l'énergie, liés à un défaut de conception
- Une forte corrosion des escaliers non-réglementaire
- Une découpe de profilés structurels pour l'installation des escaliers réalisée en 1933 et n'ayant pas fait l'objet de vérifications
- Une suspension déréglée : des suspentes non verticales et de sections réduites par la corrosion, de la torsion des nappes et du glissement des attaches dénotant de probables efforts inconnus « enfermés » dans une structure sensible et non justifiée réglementairement
- Une surtension des haubans même à vide avec risque de rupture en chaîne
- Une forte corrosion des assemblages du tablier

### Les objectifs de la rénovation

- Architectural : retrouver les dispositions générales du seul pont suspendu à transbordeur subsistant en France,
- Patrimonial : utiliser et mettre en valeur les techniques de construction de l'époque comme le rivetage à chaud,
- Territorial : assurer et pérenniser une desserte essentielle au niveau local pour un service en continu toute l'année,
- Entretien / maintenance : améliorer les conditions de maintenance de l'ouvrage car l'ampleur des interventions devenait de plus en plus conséquente et de plus en plus coûteuse. De plus les produits et procédures utilisées présentaient leurs limites techniques et n'offraient plus une pérennité suffisante
- Communication: montrer l'avancement du chantier et expliquer le fonctionnement de l'ouvrage au public pour compenser la nécessité de fermer l'ouvrage pendant toute la durée des travaux.

La DRAC, alors pilote de l'opération, confie la maîtrise d'œuvre du projet à Philippe Villeneuve, Architecte en Chef des Monuments Historiques, assisté du bureau d'études techniques Artcad. Le parti pris de restauration retenu, après l'avis de la commission nationale des monuments historiques du 3 septembre 2012, est celui d'un retour à l'état d'origine du pont tel qu'il a été conçu en 1900, non seulement pour des considérations historiques mais également pour des motifs techniques. Cette remise en l'état consiste notamment à réinstaller les poutres du tablier à treillis et non pleines, de remettre en place des suspentes haubanées-suspendues et de démolir les adjonctions béton des massifs d'ancrage.



### *Les complexités de la rénovation*

La rénovation de l'état de l'ouvrage est donc très complexe notamment car :

- La corrosion de certaines pièces de l'ouvrage est à un stade avancé ;
- L'ouvrage étant globalement très "léger", la résistance des pylônes au vent est limitée ;
- La présence d'amiante dans la suspension ainsi que dans toutes les peintures de charpente (tablier, pylône, nacelle) ;
- La présence de plomb dans la peinture des éléments ;
- La proximité des habitations et le manque de place à proximité immédiate du chantier (présence d'une habitation à 1m du massif de la rive droite) ;
- La justification aux Eurocodes de l'ouvrage rénové avec l'intégration des efforts de vent, non pris en compte correctement lors de sa conception initiale. C'est d'ailleurs cet effort de vent qui est dimensionnant et non la charge dans le chariot ;
- La mise en place d'un accès au platelage du tablier conforme aux normes "Maintenance", d'un pont de vue de la géométrie et des charges (200 kg/m<sup>2</sup> ou 150 kg sur 20cm x 20cm).
- Le risque d'enfoncement du massif rive droite en phase travaux : en effet, la couche calcaire est à 18 m de profondeur mais celui-ci repose sur des pieux en bois de seulement 9m mis en place au refus. Les calculs prédisaient un enfoncement entre 30 cm et 1.5m, selon les approches en phase AVP, avant d'affiner les calculs en phase G2 PRO.

De plus, de nombreuses autorisations ont été nécessaires car non seulement l'ouvrage est classé aux monuments historiques mais ses alentours sont également protégés. Outre les autorisations classiques au titre du code du patrimoine et de l'urbanisme, un accord des services de l'État chargés de l'environnement a dû être obtenu pour les autorisations relevant du site classé, des ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique), de la zone Natura 2000, de la loi sur l'eau et de la navigation maritime. Un accord du STRMTG, service de l'Etat (Service technique des remontées mécaniques et transports guidés), chargé des transports sera également à obtenir après restauration pour avoir, à terme, l'autorisation d'exploiter l'ouvrage, classé remontée mécanique.

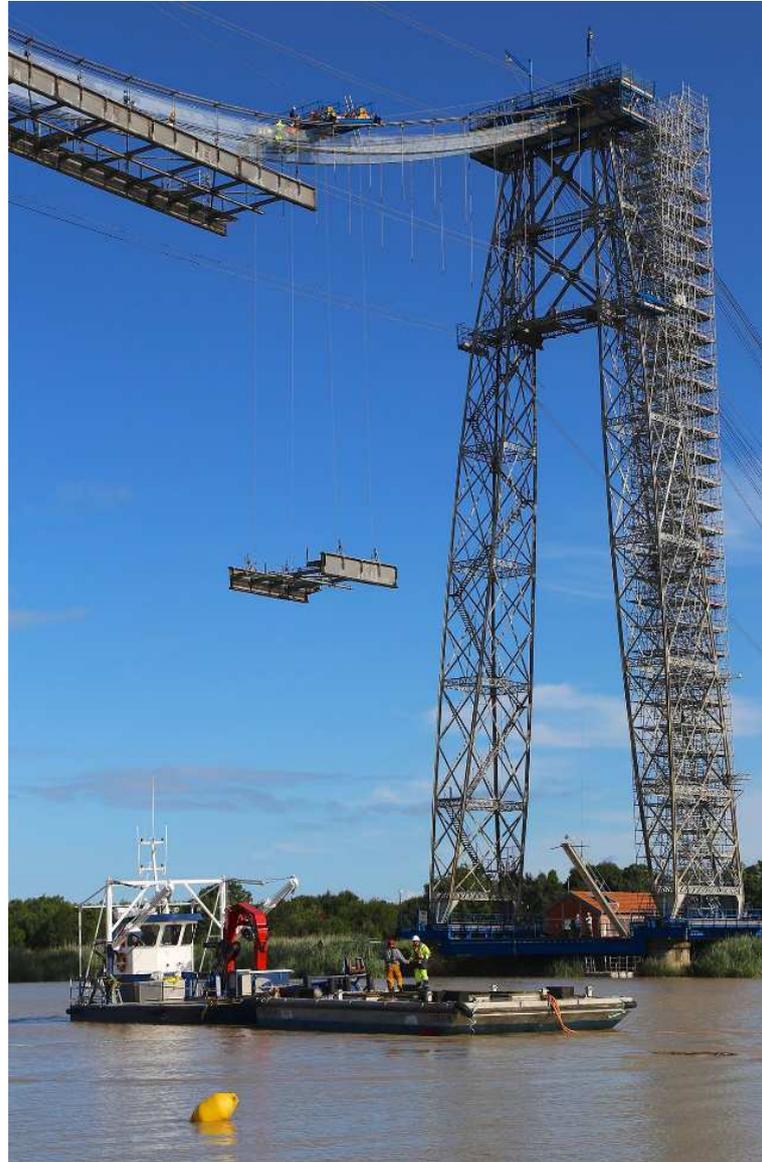
Fin 2014, compte tenu de cette complexité, le ministère décide de confier la conduite du projet à l'Oppic. Un dialogue compétitif est mené en 2015, à l'issue duquel le marché de travaux tout corps d'état est confié à l'entreprise Baudin-Chateauneuf. Le budget alloué à l'opération s'élève à 22,5 M€.

### *Le phasage des travaux*

La durée des travaux est de 3 ans, la remise en service du pont transbordeur est prévue à l'été 2019. Le début des travaux a commencé fin août 2016. Le phasage des travaux est le suivant :

- Septembre 2016  
Dépose de la nacelle
- Octobre 2016 à Juin 2017  
Remplacement des 200 diagonales corrodées des pylônes : dépose et pose des barres une par une par des cordistes habilités pour les travaux en présence d'amiante. Chaque diagonale est provisoirement assemblée avec des boulons avant rivetage à chaud
- Septembre 2016 à Février 2017  
Mise en place des accès :  
Montage des plateformes en pied de pylônes, des échafaudages, des ascenseurs de chantier et des portiques de tête de pylônes spécialement conçus pour le chantier, aucun renforcement des fondations n'a été nécessaire  
Montage des passerelles à câbles et de la plateforme sous tablier
- Mars à Juin 2017 :  
Préparation à la dépose du tablier :  
Mise en place de l'haubanage provisoire aux ancrages  
Mise en place de l'haubanage provisoire en tête de pylônes  
Détente des câbles de retenue du tablier et prédécoupe du tablier  
Dépose des travées latérales de 15T par grutage  
Dépose de la partie au-dessus de la Charente grâce à un chariot de manutention détachant les éléments de tablier et les déposant 50 m plus bas sur une barge (temps de dépose d'un élément : 2h pendant 3 semaines en laissant la priorité au transport transporfluvial)
- Juillet à Août 2017  
Dépose de la suspension et des câbles porteurs existants
- Août à Septembre 2017  
Découpe et évacuation pour enfouissement du tablier amianté et de la suspension existante
- Septembre 2017 à Septembre 2018  
Échafaudages et confinement des pylônes en 2 phases
- Novembre 2017 à Juillet 2018  
Assemblage au sol du tablier treillis neuf par rivetage à chaud. Chaque élément unitaire du tablier a été réalisé en atelier.
- Mars 2018 à Septembre 2018  
Désamiantage par sablage partie haute rive gauche
- Mai à Septembre 2018  
Protection anticorrosion zone haute pylône rive gauche
- Mars à Aout 2018  
Traitement des ancrages : démolition, sciage des blocs et dépose
- Automne 2018 et 1er semestre de 2019  
Montage de la suspension neuve, du tablier par tronçon de 9m et en phasage inverse de la dépose, du chariot, des escaliers...

## Les manifestations régionales



22 juin 2018 à Saint-Paul  
Visite du pont de la ravine de la Plaine

La délégation Océan Indien a organisé le 22 juin 2018 une journée technique consacrée aux travaux du pont RD2 et RD4 à St Paul.



### Présentation globale :

- Maîtrise d'ouvrage : Département de La Réunion
- Maîtrise d'œuvre : Groupement IOA, BII, SODEREF
- Architecte : Soberco Architecture et Paysage (Pierre Million)
- Entreprises : GTOI (Mandataire), Cordioli, Forintech
- Coût de construction : 11,7 Millions d'euros pour le lot Ouvrage
- Financement : FEDER / Région Réunion / Département de La Réunion
- Calendrier : Etudes : 2010 – 2013. Travaux : 2014 – 2018



### Caractéristiques techniques :

La ravine la Plaine se situe entre les lieux-dits Sans-Souci (RD2) et La Plaine (RD4). Afin de favoriser son insertion dans le paysage, les concepteurs ont opté pour un ouvrage à travée unique de 101 mètres de long.

Cet ouvrage a été réalisé pour permettre aux Hauts de Saint-Paul de continuer leur développement grâce à de meilleures conditions de circulation.

La structure de l'ouvrage est innovante et s'insère avec élégance dans le patrimoine des ouvrages de l'île.



Son tablier, une ossature mixte acier-béton, est constitué par :

- Un hourdis supérieur en béton C 35/45 de largeur constante, réalisé sur prédalles participantes ;
- Un treillis métallique tridimensionnel tubulaire d'une hauteur constante de 2,15 m
- Quatre arcs métalliques surbaissés, en caisson, connectés directement à la membrure inférieure du treillis en partie centrale et par 4 pilettes métalliques de part et d'autre de la clé.

La construction du tablier a été réalisée par encorbellements successifs des deux fléaux et clavage à la clé. Les tronçons d'arc et de treillis ont été assemblés par soudage.

## Les manifestations régionales



### Quelques chiffres :

- 2 x 1 voie + trottoir amont
- Travée unique : 101 m
- Largeur : 10,11 m
- Béton : 1 232 m<sup>3</sup>
- Acier pour béton armé : 175 t
- Acier pour charpente métallique : 730 t

28 juin 2018 à LUMES (site BAMEO)

Travaux de modernisation des barrages de l'Aisne et de La Meuse

La délégation Nord Picardie de l'AFGC a organisé le 28 juin 2018 une visite technique des travaux de modernisation des barrages de l'Aisne et de La Meuse



### Rappel du programme

10 h 00	Accueil des participants au centre d'interprétation Lumes (Bameo - Zone Le Pêcher – 08440 Lumes)
10 h 15	Mot d'accueil et présentation journée : Paul Cathelain AFGC
10 h 30	Présentation du projet et visite du PCC
12 h 30	Repas
13 h 30	Visite du chantier du barrage de Mézières (M09)
15 h 00	Visite du barrage en exploitation et la microcentrale de Fumay St Joseph (M18)

### Présentation de l'opération

La société BAMEO, dont les actionnaires sont VINCI Concessions (50%), SHEMA – Groupe EDF (20%) et Méridiam (30%), a signé le 24 octobre 2013, avec Voies Navigables de France (VNF) un contrat de partenariat pour le remplacement de barrages manuels sur l'Aisne et la Meuse. Il s'agit du premier partenariat public-privé réalisé en France sur voies navigables.

Le contrat, d'une durée de 30 ans porte sur la conception, le financement, la construction, puis l'exploitation, la maintenance et le gros entretien renouvellement (GER) de 29 barrages automatisés et de leurs équipements associés. Il comprend également la déconstruction des barrages existant, ainsi que la remise à niveau, l'exploitation, la maintenance et le GER de 2 barrages déjà automatisés. En outre, il est prévu d'équiper 3 des barrages de microcentrales de production d'hydroélectricité.

Ce contrat d'un montant de 312 millions d'euros a été conclu pour une durée de 30 ans dont 5 ans de travaux. 23 barrages sur le fleuve Meuse et 6 sur la rivière l'Aisne sont concernés.

Le projet constitue un élément majeur de la modernisation des infrastructures fluviales françaises. Il s'inscrit dans le cadre des objectifs de performance environnementale 2011-2013 de VNF (passes à poissons sur chacun des ouvrages pour assurer la continuité écologique, production d'hydroélectricité conformément aux objectifs nationaux de transition énergétique)

Il s'agit, sur 5 ans, de moderniser les installations existantes en remplaçant les barrages à aiguilles par des barrages à bouchures gonflables à l'eau totalement automatisés, conçu grâce à une enveloppe renforcée de type élastomère. Cette technique inédite en France permet de garantir de manière fiable la tenue de la ligne d'eau pour les usagers, les exploitants et les riverains.

La standardisation des 29 barrages facilitera l'exploitation, la maintenance, et également la gestion des pièces de rechange.

Enfin, 3 microcentrales de production d'hydroélectricité seront réalisées sur le fleuve Meuse

La technologie des barrages gonflables à l'eau est une première en France sur autant d'ouvrages sur un même cours d'eau. Cette solution a été choisie car elle répond bien aux caractéristiques de la voie d'eau, aux débits, aux hauteurs de chute, et donc aux niveaux de performances attendues pour la tenue de la ligne d'eau, avec un bon niveau de fiabilité pour les usagers, les exploitants et les riverains. De plus, cette solution présente un niveau de standardisation élevé qui facilitera l'exploitation et la maintenance. C'est une technologie qui est largement rependue en Allemagne et en Autriche ainsi qu'au Japon et aux États-Unis.

La conception a été réalisée par BRL Ingénierie + Faubourg 2/3/4 + Hydrostadium + ISM.

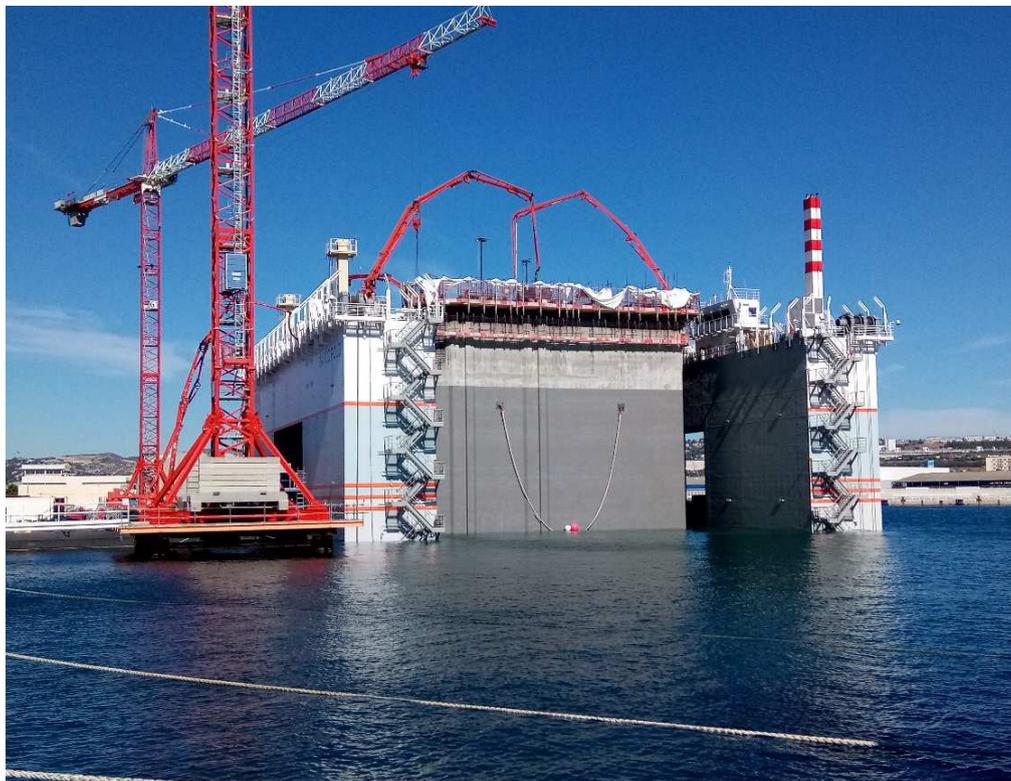
### Le Centre d'Exploitation des barrages de l'Aisne et de la Meuse

- Depuis le printemps 2016, un nouveau bâtiment sur la zone d'activités départementale de Lumes regroupe :
- le siège de BAMEO,
- le siège de la société SeMAO, chargée de la maintenance et de l'exploitation de l'ensemble des barrages, microcentrales hydroélectriques et équipements associés,
- le centre d'exploitation des barrages de la Meuse qui accueillera l'équipe d'exploitation des 23 barrages du fleuve Meuse,
- le poste de contrôle et de supervision de l'Aisne et de la Meuse qui aura en charge de veiller en permanence (24h/24 et 7j/7) sur les ouvrages,
- le centre d'interprétation permanent, espace d'exposition et de valorisation du patrimoine des barrages à destination du public.

Mardi 26 juin 2018 à Marseille

La préfabrication des caissons pour l'extension en mer du port de Monaco

La délégation Méditerranée de l'AFGC a organisé le mardi 26 juin 2018, une journée technique (conférences et visite du caissonnier) consacrée au projet d'extension en mer du port de Monaco et particulièrement à la préfabrication des caissons sur le port de Marseille. Cette manifestation a recueilli une cinquantaine de participants ; à noter qu'une autre journée technique est prévue en 2019, sur le site de Monaco cette fois ci.



### Résumé

- 9h00 Mot d'accueil – *E Cheype (Bouygues TP) - J Resplendino (AFGC Méditerranée)*
- 9h15 Présentation de l'opération - les enjeux du projet d'extension en mer pour l'Etat Monégasque  
*JL Nguyen (Gouvernement Princier, Directeur mission URBAMER, Directeur des TP)*
- 9h30 Présentation générale du projet et organisation des groupements pour la réalisation de l'opération  
*R Adeline (SAM Anse du Portier)*

- 9h45 Organisation du groupement pour l'Infrastructure Maritime (IM)  
*C Hirsinger (Bouygues TP)*
- 10h00 Organisation de la MOE, conception détaillée du projet de l'IM (de l'AVP aux études d'exécution)  
*D Compte, B Saunier (Bouygues TP), JP Chavet (EGIS)*
- 10h45 Pause
- 11h00 Organisation générale du chantier de préfabrication des caissons  
*E Cheype (Bouygues TP)*
- 11h15 Zoom sur la construction au coffrage glissant et le caissonnier  
*G Broudy, S Bellet (Bouygues TP)*
- 12h00 Zoom l'approche performantielle des bétons et l'Ecoconception  
*M Verbauwheide, D Audebert, J Resplendino (Bouygues TP)*
- 12h30 Déjeuner
- 17h00 Fin de la manifestation

### Présentation

La future extension en mer de la Principauté de Monaco comprend la réalisation d'un éco-quartier de 6 hectares, comportant des logements, des équipements publics, l'extension du Grimaldi forum, un parking public, un port d'animation, un parc végétalisé et une promenade littorale.

### Les caissons

Pendant que la construction des remblais d'assise progresse à Monaco, dans le Grand Port Maritime de Marseille démarre la fabrication des grandes pièces en béton armé qui constitueront la ceinture protégeant le nouveau quartier des assauts de la mer : les caissons.

La zone de préfabrication des 18 caissons se compose d'un espace de travail de 10 000 m<sup>2</sup> situé sur le quai du grand large au Port de Marseille, permettant notamment d'assurer les travaux préparatoires de ferrailage et du montage des coffrages des caissons.

Hauts de 26 mètres, d'environ 30 X 40 m. et pesant 10 000 tonnes chacun, ils sont construits un à un, en coffrage glissant (béton en continu). Au fur et à mesure que le béton est coulé et que le poids de sa structure augmente, l'ensemble caissonnier -caisson s'enfonce lentement, contrebalancé par la poussée d'Archimède exercée par l'eau de mer.

Hors d'eau, la première étape consiste à réaliser le radier de chaque caisson et les dix premiers mètres de voile béton via un coffrage glissant. La réalisation au coffrage glissant permet des cadences exceptionnelles, sachant qu'une fois démarrée, la construction des voiles est réalisée en continue sans interruption.

Le caisson est ensuite mis en flottaison et sorti du caissonnier pour être remorqué jusqu'au poste où seront réalisés les poteaux béton constituant l'ouvrage Jarlan (mur brise vague).

Le stockage des caissons avant leur remorquage par voie maritime vers Monaco est prévu dans le bassin Léon Gouret (Port de Marseille).

Ensuite, une deuxième phase de bétonnage permet de réaliser les parties qui seront vues de la mer, afin de leur garantir le meilleur aspect architectural.

Enfin, les caissons sont préparés pour prendre la mer, puis remorqués vers Monaco afin d'être mis en place sur le remblai d'assise : ils sont tout d'abord ballastés à l'eau de mer, puis lestés définitivement à l'aide de matériaux de carrière.

## Les manifestations régionales

Ces opérations sont renouvelées pendant 13 mois, jusqu'à l'achèvement de la « ceinture » complète comprenant les 18 caissons et 2 raccordements sur mesure :

Les bétons sont formulés selon la méthode de l'approche performantielle garantissant une durée de vie de 100 ans des ouvrages à la mer, les remblais techniques, accès terrestre, travaux de génie civil de seconde phase et raccordements nord et sud

La réalisation de l'infrastructure maritime monégasque nécessite également la fourniture importante de matériaux de carrières. Ces matériaux serviront au remblai, à la réalisation du talus et au ballastage des 18 caissons.

Le remblai exécuté après les opérations de dragages à Monaco servant d'assise aux caissons est constitué de matériaux 20/180mm. Pour le ballastage des caissons la fourniture de matériaux 0/20 mm sera utilisée. Enfin pour la constitution des talus pour le terre-plein courant, les matériaux 20/180 mm et 4/20 mm seront mis en place.

La mise en oeuvre de ces matériaux sera prévue en deux phases de réalisation : la première entre fin décembre 2017 et juin 2018 ; et la deuxième entre juin 2018 à août 2019.

Deux entreprises et sites régionaux ont été choisis pour la fourniture et le chargement de ces matériaux :

Pour la phase 1 :

Environ 1 550 000 tonnes de matériaux seront extraits de la carrière de Jean LEFEBVRE Méditerranée située à Châteauneuf-les-Martigues. Les chargements seront réalisés sur Fos-sur-Mer (Quai de CARFOS) avec le navire Full Pipe Vessel « Simon Stévin » de l'entreprise Jan De Nul (capacité de 30 000T par voyage).

Pour la phase 2 :

La carrière de SOMECA située au Revest, près de Toulon, pour environ 900 000 tonnes de matériaux. Les chargements seront réalisés sur le port de Brégaillon à la Seyne sur mer avec des bateaux des entreprises Jan De Nul (6 000 T/voyage) et SAIPEM (1 500T/voyage).

Situés à l'arrière des caissons, les remblais techniques sont réalisés à l'avancement de la pose des caissons, à l'aide de navires spécialisés qui effectuent des navettes à partir du port de Toulon. Lorsque la ceinture de protection est suffisamment avancée, un accès terrestre de chantier peut être aménagé à proximité du rond-point du Portier. Pendant ce temps, avant que l'accès maritime lui soit définitivement fermé, la pelle sur ponton revient retirer la dernière couche d'enrochements de protection du rivage existant, préalablement aux aménagements à venir.

La finition des caissons se poursuit par la construction de leurs dalles de fermeture, du mur chasse-mer et des superstructures protégeant la promenade de bord de mer.

Au nord, au raccordement du Larvotto, la profondeur étant trop faible pour y installer des caissons, la ceinture de protection est constituée d'une digue d'accroche constituée de blocs parallélépipédiques en béton armé (50 tonnes).

Au sud, côté « Fairmont », la digue du futur port est surmontée du même type d'éléments préfabriqués en béton armé afin d'assurer la protection du chantier vis-à-vis des houles de sud



### Calendrier

- Juillet 2015 : signature du Traité
- Septembre 2015 / mai 2017 : études détaillées de conception
- 4ème trimestre 2016 : début des travaux à Monaco (démarrage mesures de préservation des espèces protégées et travaux préparatoires)
- 2ème trimestre 2017 : début des travaux maritimes à Monaco
- Septembre 2017 : Arrivée du Caissonnier au Port de Marseille
- Octobre 2017 : Fabrication du 1er caisson C02
- 2<sup>nd</sup> semestre 2018 : Arrivée du 1er caisson à Monaco
- Fin 2019 : achèvement de la ceinture de protection et début des travaux de la phase Aménagements

### Les acteurs

#### Constructeurs

- Bouygues Travaux Publics / Bouygues Bâtiment Sud-Est / Bouygues SAS
- ENGECO / JB PASTOR & Fils
- Michel PASTOR GROUP / SMETRA / SATRI

#### Architectes – Urbanistes – Paysagistes

- Alexandre GIRALDI / Patrick RAYMOND
- VALODE & PISTRE ARCHITECTES
- Michel DESVIGNE
- Renzo PIANO / Emmanuel et Olivier DEVERINI

#### Bureau d'études Technique / Environnement

- EGIS / OASIS / SOMIBAT / MBA (AMO) / JB Pastor & SNEF / CREAPLAN / A9C

#### Contrôleur Technique

- SOCOTEC / COWI

**Jeudi 28 juin 2018 à La Ricamarie**  
**Journée réparation des tabliers du viaduc de la Ricamarie**

La délégation AFGC Rhône-Alpes, en relation étroite avec la Direction Interdépartementale des Routes Centre-Est (DIR CE) et les entreprises Freyssinet et Vinci Construction France TP (VCF TP) a organisé le jeudi 28 juin 2018, une journée consacrée à la réparation des tabliers du viaduc de la Ricamarie, situé non loin de la ville de Saint Etienne. Cette manifestation sur site, avec une visite de chantier, complète les conférences réalisées en novembre 2017.

### **Présentation**

Le viaduc de la Ricamarie est situé sur un axe de circulation majeur de l'agglomération stéphanoise, environ 60 000 véhicules l'empruntent chaque jour dont 12% de poids lourd. La réparation globale de cet ouvrage précontraint (transversalement et longitudinalement) fortement endommagé intervient après de multiples opérations de réparation depuis les années 2000 (une campagne tous les 2 ans environ). Lors de la phase actuelle de travaux, les piles ont été réparées (2016) ainsi que les tabliers (tablier Nord en 2017, tablier Sud en 2018). A l'occasion de cette manifestation, seule la réparation des tabliers est présentée.

### **Rappel du programme**

- 9h30 : Accueil, café
- 9h45 : Accueil des participants et présentation de la journée
- 10 h 00 : Présentation du contexte général de la réparation du viaduc par la Direction Interdépartementale des Routes Centre-Est
- 10 h 35 : Présentation de la conception de base par le CEREMA
- 11 h 10 : Présentation des études d'exécution par ARCADIS
- 11 h 45 : Présentation des spécificités du chantier et des réponses apportées en termes de méthodes par Freyssinet et VCF TP
- 12 h 15 : Echanges, questions et réponses
- 12 h30 : Déjeuner en commun pour échanges entre les participants
- 14 h 00 : Visite du chantier
- 16 h 00 : Fin de la journée

### Synthèse des présentations

Présentation du contexte général de la réparation du viaduc par la Direction Interdépartementale des Routes Centre-Est.

*Quelques caractéristiques de l'ouvrage :*

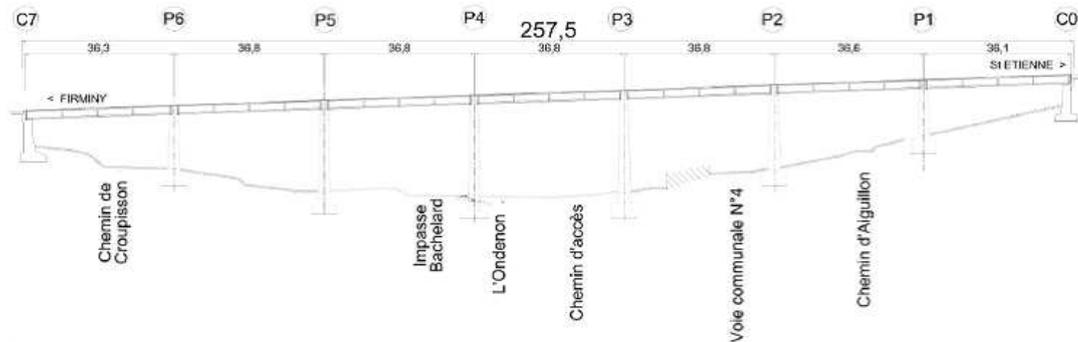
Le viaduc de la Ricamarie se situe sur la RN 88 à l'entrée de Saint Etienne dans le sens Le Puy En Velay – Givors. Il est situé avant le contournement de Saint Etienne menant à Clermont-Ferrand : il se trouve donc à un emplacement stratégique.



Le tracé en courbe de cet ouvrage impose aussi un dévers important de 6%.  
Le viaduc est implanté en zone urbaine (photo ci-après) avec notamment des habitations se situant très proches des piles et du tablier.



## Les manifestations régionales

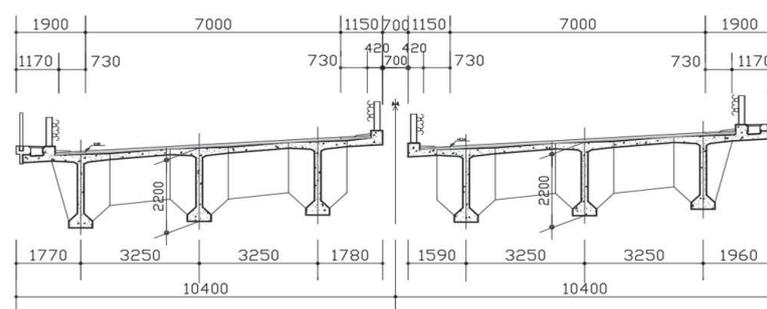


Cette situation géographique contraignante implique de nombreux aménagements pour le chantier. En effet, aucune déviation viable n'est possible pour faire les travaux. Il faut également limiter les nuisances sonores provoquées par le chantier.

Il convient aussi de noter que les contraintes de la viabilité hivernale sont prépondérantes sur cet ouvrage qui est sur une des portions les plus souvent salées et déneigée de la RN88

Ce viaduc est un VIPP (viaduc à travées indépendantes à poutres préfabriquées précontraintes par post-tension) construit en 1964 et 1965 par la Société des Entreprises LIMOUSIN.

Il est composé de 7 travées indépendantes de même portée. Ce viaduc possède la particularité de comporter 2 tabliers indépendants (tablier Nord et Sud) chacun soutenu par 3 poutres précontraintes de hauteur constante : il y a donc un ouvrage par sens de circulation. Cependant, ces 2 tabliers reposent sur les mêmes piles.



Coupe transversale de l'ouvrage

Le viaduc est entretoisé : 3 entretoises pour chaque travée et 1 entretoise sur chaque appui.

### Historique des études et des travaux :

- 2008 : inspection détaillée
- 2009 à 2013 : investigations
- 2012 : études préliminaires
- 2014 : APROA piles
- 2015 : DCE piles et APROA tabliers
- 2016 : réparation des piles et DCE tabliers
- 2017 : réparation du tablier sens Saint-Étienne ⇒ Firminy (tablier Nord)
- 2018 : réparation du tablier sens Firminy ⇒ Saint-Étienne (tablier Sud)

Voir planning ci-dessous :



### Investigations et diagnostics :

Lors de l'inspection détaillée de 2008 (une inspection détaillée est réalisée tous les 6 ans), de nombreuses pathologies ont été mises en évidence et ont été examinées de plus près lors des investigations qui ont été menées par la suite. La majorité des points critiques était provoquée par les problèmes d'étanchéité du viaduc. Voici quelques exemples :

## Les manifestations régionales



*Appareil d'appui dégradé*

Les investigations détaillées ont montré quant à elles un taux de perte de la précontrainte longitudinale égal à 45% contre un taux de 30% pris en compte lors de la conception de l'ouvrage. Ce coefficient confirmait également le résultat de la campagne de gammagraphie menée en 1994 qui relevait un défaut de remplissage de 75% des câbles.

### *Objectifs de l'intervention :*

Il a alors été défini les besoins et objectifs des travaux pour cet ouvrage afin de répondre aux pathologies citées ci-dessus :

- Renforcement de la capacité portante
- Étanchement du tablier / réfection de la chaussée
- Réparation ou remplacement des bétons dégradés
- Changement des appareils d'appui
- Protection des zones d'ancrage d'abouts de poutres
- Réfection des cachetages défectueux aux abouts d'entretoises et sur rives de hourdis
- Réfection des parements de piles

Il a aussi été décidé plusieurs modifications sur l'ouvrage pour mieux adapter l'ouvrage à sa situation urbaine et à la viabilité hivernale :

- Suppression des joints de chaussée
- Mise en conformité des dispositifs de retenue
- Mise en œuvre d'équipements spécifiques (écrans anti-projection)
- Création d'une bande dérasée pour faciliter le déneigement.

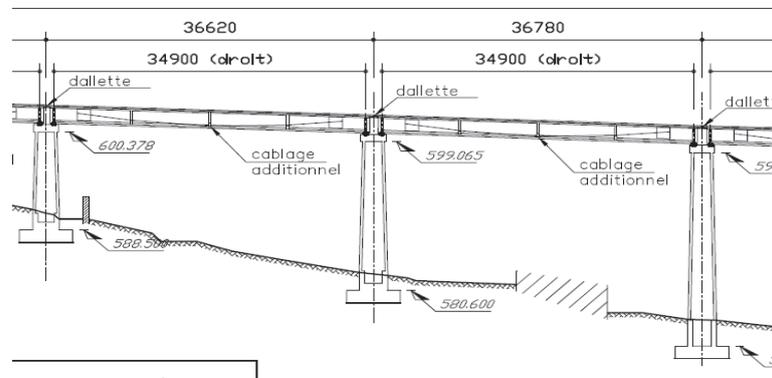
### Présentation de la conception de base par le CEREMA :

#### Les 3 solutions de l'APROA

Trois solutions étaient envisagées au début de l'étude pour la réparation de ce viaduc :

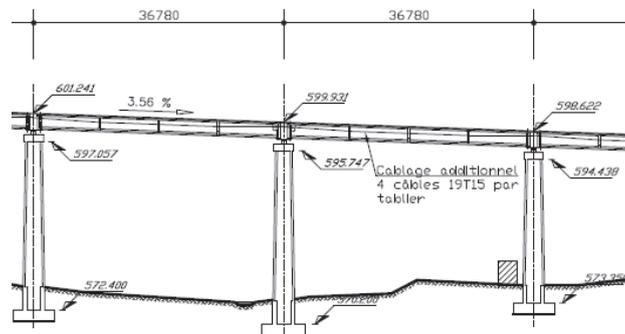
**Attelage + précontrainte additionnelle:**

Cette solution consiste à ajouter des dallettes souples sur appui afin de remplacer les joints de chaussée. Ces dallettes permettent de liasonner l'ouvrage longitudinalement et sont complétées par des barres de brélage précontraintes. Une précontrainte longitudinale additionnelle est aussi ajoutée travée par travée.



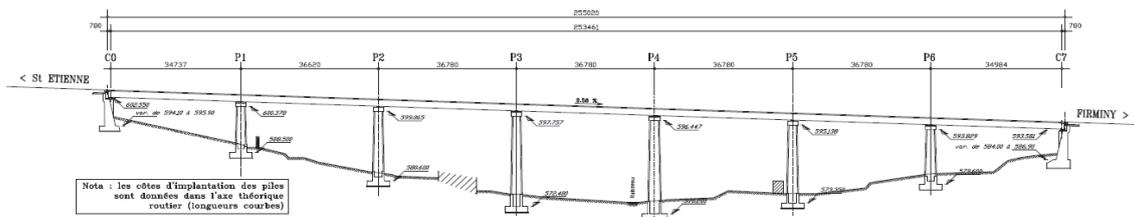
**Mise en continuité de l'ouvrage par précontrainte additionnelle**

La création d'entretoise sur appuis, permettant de créer la continuité sur appuis et l'ajout d'une précontrainte longitudinale continue sur toute la longueur de l'ouvrage.



Tabliers mixtes bipoutre neufs :

Remplacement des tabliers actuels par des tabliers mixte :

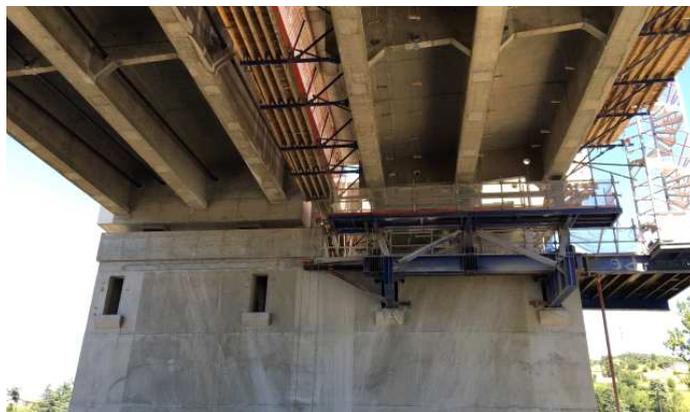


La solution 2 consistant à la mise en continuité de l'ouvrage a été choisie après une étude des divers impacts de chaque solution.

Cette solution comprend également l'ajout d'un hourdis additionnel de 10 centimètres d'épaisseur, il permet de justifier le hourdis en flexion transversale sous l'effet des nouvelles longrines et dispositifs de retenues CE.

De manière commune aux 3 solutions, il a aussi été décidé la réfection des piles par hydrodémolition des bétons dégradés et remplacement par un béton coulé en place ainsi que la création d'ouvertures dans ces dernières permettant la pose sur appuis provisoires du tablier existant lors des travaux sur les tabliers. Ces travaux ont été exécutés en partie en 2016.

Les chevêtres sur piles sont eux repris dans le cadre des travaux de 2017 et 2018.

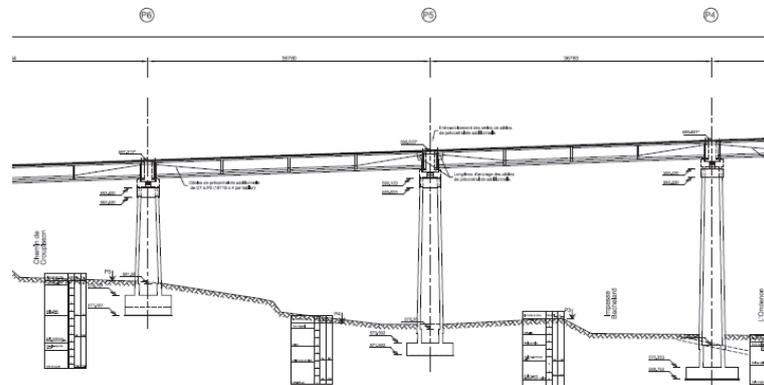


*Ouvertures créées dans la pile et appuis provisoires du tablier SUD*

### Présentation de la solution choisie et étudié en PRO

L'enchainement des tâches choisi est le suivant :

- Mise sur appuis provisoires des travées (réalisé avec le système de LAO)
- Démolition tenons, chevêtres et têtes de piles
- Réalisation de nouveaux chevêtres et d'entretoises de continuité
- Rajout de précontrainte longitudinale sur l'ouvrage
- L'ajout du hourdis additionnel se fait en dernier. Cette étape apporte une charge supplémentaire assez importante. L'effort tranchant induit est notamment repris par la précontrainte longitudinale grâce à son tracé contenant une légère déviation.



### Présentation des études d'exécution par ARCADIS

#### Études d'exécution du tablier

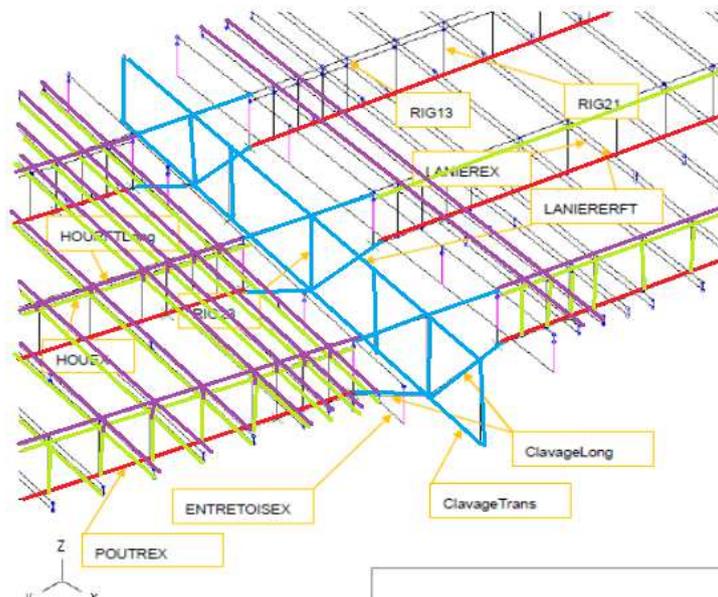
Les études d'exécution comportaient 2 grandes parties : le recalcul de l'existant et le calcul des renforcements à faire.

Afin de faciliter ces étapes, le bureau d'étude d'exécution ARCADIS a choisi un modèle barre pour répondre aux exigences suivantes :

Être au plus près de la modélisation réalisée en phase projet (modèle à barre sous ST1)

Pouvoir prendre en compte le phasage compliqué de cette opération

Une modélisation de type grillage de poutre sous ST1 a donc permis de répondre à ces attentes.



Le calcul des nouvelles entretoises représente une part importante des études. Ces éléments massifs nécessitent un ferrailage important. De plus, étant de dimensions différentes sur chaque pile, des relevés 3D ont été faits pour, d'une part optimiser les armatures, et principalement pour faciliter leur mise en place.

En effet, les piles sont de formes trapézoïdales et sont reliées par des poutres droites. C'est donc la forme des piles qui donne la courbure du viaduc. Cet aspect implique que chaque pile possède une section différente et ainsi les ferrillages ont dû être étudiés précisément pour pouvoir réaliser un ferrailage « sur mesure » pour chaque entretoise.

Ces relevés 3D ont aussi permis de vérifier que les sciages au câble, de complexité élevée sur ce chantier, étaient bien réalisés.

Présentation des spécificités du chantier et des réponses apportées en termes de méthodes par Freyssinet et VCF TP

Les entreprises VCF TP et Freyssinet ont ensuite présenté les aspects particuliers. Elles ont également abordé les modifications et optimisations apportées aux méthodes utilisées lors de la réalisation du tablier Nord en 2017.

En effet, la première phase de travaux sur le tablier Nord en 2017 a permis de modifier par exemple le point d'injection des gaines de précontrainte. Lors de la deuxième phase, les entreprises ont aussi utilisé les platelages déjà mis en place lors de la première phase ; seules quelques modifications mineures étaient nécessaires.

Ce chantier très technique comportait aussi un planning très serré. Par ailleurs, son implantation en zone urbaine ne facilitait pas les travaux.

### Visite du chantier

Durant l'après-midi, la visite du chantier a été l'occasion de visualiser tous les sujets évoqués lors des conférences et d'approfondir certains points.

L'avancement du chantier a permis de voir la majorité des étapes de ce projet avec le tablier Sud mais aussi de voir l'aspect final de l'ouvrage avec le tablier Nord.



*Vue de dessous du tablier : platelage indépendant de 26 tonnes pour chaque pile, ouvertures pour appuis provisoires côté NORD et platelage de travail entre les tabliers et en encorbellement*



*Platelage en encorbellement au niveau du tablier, tour d'accès, appuis provisoires sous chaque poutre*

## Les manifestations régionales



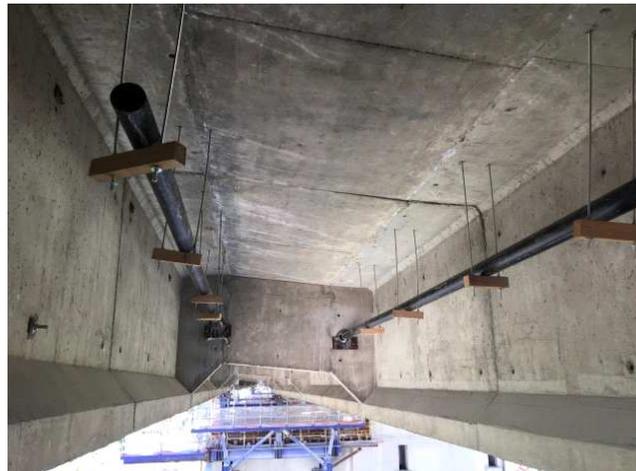
*Détails sur dispositif d'appui provisoire*



*Chevêtre et tenon démolis (au premier plan, tablier Sud) et nouveau chevêtre, entretoise et appareil d'appui définitif (arrière-plan, tablier Nord)*

## Les manifestations régionales

Cette photo montre aussi un exemple de zone où ont eu lieu les sciages au câble. Ce sujet avait aussi été abordé lors des conférences dans la matinée puisque ce type de démolition, notamment dans des zones difficiles d'accès comme sur ce chantier, est en augmentation.



*Gaine pour précontrainte longitudinale additionnelle*

Les gaines sont mises en place puis sont thermo-soudées. Les câbles sont ensuite insérés depuis la culée au niveau altimétrique le plus haut pour faciliter l'enfilage. Les gaines sont injectées à la cire pétrolière. Le point d'injection se situait en 2017 au centre du viaduc. Comme évoqué précédemment, le point d'injection est décalé d'une travée en 2018. Par ailleurs, lors de cette étape, il est primordial que la température extérieure soit favorable au vu de la longueur très importante de gaine à injecter.



*Ferrailage des entretoises*

## Les manifestations régionales



*Ferrailage des longrines en encorbellement sur lesquelles seront scellés les dispositifs de retenue*

25 septembre 2018 à Quiberon  
Nouvelles infrastructures portuaires de Port Haliguen

La délégation Grand Ouest a organisé le 25 septembre 2018, avec l'appui de la compagnie des ports du Morbihan, une journée technique consacrée aux travaux de construction des nouvelles infrastructures portuaires de port Haliguen, le port de plaisance de Quiberon

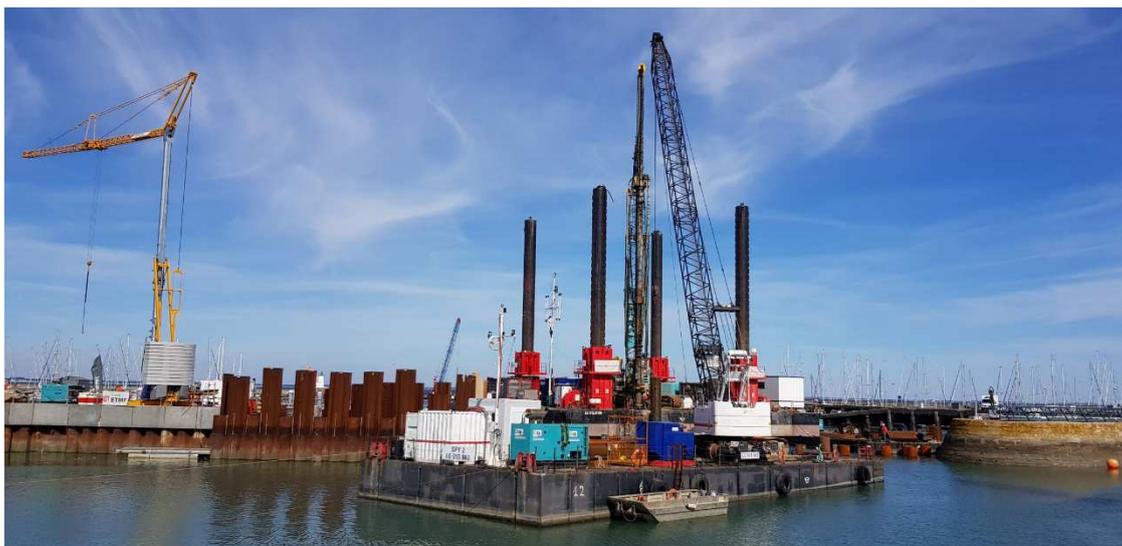
### Présentation de l'opération :

Plus importante opération de réaménagement d'un port de plaisance actuellement en France, l'origine du projet remonte à 2008 où il est envisagé de simplement draguer le port pour améliorer les profondeurs.

Le projet initial se limitait au dragage avec un clapage en mer des sédiments (.

Suite à la décision politique de ne plus claper en baie de Quiberon, il a fallu trouver une alternative pour évacuer les sédiments, ce qui a conduit au projet de rénovation du port pour les valoriser in-situ.

celui-ci comprend 60 000 m<sup>3</sup> de dragage-déroctage, la réalisation de bassins de stockage des sédiments fermés par un double soutènement mixte ancré dans le rocher granitique (2200 t de pieux et 550 t de palplanches) constituant les nouveaux terre-pleins, 22000 t d'enrochements et de matériaux de carrière pour constituer une darse, un bassin maintenu à flot par une digue submersible et un seuil amovible, le contrôle de l'agitation du port par la mise en œuvre d'épis déflecteurs, le réaménagement complet du plan d'eau avec la création de 1200 ml de pontons et passerelles à équiper, les pieux nautiques et un grill d'échouage.



### Le programme de la journée :

- 9h30 Présentation de la journée et de l'AFGC – M.Laude et C.Tessier
- 9h40 Organisation et gouvernance du CPM, domaine portuaire concerné, présentation et structuration du patrimoine - M.Herisset (Compagnie des ports du Morbihan)
- 10h00 Les principales caractéristiques et les problématiques du port, les ambitions, le Programme, la communication - M.Herisset (Compagnie des ports du Morbihan)
- 10h30 Les principes de conception - les évolutions dans les solutions envisagées - les entrants et objectifs ayant conduit aux solutions proposées - La prise en compte des contraintes environnementales et réglementaires -Les marchés de travaux - identification des risques et points de vigilanceL'organisation en phase Travaux - les principes de phasage - coordination entre les lots et l'exploitation du port INGEROP (F.Baudouin) / IDRA (A.Dréau) / Participation Atlantic MARINE (F.Mady)
- 11h20 Répartition entre intervenants, pilotage, méthodes, organisation du chantier, H&S, contraintes environnementales, Typologie de matériel – Th.Martin et B.Odin (Eiffage et Vinci)
- 12h15 Organisation des groupes pour la visite – F.Baudoin (INGEROP)

Cette journée à réunis 50 participants.



### Objectifs et enjeux de l'opération:

- Améliorer le lien Ville - Port
- Dynamiser et renforcer l'attractivité du port
- Restituer des profondeurs
- Optimisation de la darse de Castéro
- Bâtiments vieillissants et nécessitant des travaux lourds
- Déficit de stationnement

### Procédures administratives :

- Dossier d'étude d'impact Réalisé en juillet 2014 par IDRA Environnement
- Dossier d'étude d'impact Enquête publique du 8 juin au 24 juillet 2015.
- Conseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques (CODERST) : 13 octobre 2015
- Autorisation par arrêté préfectoral du 6 novembre 2015.
- Avis complémentaire du CODERST : 28 juin 2016 □ Avis favorable à l'unanimité
- Arrêté Préfectoral complémentaire du 19 juillet 2016.
- Choix du maître d'oeuvre après production de l'étude d'impact environnementale.
- Procédure d'Appel d'Offres à l'automne 2014
- Choix adapté car nature des travaux et géométrie du projet parfaitement défini avant consultation de la maîtrise d'oeuvre.

### Travaux sur 4 ans :

- Infrastructures : travaux en cours (début en septembre 2017)
- Livraisons des épis de protection du port : automne 2018
- Livraison du bassin à flot : fin 2018
- Livraison du plan d'eau dragué et aménagé : printemps 2019
- Livraison des premiers terre-pleins : automne 2019
- Fin des travaux d'infrastructures : printemps 2020
- Superstructures : début des études de conception
- Autorisations d'urbanisme (PC) : printemps 2019
- Début des travaux : automne 2019 Fin des travaux : 2021

**Jeudi 27 Septembre 2018 à Modane**  
**Tunnel Euralpin Lyon Turin : État des lieux**

La délégation Rhône Alpes de l'AFGC, en lien avec l'AFTES et INDURA a organisé le jeudi 27 septembre 2018, une journée de conférences dédiées à la section transfrontalière du projet ferroviaire Lyon-Turin dont Tunnel Euralpin Lyon Turin (TELT) est le maître d'ouvrage. Cette journée a permis d'accueillir plus de 80 participants.

### **Présentation**

#### *LA SECTION TRANSFRONTALIÈRE*

Le réseau de transport RTE-T est le nouveau réseau métropolitain européen favorisant la circulation des passagers et des marchandises grâce à un moyen de transport écologique : le train.

Son objectif est de réduire le transport routier qui augmente la pollution et les émissions de gaz à effet de serre. Au sein de ce réseau, la nouvelle liaison ferroviaire Lyon-Turin est à l'intersection de deux grands axes de communication en Europe entre le Nord et le Sud ainsi qu'entre l'Est et l'Ouest : la ligne mixte fret et voyageurs s'étend sur environ 270 km, dont 70% en France et 30% en Italie. L'élément central est la section transfrontalière, qui sera notamment composée du tunnel de base du Mont-Cenis. 89 % de la section transfrontalière est réalisée en tunnel tandis que la majeure partie des équipements en surface se situent dans des zones déjà modelées par l'homme (avec une emprise minimale au sol).

#### *UNE SOLUTION COMPÉTITIVE*

Le train est compétitif quand il voyage en plaine. Le seul moyen pour disposer d'un profil de plaine dans un environnement montagneux est de construire un « tunnel de base », qui permet de traverser le massif au point le plus bas. La ligne historique ne répond pas aux standards de transport internationaux. Cette ligne présente en effet une pente excessive : pour circuler dans le tunnel historique du Fréjus, les trains sont obligés de monter à plus de 1.300 mètres, ce qui nécessite souvent trois locomotives. Cela implique un surcoût, notamment énergétique, de l'ordre de 40%.

#### *TUNNEL DE BASE*

Le tunnel de base du Mont-Cenis, d'une longueur de 57,5 km - dont 45 km en France et 12,5 km en Italie -, est constitué de deux tubes à voie unique. Il relie les gares internationales de Saint-Jean-de-Maurienne et de Suse, avec des interconnexions au réseau existant, en France et en Italie

#### *GARES*

Les gares internationales jumelles de Suse et de Saint-Jean-de-Maurienne placent les montagnes olympiques de la Maurienne et du Val de Suse ainsi que les domaines skiables des Alpes françaises et italiennes sur le réseau européen RTE-T, à quelques heures de la plupart des capitales européennes. Ceci permettra d'alimenter le tourisme, autant en hiver qu'en été. Les projets sont conçus de façon à s'intégrer au mieux dans l'environnement naturel et urbanisé existant.

### *TEMPS ET COÛTS*

Le coût de la section transfrontalière est de 8,6 milliards d'euros (valeur en 2012), certifié par le groupement international Tractebel Engineering – Tuc Rail. L'Union Européenne finance 40 % du projet, le reste étant partagé entre les deux pays (35% pour l'Italie, 25% pour la France). Les appels d'offres pour les travaux définitifs sont en cours de lancement. La mise en service est prévue au 31.12.2029.

Par ailleurs, le montant des ouvrages engagés à fin 2019 s'élèvera à environ 1,9 milliard d'euros. Sur cette période, la France et l'Italie bénéficient d'une contribution européenne de 814 millions d'euros, conformément aux dispositions du « Grant Agreement » signé en 2015.

### *PROJET*

L'ensemble des travaux d'excavation représente environ 160 km (57,5 km pour chaque tube du tunnel, le reste pour des rameaux de communication et autres ouvrages annexes). En France et en Italie, les chantiers des galeries de reconnaissance sont déjà en activité voire déjà achevés pour une grande partie. En Italie, à Chiomonte, la galerie de la Maddalena d'une longueur de 7 020 m s'est achevée en février 2017, tandis qu'à Saint-Martin-La-Porte, une galerie de reconnaissance de 9 km creusée dans l'axe et au diamètre du futur tunnel de base est en cours d'excavation. Cette galerie s'ajoute aux 9 autres kilomètres de descenderies. A ce jour, plus de 14% du linéaire total de galeries à réaliser ont été déjà été excavés. La section transfrontalière du Lyon-Turin se trouve donc à un stade de réalisation avancé.

### *ENVIRONNEMENT*

Un des défis majeurs sur l'ensemble de l'arc alpin est de maîtriser le trafic de transit routier et de promouvoir des transports alternatifs à la route. Le trafic de fret transalpin a plus que doublé pendant les 30 dernières années. La prépondérance du transport routier demeure marquée par rapport au transport ferroviaire. Les passages routiers à travers les Alpes étant peu nombreux, la croissance du trafic se traduit par une concentration des poids lourds dans quelques vallées qui assurent les passages internationaux, ce qui rend ce trafic peu supportable pour les populations concernées. Sans une politique active en faveur d'un transfert vers le rail, c'est la route qui continuera de supporter l'essentiel du trafic à la frontière franco-italienne. Le report modal de la route vers le rail est fondamental dans le cadre de la stratégie européenne de réduction des gaz à effet de serre. Selon l'Analyse Coûts-Bénéfices (ACB) menée sur le projet, la construction de la nouvelle ligne permettra de réduire d'environ 3 millions de tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> par an les émissions de gaz à effet de serre, soit celles d'une ville de 300.000 habitants. Ceci sera obtenu grâce au transfert d'environ un million de camions de la route vers le rail.

### *CHANTIERS*

En vue de l'engagement des travaux du tunnel de base en 2017, de multiples données ont été collectées lors de l'excavation des trois descenderies en France à Saint-Martin-La-Porte, La Praz et Villarodin-Bourget/Modane. Compte tenu des sondages ponctuels, on obtient une longueur totale d'excavation d'environ 65 km. Les travaux d'excavation des galeries de reconnaissance se poursuivent en Italie, d'une longueur de 7 km à La Maddalena de Chiomonte, et de 9 km en France, dans l'axe et au diamètre du futur tunnel de base, entre les descenderies de Saint-Martin-La-Porte et de La Praz.

Tous les chantiers, tant en France qu'en Italie, sont conçus comme des sites industriels. Les travaux s'effectuent dans des lieux clos et contrôlés afin de minimiser les impacts extérieurs (poussières et bruit). La valorisation des matériaux d'excavation du tunnel de base permettra de limiter le transport des déblais et d'éviter ainsi l'ouverture de nouvelles carrières. Les matériaux présentant les caractéristiques requises seront utilisés pour produire des granulats pour béton (réutilisés dans les ouvrages), des remblais ou des buttes paysagères. Environ 50% des déblais seront ainsi valorisés.

## Les manifestations régionales

Le transport de matériaux non-réutilisables vers les sites de dépôt privilégie le mode électrique, par bandes transporteuses et par train.

### *GALERIE DE SAINT MARTIN LA PORTE*

Le chantier de Saint-Martin-La-Porte, en Savoie, a connu une première phase active entre 2003 et 2010 avec la construction d'une descenderie longue de 2.400 mètres. A partir de 2015, une deuxième phase de reconnaissances complémentaires a été lancée et depuis l'été 2016, un tunnelier baptisé « Federica » creuse une galerie de reconnaissance longue de 9 km, dans l'axe et au diamètre du tube Sud du futur tunnel de base. La réalisation de cette galerie permettra de mieux connaître un secteur à la géologie délicate en vue des travaux définitifs. Ce chantier représente un coût de 391 millions d'euros et celui-ci est financé à 50% par l'Union européenne, à 25% par la France et à 25% par l'Italie. Le tunnelier chargé de réaliser cette galerie a été conçu afin de faire face aux contraintes géologiques particulières de la zone. Construit en France, dans les usines de NFM Technologies du Creusot (Saône-et-Loire), il est équipé d'une tête de coupe d'un diamètre de 11,26 mètres et de 76 molettes, avec une puissance développée de 5 mégawatts, soit l'équivalent de huit moteurs de F1. Sa progression moyenne est de 100 millimètres par minute. En sa qualité de maître d'ouvrage, TELT a confié ces travaux à un groupement d'entreprises regroupant six sociétés de travaux publics - trois françaises et trois italiennes - dont le mandataire est Spie Batignolles Tpci.

### *SAINT MARTIN LA PORTE EN CHIFFRES*

8 737 mètres de galerie à creuser au tunnelier 480 personnes employées en pic de chantier 3 centrales à béton 1,3 millions de mètre cube à excaver, soit l'équivalent de 350 piscines olympiques

### Programme

- 6h30 : départ en autocar Villeurbanne
- 9h00 : arrivée au lieu de conférence // accueil café  
Centre d'Exposition Lyon Turin Ferroviaire,  
La RIZERIE, Place du 17 septembre 1943, 73500 MODANE
- 9h30 : actualités des associations organisatrices (AFGC, AFTES, INDURA)
- 10h00 : démarrage des conférences  
Présentation du projet dans sa globalité (Planning, Etudes, Travaux) A. Chabert  
Travaux :  
Le chantier de Saint-Martin-La-Porte (« SMP4 ») J. Triclot 30 min  
La Maîtrise d'œuvre des chantiers du Tunnel de Base côté France E.Clayton 30 min  
La gestion des matériaux excavés P.Schriqui 30 min  
Questions / réponses  
13h : fin des interventions des conférenciers
- 13h00-14h30 : déjeuner sur place, sous la forme d'un buffet convivial
- 14h30-15h : transport en autocar (uniquement) vers le chantier de Saint-Martin-La-Porte
- 15h : visite de l'usine de fabrication des voussoirs du chantier de Saint-Martin-La-Porte
- 16h45 : fin de la visite
- 17h00 : retour en autocar : retour devant la Fédération Départementale du Bâtiment et des Travaux Publics du Rhône 23 Avenue Condorcet, 69100 Villeurbanne
- 19h30 : fin de la journée

17 octobre 2018 à Champigny  
GRAND PARIS EXPRESS, Ligne M15 Sud, lot T2C : Creusement du tunnel

La délégation Ile de France et Centre de l'AFGC a organisé, le mercredi 17 octobre, la visite du chantier de construction du premier tunnel du Grand Paris Express.

Ce tunnel, tronçon de la ligne M15 Sud de 33 km entre Sèvres et Noisy-Champs, sera foré sur la partie la plus à l'Est entre les gares de Noisy-Champs et celle de Bry-Villiers-Champigny sur 7 km et est composé de 2 ouvrages principaux servant de puits de démarrage à chacun des deux tunneliers creusant la galerie de métro. La visite concernera principalement le premier tunnelier reliant les 2,2 kilomètres de galerie entre le site de maintenance et de remisage et l'ouvrage de débranchement, mesurant lui-même près de 100 mètres de longueur à partir du Puits Champigny Plateau 813.



### Rappel du programme

- 9h00 - 9h30 : Accueil,
- 9h30 - 10h30 : Présentation du projet,
- 10h30 - 12h00 : Visite du chantier,
- 12h30 déjeuner

Maître d'ouvrage : SGP

Maître d'œuvre : SYSTRA

Groupement ALLIANCE : Demathieu BARD Construction, NGE Génie Civil, Impresa Pizzerotti, Guintoli, GTS, Franki Foundations, Atlas Foundations, Implenia.





15 novembre 2018 à Angers

Construction de l'ouvrage de franchissement de la Maine pour la ligne B du tram

La délégation Grand Ouest a organisé le 15 novembre 2018 une journée technique consacrée aux travaux de construction de l'ouvrage de franchissement de la Maine pour la ligne B du tramway d'Angers.

### Événements

- 9 h 00 : Accueil à la Fédération Viticole des vins d'Anjou Saumur
- 9 h 15 : Ouverture de la journée par l'AFGC : Présentation et organisation de la journée.
- 9 h 40 : Présentation du projet de franchissement de La Maine.
- 9 h 55 : Présentation de la Maîtrise d'Ouvrage.
- 10 h 25 : Les phases de conception des aménagements.
- 10 h 35 : Le contexte environnemental.
- 10 h 50 : La maîtrise d'œuvre : Organisation et missions.
- 11 h 05 : Le suivi des travaux par la MOA, ALTER et le MOE, EGIS.
- 11 h 15 : Le déroulé des études et des travaux par Eiffage.
- 12 h 05 : Les matériaux.
- 12 h 15 : La sécurité.
- 12 h 30 : Repas à la Brasserie du Théâtre
- 14 h 30 : Transfert sur le site, visite du chantier

### Éléments

La ville d'Angers comporte pour le moment une ligne de Tramway de 12,3 km, mise en service en 2011 de Avrillé à Angers La Roseraie.

Au vu de la forte évolution des déplacements et de la réalisation d'opérations d'urbanisme importantes dans le cadre de l'ANRU, le conseil municipal a arrêté en avril 2015, à l'issue d'une concertation préalable d'octobre 2014 à mars 2015, le principe d'une seconde ligne.



Le projet de seconde ligne :

- 1 tracé de 10,1 km
- 19 stations dont 2 à restructurer
- 50 000 habitants à 500m et 3 quartiers en rénovation urbaine directement desservis
- **1 nouveau pont sur la Maine** : tramway et modes doux
- Centre technique des transports à compléter
- 2 parkings relais et un parking réaménagé
- 18 rames de 30 m de long (APS entre Molière et Front de Maine)
- 3 lignes commerciales A, B et C
- 1 tramway toutes les 8 minutes
- Service proposé de 5 h à 1 h 30
- Une prévision de 72 000 voyages/jour sur l'ensemble des 3 lignes (37700 actuels sur ligne A)
- Coût prévisionnel du projet: 245 M€ HT valeur 2014
- Subventions attendues 36,21 M€ (de l'Etat 25,11M€, de la Région, 10,1 M€ et du FEDER 1M€)

### Les procédures administratives :

- Arrêté de DUP signé le 20 février 2017 marquant le démarrage des travaux
- Sondages archéologiques réalisés en 2016 : pas de prescription de fouilles archéologiques
- Arrêté au titre de la police de l'eau du 1er juillet 2016 en mode autorisation puis en mode déclaratif depuis 2018
- Arrêté au titre des Monuments Historiques du 20 avril 2017 pour la construction du pont des Arts et Métiers
- Poursuite des acquisitions à l'amiable : 95% traités à l'amiable
- Enquête parcellaire à venir
- Enquête administrative d'ancrages sur façades à venir

### Déroulement de la procédure du concours :

- Publicité du concours le 17 avril 2015
- Date de réception des candidatures:18 mai 2015
- Sélection des équipes :11 juin 2015
- Envoi du programme le 3 juillet 2015 aux 4 équipes
- Rencontre sur site avec les équipes le 22 juillet 2015
- Remise des esquisses le 16 octobre 2015
- Jury d'attribution : 11 décembre 2015

### Points clé du programme :

- 4 appuis maximum en Maine
- Fonctionnalités du pont :
  - Plateforme tramway-bus de 7 mètres de large
  - Voie verte de 3 mètres de large
  - Trottoir de 2 mètres de large
  - Un tablier au-dessus des plus hautes eaux connues (20,70 m NGF) dans le lit mineur, et couloir de navigation à respecter
- Alimentation par le sol du tramway, pas d'émergences
- Remplacement de la partie centrale de la dalle de couverture de la trémie Molière

### Équipes retenues :

SETEC / EXPLORATIONS ARCHITECTURE  
INGEROP / MORRIS- RENAUD/ MAYEUR  
EGIS / LAVIGNE CHERON  
DIETMAR FEICHTINGER / SBP



Composition de l'équipe lauréate :

MOA: ALTER

MOEG: EGIS RAIL

MOEP: EGIS JMI

ARCHITECTE : LAVIGNE&CHERON

GEOECHIQUE : FUGRO

ETUDE HYDRAULIQUE : SCE

CONTROLE EXTERIEURE : SOCOTEC

Principaux points du projet :

D'une longueur totale de 135 m, l'ouvrage se décompose en trois travées de 39.50-58.00-37.50 m. La structure mixte acier béton confère à l'ouvrage légèreté et transparence. Le tablier est constitué de deux poutres-caissons de hauteur variable, avec une hauteur totale de 1.65 m dans la grande travée et de 1.10 m dans les travées de rive, séparant les différents flux de circulation, et d'une structure en poutrelles enrobées dans le sens transversal entre les poutres.

Le tablier présente une largeur de 14,80m soit 2 voies tramway (7,20m) + 2 voies piétons/cycles (2x3m).



L'ouvrage repose sur deux piles en rivière de forme cylindrique et revêtues d'un parement pierre. Ces piles sont surmontées de béquilles métalliques, les « tétrapodes », venant soutenir les deux poutres-caissons du tablier.





Les principales quantités :

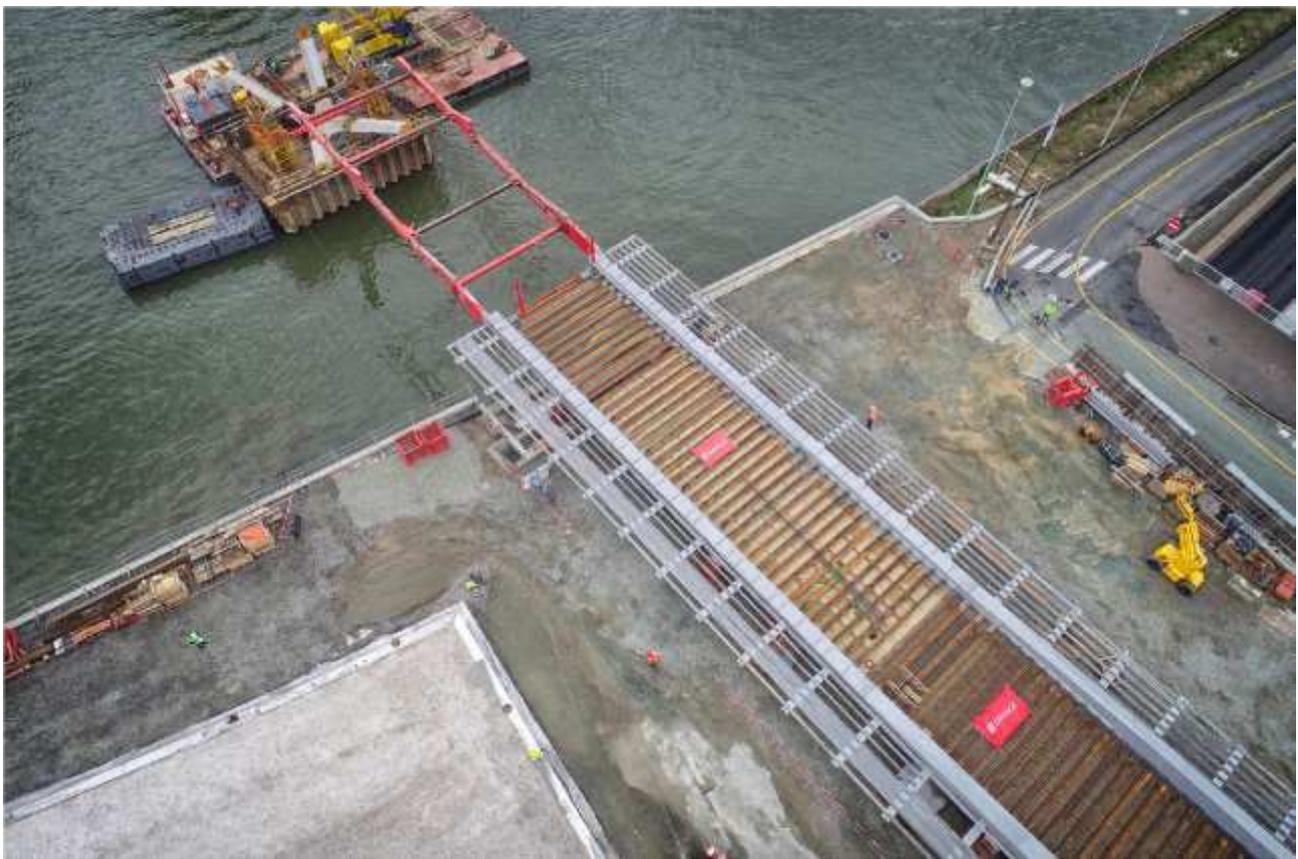
- Aciers de charpente  $\approx$  800 tonnes
- Béton  $\approx$  1300 m<sup>3</sup>
- Armatures pour BA  $\approx$  250 tonnes

### Planning des études :

- AVP : Février 2016 à avril 2016 3 mois ○ PRO : Juin 2016 à septembre 2016 4 mois
- DCE : Novembre 2016 à décembre 2016 1 mois
- ACT : Janvier 2017 à juin 2017 6 mois Déroulement de la procédure négociée avec mise en concurrence préalable :
- Avis de Publication et diffusion du DCE : 17 janvier 2017
- Réception candidatures : 6 février 2017 6 candidats
- Remise de la 1<sup>er</sup> offre : 13 avril 2017 6 offres
- Auditions : 2 et 3 mai 2017
- Remise de la 2<sup>ème</sup> offre : 16 mai 2017
- Rapport d'analyse final : 19 juin 2017
- CAO : 02/06/2017
- Notification : 22/06/2017 pour 17 mois

Travaux réalisés par Eiffage

Lancement de la charpente entre juillet 2018 et janvier 2019



Vendredi 16 novembre 2018 à Nancy  
CIGEO : les enjeux techniques du centre de stockage profond des déchets radioactifs

La délégation Grand Est de l'AFGC, en lien avec l'école des mines de Nancy a organisé le vendredi 16 novembre 2018, une après-midi de conférences autour du projet CIGEO et de ses enjeux.

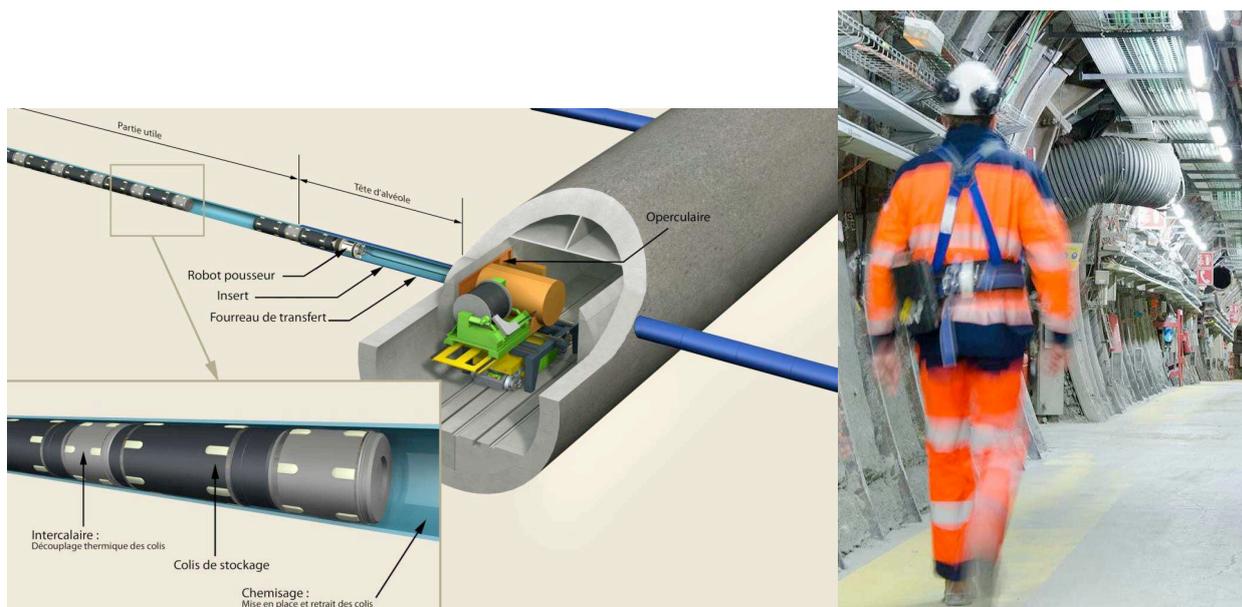
Cette journée a permis d'accueillir 70 participants.

### Présentation

Cigéo (Centre industriel de stockage géologique) est le projet français de centre de stockage profond des déchets radioactifs, porté par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra). Il est conçu pour stocker les déchets hautement radioactifs, à durée de vie longue, produits par l'ensemble des installations nucléaires actuelles et par le traitement des combustibles usés utilisés dans les centrales nucléaires. Cigéo, s'il est autorisé, sera implanté en limite des départements de Meuse et de Haute-Marne. Il comprendra : une zone souterraine (où seront stockés les déchets), des installations de surface et des liaisons entre la surface et le souterrain.

D'une emprise de 15 km<sup>2</sup>, l'installation souterraine devrait totaliser 270 km de galeries et alvéoles à 500 mètres de profondeur. La première phase de construction est prévue à compter de 2022.

Cette conférence organisée par l'AFGC et l'école des Mines de Nancy a pour objectif le projet CIGEO du point de vue des enjeux techniques associés à sa construction.



### Programme

- 13h30 Accueil café
- 14h00 Le projet Cigéo : déchets concernés, concept de stockage, localisation, calendrier  
Sarah Dewonck, adjointe au directeur du centre de l'ANDRA en Meuse/Haute-Marne Chef du département laboratoire souterrain.
- 14h30 Conception, réalisation, exploitation et fermeture des ouvrages souterrains : composants, fonctions, enjeux, développement progressif...  
Thierry Lassabaterre, directeur adjoint du département pilotage technique du projet, ANDRA
- 15h20 Les techniques de réalisation des ouvrages souterrains : ouvrages d'accès, galeries/alvéoles MA-VL et alvéoles HA  
Jad Zghondi, ingénieur en expérimentations géomécaniques - Direction de la recherche et du développement, ANDRA
- 16h10 Le comportement mécanique des ouvrages souterrains, de la roche à l'ouvrage  
Gilles Armand, chef du service mécanique des fluides et des solides - Direction de la recherche et du développement, ANDRA
- 17h00-18h00 : Cocktail

**27 novembre 2018 à Cergy Pontoise**  
**Et demain les bétons armés ?**

La délégation Ile de France et Centre de l'AFGC a organisé, en lien avec l'université de Cergy-Pontoise, le 27 novembre 2018, une journée de conférences sur la thématique de l'avenir du matériau béton.

Cette journée a permis d'accueillir 50 participants.

### Programme

- 9h – 9h30 Accueil
- 9h 30 Mots de bienvenue par Olivier ROMAIN, Vice-président à la valorisation et relations entreprises à l'UCP, Frédéric VIDAL Vice-président à la recherche à l'UCP et Claude SERVANT, Président de la délégation IdF et Centre de l'AFGC
- 9h 45 « Le béton capacitif au service de la construction en 2035 ». Benoit TROFIN architecte/ingénieur, étude SNBPE
- 10h 15 « Modèles et codes de calcul pour les bétons de demain? » Boumédiane NEDJAR – chargé de recherches - IFSTTAR
- 10h 45« Économie circulaire : de véritables opportunités pour les systèmes constructifs en béton » Philippe FRANCISCO, Responsable du Département Économie Circulaire – CERIB
- 11h15 « Le Béton végétal, une alternative au béton conventionnel pour le bâtiment» Sofiane AMZIANE, Professeur des Universités, Université Clermont Auvergne - Institut Pascal
- BUFFET : 11h50 à 12h 50
- 13h « Calcul fiable du béton armé avec armature en fibres de verre » Jörg SCHWEINFURTH, Head of Sales Combar, Schöck Bauteile GmbH
- 13h30 «Vers des bétons auto-cicatrisants ? » Elhem GHORBEL, Professeur des Universités, Université de Cergy Pontoise
- 14h 00 « Conception et réalisation de structures en BFUP - État de l'art et perspectives » Ziad HAJAR, Bridge Department Director, SYSTRA
- 14h 30 « L'impression 3D : techniques et challenges » Abdelhak KACI et Alexandre PIERRE, MCFs, Université de Cergy Pontoise.
- 15 h 30 : PAUSE CAFE et visites par groupe de la plateforme Microscopie (MIR)

Vendredi 5 décembre 2018 à Cattenom  
Nouveau pont sur la Moselle

La délégation Grand Est de l'AFGC a organisé le mercredi 5 décembre 2018, une journée de conférences et de visite sur le chantier du nouveau pont sur la Moselle de Cattenom. Cette journée a permis d'accueillir 25 participants.



### Présentation

Le vieillissement de l'ancien pont de Cattenom, l'augmentation de la circulation et la prise en compte des nouveaux modes de déplacement impliquaient son remplacement. Le Conseil Général a décidé en septembre 2012 de retenir la reconstruction de l'ouvrage parmi les dix grands projets prioritaires du Schéma directeur routier. La réalisation des travaux, programmée depuis 2016 prend également en compte les modes doux (cyclables et piétons).

L'ouvrage en cours de construction est un pont mixte à deux travées (70 m et 60 m), avec une pile en rivière. Il mesure 13,70 m de largeur et comprend deux voies de circulation de 3,50 m, une voie piétonne au nord de 1,50 m et une piste cyclo-piétonne au sud de 2,40 m. Son coût est d'environ 12 millions d'Euros.



### Programme

- 09h00 Rendez-vous : Hôtel Restaurant La Lorraine
- 09h30 Accueil et mot de bienvenue  
Didier Guth – Président de l'AFGC Délégation Grand Est
- 09h40 Présentation de l'ouvrage et exposés techniques  
Le point de vue du Maître d'Ouvrage et du Maître d'oeuvre, par Laurent Duflot, Département de la Moselle  
Le chantier : Intervention des entreprises Demathieu et Bard et Berthold  
Exposé technique du Cerema sur la maîtrise du risque de réaction sulfatique interne
- 12h15 Déjeuner
- 14h à 16h Visite de l'ouvrage

### L'ouvrage existant et le contexte de sa reconstruction

Le pont est situé sur les bords communaux de Cattenom et Koenigsmacker

Il permet à la RD56 de franchir la Moselle par un alternat à feux (trafic d'environ 4 500 véh/j comptage 2011, 6 000 véh/j en 2017).

Il s'agit d'un pont métallique de 125m de longueur à 5 travées, chaque travée est composée de 2 poutres latérales en forme de « baleines » dit « whales »



Ces poutres proviennent d'une récupération d'ouvrages qui ont été utilisés lors de la réalisation de ports artificiels lors du débarquement en Normandie; Pour relier ces jetées à la terre ferme, il est nécessaire de fabriquer les « whales » (littéralement baleine) qui sont en fait des passerelles flottantes métalliques

Après-guerre, les parties métalliques sont démontées et vendues aux domaines. Quelques-unes ont servi de ponts provisoires.

Celui de Cattenom a été installé en 1965, c'est à priori l'un des derniers en France et assurément le plus long.



L'Assemblée Départementale a décidé en Septembre 2012 de retenir la reconstruction de cet ouvrage vétuste parmi les 10 Grands Projets Prioritaires du Schéma Directeur Routier.

Les différentes autorisations administratives ont été obtenues en août 2015 (DUP) et juillet 2016 (DLE).

La réalisation des travaux est programmée de 2017 à 2019.

Le projet prend en compte les modes doux (cyclables et piétons).

L'opération est évaluée à 10 500 000 euros.

Les communes et les communautés de commune participent au financement des modes doux et des trottoirs à hauteur de 500 000 €

Bureau d'études COREDIA / Architecte B+M / Groupement retenu est DEMATHIEU BARD CONSTRUCTION (mandataire)/ BERTHOLD SA

Les travaux doivent s'effectuer sous plusieurs contraintes fortes spécifiques au site:

- Sécuritaire: travaux situés à moins de 3km de la centrale nucléaire
- Hydraulique: travaux en rivière (zone inondable) et de surcroît en aval d'un barrage en activité
- Routière: recherche d'une minimisation des gênes à l'usager
- Environnementale: milieux naturels sensibles

Le principe du contrat est de maintenir autant que possible la circulation routière

Des coupures ponctuelles seront nécessaires pour réaliser des travaux pouvant représenter un danger pour les usagers ou engageant l'emprise actuelle de la route (blindage des talus, réalisation du batardeau, lançage, mise en place des dalles, mise en place des modes doux, dépose de l'ancien ouvrage)

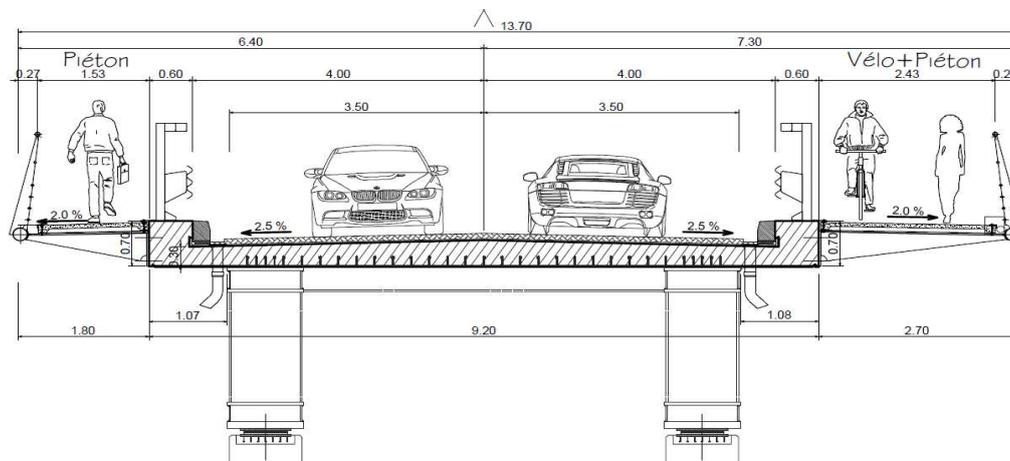
Une coupure plus longue sera mobilisée pour permettre la réalisation des raccordements routiers de part et d'autre de l'ouvrage

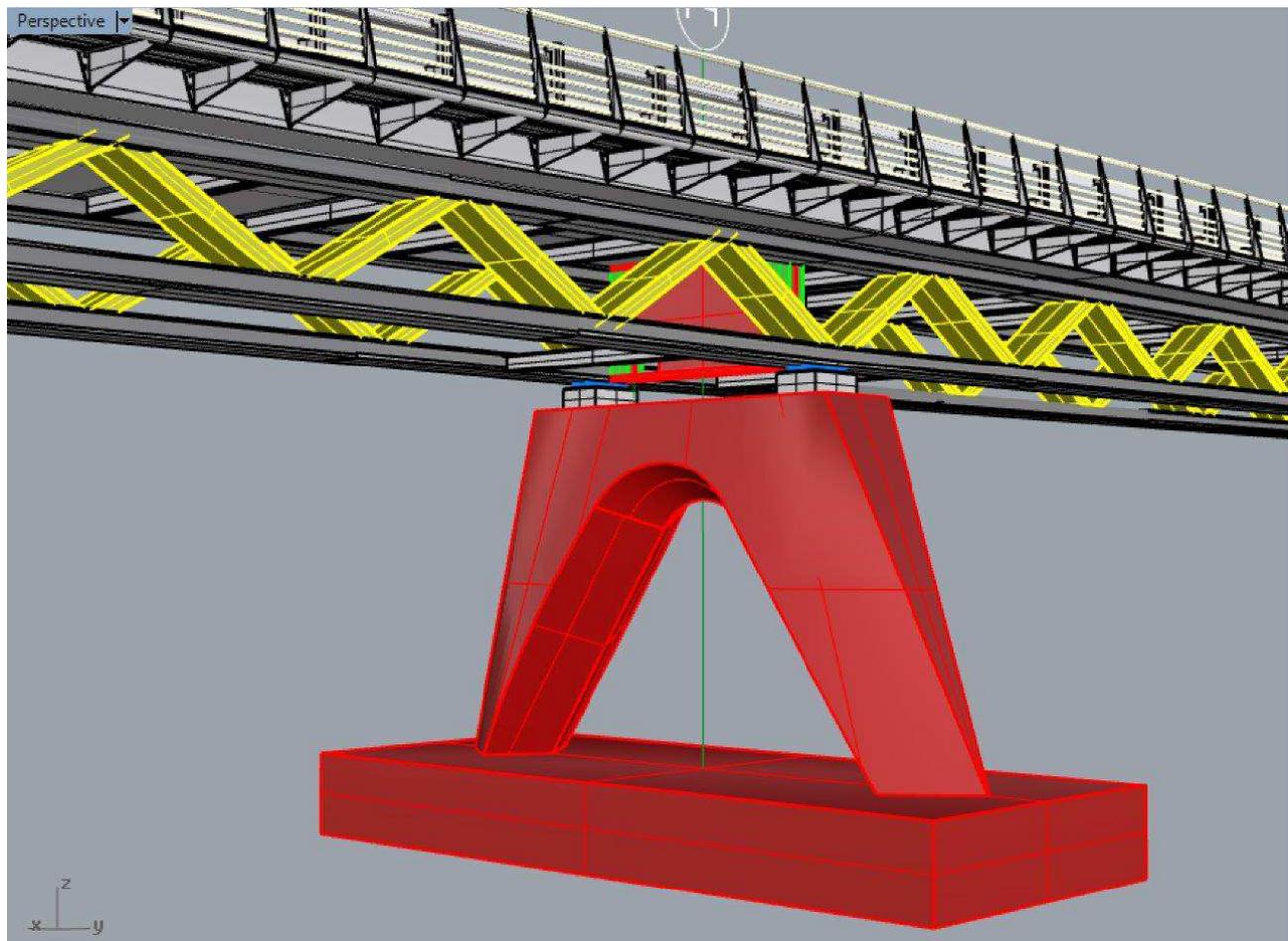
Le principe du contrat prévoit que la RD56 puisse être remise en circulation sous 1 heure.

### Les caractéristiques de l'ouvrage

L'ouvrage projeté est un ouvrage mixte (structure acier et dalle béton armé) :

- d'une longueur de 127,40 m avec 2 travées de portée respective 71,30 et 54,30 et une pile construite en rivière
- d'une largeur de 13,70 m avec 2 voies de 3,50m Intégration des modes doux dans l'ouvrage (1 voie piétonne au nord et une voie cyclo-piétonne au sud)





Le chantier en photos







### Maitrise du risque de RSI

Il a été appliqué avec l'appui du Cerema les recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne, pour les pièces massives (pile et culées en milieu humide)

Le niveau de prévention Cs a été retenu (ouvrage de catégorie III, classe d'exposition XH2, ainsi la température du béton lors du bétonnage ne devait pas dépasser 70°C (décalage du planning pour le coulage de la pile initialement prévu en aout)

La formule de béton a été adaptée avec un ciment CEM III/A- LL42,5N et un calcul théorique d'élévation de température a été réalisé par le fournisseur.

Compte tenu de l'élévation théorique de température (38°C), celle du béton frais ne devait pas dépasser 42°C. Des mesures de température en cours de travaux ont été faites : bétonnage le 13/09/18, T° ambiante entre 15 et 22°C, T° du béton frais entre 23 et 26 °C, élévation maxi de température mesurée : 38°C soit une température maxi de 64°C conforme aux prescriptions



6 décembre 2018  
Port de Calais

La délégation Hauts de France de l'AFGC a organisé le 6 décembre 2018 une visite technique du chantier d'extension du port de Calais.

### Rappel du programme

Accueil par le PDG de la Société d'Exploitation des Ports du Déroit : M. J.M. PUISSESSEAU.

Conférences :

- Pouvoir délégataire : Région Hauts de France M. D LEPERS
- Maître d'ouvrage : Société des Ports du Déroit M. L. DEVULDER
- Le Concepteur réalisateur M. Arnaud GREVOZ
- BIM Mme C MAURUTTO – L DUBOIS de l'ULCO
- La conception générale du nouveau port M. Philippe GRAILLE 10h30
  
- La digue et perrés M. A. GREVOZ
- Pause avec démonstrateur BIM
  
- Les quais M. G. FRIOT
- Aménagements de terre-pleins et voirie
- Le trafic et sa gestion (débit, sécurité douane ...) M. L. DEVULDER
- Passerelles M. A. GREVOZ
  
- Visite du chantier l'après midi



### Présentation de l'opération

L'origine de l'opération remonte au Schéma Directeur de 2003/2006 qui affichait :

- La nécessité d'adapter le port aux évolutions futures des trafics et à l'augmentation de la taille des navires (240m)
- La nécessaire adaptabilité des aménagements sur le long terme (2050 et +) et le renforcement de la sûreté...

Le 19 février 2015, la Région Hauts-de-France et la Société d'Exploitation des Ports du Déroit ont signé le nouveau Contrat de Concession des ports de Boulogne-sur-Mer et de Calais, en présence des représentants de la Région et des Collectivités locales concernées, des actionnaires des deux sociétés (d'Exploitation et de Projet), des entreprises qui seront chargées de la réalisation des travaux du projet d'extension du port de Calais « Calais Port 2015 », et des établissements financiers participant à la réalisation des investissements.

La nouvelle concession permet la réalisation du projet « Calais Port 2015 », d'un montant de 863 M€.

Ce projet correspond à :

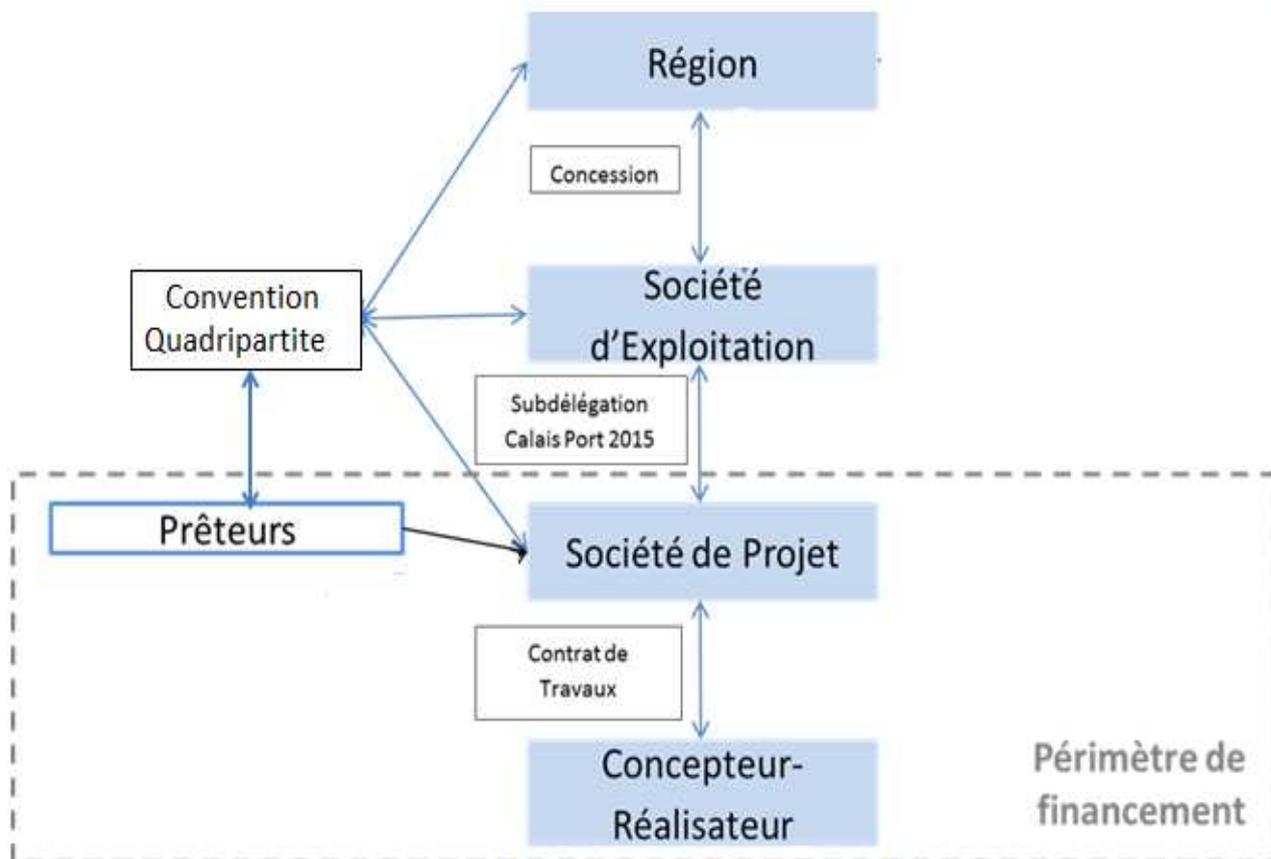
- La création d'une nouvelle digue d'environ 3 km et d'un bassin de 110 ha dont 90 ha navigables indispensables à tout développement du port de Calais (4 millions de m<sup>3</sup> de dragages),
- La création de 65 ha de nouveaux terre-pleins dont 44 gagnés sur la mer, par l'utilisation des matériaux de dragage du bassin, dans une logique d'équilibre déblai-remblai,
- La construction de 3 nouveaux postes d'accostage pour maxi-ferries de dernière génération,
- Les aménagements de desserte routière et ferroviaire associés,
- Un terminal fer – route – mer au point de contact des futures autoroutes de la mer et ferroviaires en provenance de toute l'Europe.

La signature du Contrat de Concession a été rendue possible par la réunion de compétences complémentaires:

- Celles de la CCI Côte d'Opale, de la CCI de Région, des investisseurs CDC Infrastructure et Meridiam, du Grand Port Maritime de Dunkerque
- Celles du groupement Concepteur Réalisateur qui associe notamment des sociétés des groupes Bouygues Construction (Mandataire), Spie Batignolles, Colas et Jan de Nul,
- Celles des financeurs : Allianz GI qui a accepté le principe de sa participation au projet, pour le compte du groupe Allianz et d'investisseurs tiers, via la souscription d'une émission obligataire d'un montant de 504 millions d'euros, en complément de l'apport des investisseurs en fonds propres, de plus de 89 millions d'euros, et du soutien de la Banque Européenne d'Investissement.

Ces engagements ont permis de réduire le montant total des subventions à 270 M€, dont 98 M€ apporté par l'Union Européenne. En soutien de la région, l'État, les collectivités locales et le département ont également décidé de participer au financement du port.

## Les manifestations régionales



### Les acteurs

Région Hauts de France ----> contrat de concession au Port de Boulogne Calais  
 Port de Boulogne Calais ----> contrat de maîtrise d'ouvrage à la Société des ports du détroit  
 Société des ports du détroit ----> contrat de conception-réalisation à un groupement dont Bouygues TP est le mandataire.

Constitution du groupement :

Bouygues TP mandataire

Ingénierie intégrée : Arcadis mandataire avec Bouygues TP, Spie Batignolles, Colas et Jean de Nul

Génie civil : Bouygues TP et Spie Batignolles

Terrassements travaux terrestres : Bouygues TP et Valérian

VRD terre-pleins : Colas et Malet

Dragages : Jean de Nul

### Conception et modélisation des ouvrages

Les principaux ouvrages maritimes : digue, perrés, bassin, font appel à des études et des modélisations très spécifiques, mobilisant d'importants moyens techniques.

Après de nombreuses modélisations numériques ayant permis de définir le plus précisément possible les caractéristiques de la digue et des perrés (mouvements hydrosédimentaires, propagation de la houle et des courants), la conception finale doit passer l'épreuve de vérité avec les essais physiques en cuve à houle.

## Les manifestations régionales

Dans un immense bassin dans lequel le niveau réel des fonds est reproduit à l'échelle, des modèles réduits des sections de digue sont construits blocs par blocs afin de tester la résistance de l'ouvrage à la puissance d'un océan déchaîné. Pour simuler ces cas de tempête, un batteur propage des séries de vagues, elles aussi à l'échelle 1/55ème, depuis l'extrémité du bassin. Les dégâts sur le modèle sont constatés de visu et la conception revue si nécessaire.

Le design du bassin est aussi imaginé en fonction des modèles numériques de houle, de courant et d'agitation, afin de faciliter l'évolution des navires à l'intérieur du port.

La vérification ultime de la bonne conception du bassin est assurée par une série d'essais de navigation en simulateur. Les commandants et pilotes habituels du port réalisent des manœuvres d'accostage et de départ sur un simulateur recréant le nouveau port en 3D. Des conditions extrêmes de vent sont testées afin de fixer les limites de sécurité et d'améliorer des détails de la conception.

### La digue

La tâche incompressible du chantier Calais Port 2015 est la construction de la digue principale de plus de 3 kilomètres. D'autres digues, provisoires ou définitives, seront également édifiées.

La digue principale, de plus de 3 kilomètres de long en pleine mer, servira à protéger la navigation et les équipements du port, à l'intérieur d'un bassin navigable de 90 hectares. Sa carapace composée de Xblocs® (de 4 à 12 m<sup>3</sup>, soit de 10 à 30 tonnes) est conçue pour résister aux tempêtes et à la montée des eaux dans les cent prochaines années.

La construction de la digue nécessitera la pose de plus de 15.000 Xblocs® qui en constitueront la carapace extérieure, côté mer, destinée à la protéger des fortes houles.

Après une préfabrication de 1436 unités en méthode «foraine», ce sont désormais 40 Xblocs® par jour qui sont produits par une usine opérationnelle à 100% depuis septembre.

Directement connectée à la centrale à béton, l'usine sera à même de réaliser tous les Xblocs® nécessaires à la construction de la digue, soit près de 15.000 unités. Organisée autour d'un carrousel, l'usine permet le transfert des moules en acier une fois remplis (de 4 m<sup>3</sup> à 16 m<sup>3</sup>) vers un atelier de décoffrage mécanisé. Le Xbloc® décoffré poursuit alors sa progression sur le carrousel durant 24 heures afin d'atteindre un niveau de séchage suffisant pour être sorti de l'usine et manutentionné.

### Le quai P10

Quai de 80 m de long par 53,80 m de large. 68 Pieux hélicoïdaux Ø 1422 mm , épaisseur 19 mm de 26 à 40 ml en X70 (26 T pour le plus lourd) 306

Éléments préfabriqués sur site :

- 68 chapiteaux
- 71 poutres
- 12 coques pour la poutre magistrale
- 155 prédalles
- 3 140 m<sup>2</sup> de dalle de compression

## Les manifestations régionales



Pose des chapiteaux



Pose des poutres

### Planning

- 2015-2016  
Première phase de la digue (1km)  
Perré de 800m.  
Installations de Chantier
- 2017  
Travaux de dragage  
Travaux de remblais hydrauliques  
Début du préchargement  
Début des ouvrages d'art
- 2018  
Finalisation de la digue  
Début du mur chasse mer.  
Fin du pré chargement  
Fin des ouvrages d'art et du quai P10  
Assainissement
- 2019  
Fin du mur chasse mer  
Quai P11 P12  
VRD  
Gros œuvre bâtiments majeurs
- 2020  
Passerelles d'embarquement  
Équipements et bâtiments

Mardi 12 décembre 2018 à Mallemort

La protection cathodique des bétons armés : du diagnostic aux travaux

La délégation Méditerranée de l'AFGC a organisé, en lien avec l'IMGC et le CEFACOR, le mardi 12 décembre 2018, une journée de conférences sur la thématique de la protection cathodique des ouvrages en béton armé.  
Cette journée a permis d'accueillir 70 participants.

### Présentation

D'après les projets européens BRIME et CONRENET, la corrosion des armatures est la première cause de dégradation des structures en béton armé. La corrosion peut résulter soit de la pénétration des ions chlorures jusqu'aux armatures, soit de la carbonatation du béton d'enrobage. Dans le contexte de la prévention, maintenance et réparation des ouvrages d'art, la protection cathodique s'avère être une technique pertinente. La protection cathodique est également un enjeu dans le contexte évolutif des normes EN ISO 12696 (protection cathodique), EN ISO 15257 (certification des personnels) et des recommandations (guide CEFACOR sur les anodes galvaniques).

Pour l'ensemble de ces raisons, il a été organisé une journée complète sur ce thème présentant la démarche d'une opération, depuis le diagnostic jusqu'aux travaux de réparation en prenant en compte les différents acteurs (laboratoires de recherches, bureaux d'études, entreprises, maîtres d'ouvrages, ...).

La démarche a été traitée en partant du diagnostic spécifique et en passant en revue les différents systèmes de protection cathodique (par courant imposé ou par anodes galvaniques) ;

Une attention particulière a été portée sur les sujets de la conception, du dimensionnement, du monitoring et de la normalisation, ainsi que sur les aspects particuliers et sensibles de la réalisation et du contrôle avec des exemples de réalisations.

### Programme

- 9 h 15 - Présentation de l'AFGC Méditerranée : J.RESPLENDINO – AFGC Méditerranée
- 9 h 30 – Présentation de l'IMGC et des travaux des GT – Ch.RAULET – IMGC
- 9 h 50 – Présentation du CEFACOR – X.HALLOPEAU – CEFACOR
- 10 h 10 - Rappel des principes de corrosion des armatures et méthodologie de diagnostic - B.QUENEE – LERM
- 10 h 30 - Présentation des procédés de traitement électrochimiques - T.DESBOIS – CEREMA
- 11 h 15 - Les principes du design et du dimensionnement - C.MICHAUX – SIXENSE IN-SITU
- 11 h 35 - Intérêts de la modélisation pour la conception d'une installation – D.GARCIA – INSA TOULOUSE

## Les manifestations régionales

- 11 h 50 - Les risques associés à la conception d'un système de protection cathodique – F.GERENTE – ASTER BTP
- 12 h 10 - Contrôle de fonctionnement: points de vigilance et REX chantiers – C.MICHAUX – SIXENSE IN-SITU
- 12 h 30 - Questions / réponses
- 14 h 00 - Contexte réglementaire et normalisation - R.FRANÇOIS - INSA TOULOUSE
- 14 h 15 - Processus CEFRACOR Certification en protection cathodique - R.FRANÇOIS - INSA TOULOUSE
- 14 h 30 - Le projet de réparation de la corniche KENNEDY – T.DE FOLLEVILLE – SETEC TPI et S.BERGEROT –ACORROS
- 14 h 50 - La réparation de l'estacade de Cerbère – O.LESIEUTRE – FREYSSINET
- 15 h 30 - La réparation des superstructures du viaduc du Chavanon – S.PANIN – R3S
- 15 h 50 - La tranchée couverte de Guethary A 63 – E.EDOH – DIADES et D.RICHARD – VIGIER
- 16 h 10 - La réparation des parkings de Sète et Monaco – O.LESIEUTRE – FREYSSINET
- 16 h 30 – Questions / Réponses
- 16 h 45 – Synthèse

3 et 4 octobre 2018 à Toulouse et 5 octobre au Pic du midi  
Colloque Le Pont : les Ouvrages de Génie Civil : du diagnostic aux travaux

Ce 23<sup>ème</sup> colloque sera principalement consacré à la surveillance ainsi qu'aux phases préparant les actions correctives des ouvrages. Ces actions, qu'elles concernent l'entretien courant, la réparation ou le renforcement, nécessitent systématiquement, la réalisation d'un diagnostic.

Le rapport interministériel commandé par l'inspection générale de l'administration rendu en novembre dernier, a mis en évidence le manque d'entretien et l'insuffisance des missions de diagnostic relatifs aux ouvrages d'art gérés par les collectivités territoriales.

Nous ferons donc le point sur toutes les techniques de surveillance, d'inspection et d'investigation qui conduisent au diagnostic d'un ouvrage.

La « table ronde » sera consacrée, cette année, à l'ONR (Observatoire National de la Route). L'IDRRIM qui en est le coordinateur nous en présentera les objectifs attendus.

Nous présenterons également des technologies nouvelles relatives aux travaux de réparation et de renforcement.

Un pont vers les étoiles, pourquoi ce titre ?

Pour faire un lien avec notre « troisième » journée. En effet, fort du succès de l'an passé avec la visite de l'œuvre de Pierre Paul Riquet, le Canal du Midi, nous vous proposons, cette année, la visite de l'Observatoire du Pic du Midi de Bigorre.

Construit à partir de 1870, à une altitude de 2877 m, il représente à la fois une construction tout à fait exceptionnelle, et une fonctionnalité scientifique remarquable.

Après une soirée étape qui se voudra très pyrénéenne, nous atteindrons le pic, le lendemain, par téléphérique. Nous visiterons l'observatoire, en admirerons l'exceptionnel paysage, nous y déjeunerons, et nous rejoindrons Toulouse en fin d'après-midi le 5 octobre.

Pour vous mettre en bouche, la soirée traditionnelle du colloque, le 3 octobre, sera organisée dans les locaux de l'observatoire de Toulouse-Jolimont. Un guide spécialisé nous en présentera les différentes installations, et nous fera également l'historique des équipements du Pic-du-Midi.

En espérant que l'ensemble de ce programme vous convienne, je vous dis à bientôt, en vous recommandant de vous inscrire à l'avance, et de prévoir des vêtements chauds pour la visite du Pic.

**Christian Tridon, Président de l'association « Le Pont ».**



### Résumé programme

#### Mercredi 3 octobre 2018

8h00 : Accueil des participants et contacts exposants

9h00 : Ouverture et présentation du colloque

Christian Tridon (Association LE PONT)

L'ensemble du colloque est animé par Rémi Loloum

#### A. La surveillance des ouvrages

9h10 : Les principes de gestion du patrimoine et la démarche de diagnostic  
Bruno Godart (IFSTTAR)

#### B. Les procédés d'investigation

9h40 : Sur les ouvrages en maçonnerie  
Gilles Doublot (SNCF)

10h00 : Sur les ouvrages en béton armé  
Nicolas Bessoule (Sixense-Concrète)

10h20 : Sur les ouvrages précontraints  
Florent Plassard (Cerema), Bernard Tonnoir (LERM)

10h50 : Pause-café, échanges et visite de l'exposition technique  
*Animation et présentation des stands par Jean-Claude TALBERT*

11h20 : Sur les ouvrages métalliques  
Marjorie Bourquencier (Cerema)

11h40 : Sur les ouvrages à câbles  
Bastien Vaurigaud (Cerema)

### C. Les méthodes d'instrumentation

12h00 : Renaud Leconte (DIADES)

### D. L'évaluation dynamique sur structure béton et métal

12h20 : (Sites)

12h40 : *Déjeuner sur place parmi l'exposition technique*

### E. Interventions entreprises

14h15 – intervention à définir

14h30 – intervention à définir

14h45 – intervention à définir

### F. Table ronde : l'Observatoire National de la Route (ONR)

Quel est l'état réel de nos infrastructures ?

16h15 : Pause et échanges avec les exposants

*Animation et présentation des stands par Jean Claude TALBERT*

### G. Interventions des étudiants

16h45 : La Ville du futur "sans dessus-dessous"

### H. Le « Tour du Monde » des graphes sur les ouvrages

17h15 : *Transformer les ouvrages en ouvrages d'art !!*

Patrick Guiraud et Noël Richet

### I. La vie des organisations professionnelles dans le domaine du Génie Civil

17H30 : Présentation des associations

AFGC : (Association Française de Génie Civil)

ASCO-TP : (Association pour la Connaissance des Travaux Publics) et le musée virtuel des TP ([www.planete-tp.com](http://www.planete-tp.com))

IMGC : (Ingénierie de la Maintenance du Génie Civil)

STRRES : Présentation des Guides Techniques et des RECOS

18h30 : FIN de la 1<sup>ère</sup> JOURNEE

18h50 : Départ vers le lieu de la soirée

19h30 : *Dîner à l'Observatoire de Jolimont-Toulouse*

### Jeudi 4 octobre 2018

8h00 : Accueil des participants et contacts exposants

#### J. L'évaluation de la résistance résiduelle d'une structure existante

9h00 : Les principes généraux d'une telle démarche  
Jean-Michel Lacombe (Cerema)

9h20 : Pour les structures en maçonnerie  
Thomas Stablon (ARCADIS)

9h40 : Pour les structures en béton armé et précontraint  
Jean-Christophe Carles (Cerema)

10h00 : Pour les structures métalliques  
Jean-François Douroux (RATP)

10h20 : Pour les structures à câbles et haubans  
Jean-Bernard Datry (SETEC)

10h40 : Pause et échanges avec les exposants  
*Animation et présentation des stands par Jean Claude TALBERT*

#### K. Interventions entreprises

##### L. La protection cathodique des bétons armés

11h45 : Généralités sur la protection cathodique des bétons  
Raoul François (INSA Toulouse)

11h55 : Mise en œuvre des différentes techniques  
Philippe Le Hö (CCFA)

12h05 : Formation et certification CEFRAFOR  
Raoul François (INSA Toulouse)

##### M. Le rôle du MOA et de son AMO

12h15 : Laurent Labourie (Cerema)

##### N. Les normes attachées aux travaux de réparation

12h45 : Christian Tourneur (Directeur Scientifique de Freyssinet), Président de la Commission CNROA

13h05 : Conclusion du Colloque  
Christian Tridon et Bruno Godart

13h20 : Déjeuner sur place et visite de l'exposition technique

15h00 : *Départ pour le Pic du Midi (pour les personnes inscrites)*

### **Comptes rendus des étudiants :**

Nous reproduisons ici les comptes rendus rédigés par des groupes d'étudiants des établissements présents

#### **► ISA-BTP**

#### **Les principes de gestion du patrimoine et la démarche de diagnostic**

##### **Bruno GODART (IFSTTAR)**

Une gestion attentive des infrastructures est nécessaire afin :

- de garantir la sécurité des usagers et des tiers ;
- d'assurer un niveau de service donné (modulable en fonction des itinéraires) ;
- d'assurer la conservation du patrimoine sur le long terme.

Une telle gestion nécessite une approche à l'échelle de l'ouvrage, mais également une approche globale à l'échelle du réseau considéré.

La notion de gestion induit celle de prévision. Il s'agit de prévoir l'évolution de l'état des ouvrages pour pouvoir bâtir des stratégies de maintenance. Cette prévision, difficile à réaliser, est fondée sur 2 méthodes :

- la première (approche globale) consiste à extrapoler de courbes d'évolution du suivi des ouvrages existants ;
- la seconde (approche scientifique) est basée sur des modèles de vieillissement élaborés avec des lois de dégradation des matériaux.

3 stratégies de maintenance peuvent être adoptées pour les ouvrages d'art :

- La maintenance corrective, dans ce cas aucune action n'est entreprise tant que la performance de l'ouvrage n'a pas atteint le seuil acceptable minimal requis, ce qui peut conduire à de nombreuses interventions simultanées dans le cas d'ouvrages de même génération ;
- La maintenance systématique, consistant à mener des actions à intervalles de temps réguliers pour maintenir la performance à un niveau acceptable, stratégie coûteuse mais permettant de fortement réduire la vitesse de dégradation de l'ouvrage ;
- La maintenance conditionnelle au cours de laquelle des actions sont conditionnées par des résultats d'inspection afin de maintenir la performance à un niveau acceptable, méthode demandant donc une politique d'inspection rigoureuse.

L'Instruction Technique pour la Surveillance et l'Entretien des OA (ITSEOA) préconise la réalisation de contrôles annuels, de visites d'évaluation et d'inspections détaillées périodiques. Des travaux d'entretien et de remise en état, voire des mesures de sécurité éventuelles peuvent ainsi être organisés.

Lorsqu'un ouvrage malade est détecté, il est nécessaire d'établir un diagnostic. Celui-ci est réalisé à l'aide d'une auscultation de l'ouvrage, et de recalculs. Une fois le diagnostic établi, des décisions relatives à l'ouvrage peuvent être prises.

Afin de guider la réalisation des auscultations nécessaires au diagnostic, l'IFSTTAR a édité un cahier interactif sur l'auscultation des ouvrages d'art. Celui-ci présente sous forme de fiches synthétiques les méthodes d'auscultation et les méthodologies de diagnostic.

(Pierre STINGLHAMBER)

### **Ouvrages à câbles**

#### **Bastien VAURIGAUD (Cerema)**

Les câbles d'un ouvrage d'art sont exposés à de fortes sollicitations, ils constituent donc un élément critique et sensible de l'ouvrage, qu'il est important de surveiller.

Les ouvrages à câbles comportent de nombreux points à surveiller : massifs d'ancrage, ancrage des câbles, point d'attache, sorties d'ancrages, points d'épanouissement des câbles, etc.

Plusieurs types de pathologies peuvent affecter ces ouvrages et notamment des défauts de réglage, et l'endommagement des câbles ou des ancrages. Les câbles composant ces ouvrages peuvent être de différents types suivant les ouvrages, chaque type de câble comportant des pathologies spécifiques.

Tous ces facteurs incitent à mettre en place plusieurs méthodes d'investigation pour déceler à temps les différents problèmes pouvant survenir.

Dans un premier temps, on peut mettre en avant les investigations visuelles. Des signes visibles vont être recherchés tels que des ruptures de fils, des gonflements, des écoulements d'eau etc. Ces investigations sont en général non destructives mais peuvent parfois nécessiter le décapage des couches anticorrosion.

Dans un second temps, on procède aux investigations internes, précisées dans le cahier interactif de l'IFSTTAR - Auscultation des ouvrages d'art - série B5 Câbles. De nombreux procédés d'investigations internes existent. Ces techniques permettent, entre autres, l'évaluation de l'oxydation interne ou encore la recherche de défauts de section.

Afin de contrôler le bon fonctionnement de la structure, il peut être nécessaire de mesurer l'effort de traction dans les câbles. On retrouve les méthodes d'investigation associées dans le cahier d'auscultation de l'IFSTTAR, série C4.

Les nombreuses méthodes d'investigation permettent d'apporter des réponses précises concernant l'état de la structure. Cependant des difficultés subsistent pour le contrôle des points sensibles, d'où la nécessité de mettre au point de nouvelles méthodes d'investigation. Il faut aussi s'assurer de coupler les techniques d'investigations par une étude poussée des documents de l'ouvrage ainsi que la mise en place d'instrumentations sur l'ouvrage.

(Hugo INGERT et Valentin LE CLAINCHE)

### **Évaluation dynamique des ouvrages béton et métal**

#### **Antoine CLEMENT (SITES)**

Les oscillations d'une structure dépendent de sa masse et de sa géométrie. Lorsqu'une structure réelle est excitée par une impulsion, le mouvement observé est la somme de mouvements élémentaires ou harmoniques.

Les investigations dynamiques permettent, par la mesure des inclinaisons, déformations, vitesses, accélérations, d'évaluer le confort et les sollicitations, mais aussi de vérifier le comportement de la structure.

Afin d'obtenir un confort d'utilisation sur les ouvrages, et notamment les ouvrages légers destinés aux piétons, il est essentiel de mesurer les accélérations pour différents scénarios de chargement dynamiques (vent, piétons, etc.). Lors de cette analyse, les fréquences de résonance de l'ouvrage sont mises en avant. Si elles sont proches de celles générées par les différents scénarios, il sera nécessaire d'augmenter la raideur de l'ouvrage ou de l'équiper avec des amortisseurs, afin de changer sa fréquence propre.

Ces analyses permettent également de mesurer ou d'évaluer les cycles de chargement pour le calcul de la résistance à la fatigue de l'ouvrage.

Pour déterminer le comportement dynamique réel de l'ouvrage et identifier ses caractéristiques modales, des mesures peuvent être réalisées sur l'ouvrage. Elles nécessitent la mise en place de capteurs, le choix d'un mode d'excitation, et une analyse temporelle et fréquentielle.

Un modèle numérique s'avère important, pour permettre une meilleure compréhension du comportement de la structure et une meilleure définition des marges de sécurité. Il peut également être recalé à l'aide des mesures réalisées sur l'ouvrage.

La surveillance du comportement d'un ouvrage peut aussi être réalisée à l'aide d'une évaluation du comportement dynamique de l'ouvrage. Elle permet par exemple d'identifier des comportements anormaux ou de vérifier le bon comportement de l'ouvrage après un phénomène exceptionnel.

L'évaluation du comportement dynamique d'un ouvrage est donc un outil précieux pour l'analyse structurale, et constitue un outil complémentaire pour la surveillance des ouvrages. Cependant ces techniques nécessitent une expertise spécifique.

*(Marius AUER et Nicolas ROBION)*

### **Table ronde : L'ONR (Observatoire National de la Route) : Quel est l'état réel de nos infrastructures ?**

#### *Étaient représentés :*

- L'IDRRIM par David Zambon (Directeur général)
- La DIR Sud-Ouest par Nathalie Richer
- Le Conseil départemental du Gers par Thierry Cayret
- La Communauté de commune du Grand Armagnac par Thierry Duprat

### **Constat des différents acteurs :**

#### *O. DIR Sud-Ouest :*

La DIR Sud-Ouest a une bonne connaissance technique de l'état des ouvrages de son secteur. De plus, elle indique que la décentralisation a réduit le patrimoine de la DIR. Elle affirme également que les budgets augmentent pour les réparations sur le patrimoine existant mais que le budget prévu pour les ouvrages neufs a diminué.

**P. Conseil départemental du Gers :**

Aujourd'hui, le *Conseil départemental du Gers* obtient difficilement des budgets pour l'entretien auprès des donneurs d'ordre qui baissent les crédits alloués, ce qui a pour conséquence la génération d'une dette grise. Il affirme qu'il y a une pression de la part de l'Etat pour rénover le patrimoine.

**Q. Communauté de communes du Grand Armagnac :**

Cette Communauté de communes constate une absence de techniciens et donc de compétences pour l'étude du patrimoine depuis la décentralisation des responsabilités concernant certaines zones. En outre, un oubli de l'entretien des ouvrages d'art au profit de celui des chaussées est constaté. Enfin, il y a un manque de moyens humains et financiers.

### Les actions de la part de l'Organisation Nationale de la Route :

La création de l'Observatoire National de la Route vise à réunir les gestionnaires routiers, l'Etat, les collectivités et la profession routière afin de mettre en œuvre deux orientations stratégiques :

- A. Partager les connaissances pour évaluer l'efficacité des politiques techniques qui répondent à une gestion économe des réseaux routiers ;
- B. Objectiver l'état du réseau routier afin d'éclairer les décideurs pour mieux optimiser l'efficacité des missions dont ils ont la responsabilité.

### Des problèmes subsistent :

- A. Il y a une grande difficulté quant à la justification du budget pour des opérations de maintenance invisibles. Actuellement, seulement un entretien superficiel des routes est réalisé.
- B. Des problèmes de communication subsistent. Il est très difficile de sensibiliser la population quant à l'entretien du patrimoine en abordant des sujets très complexes.
- C. Une problématique existe concernant l'économie. Effectivement, l'entretien d'un tel patrimoine coûte très cher et ne génère aucune recette.

*(Mathias Tricoche, Jihanne Aoudane, Margaux Rolland)*

### ***Les procédures d'investigation sur les ouvrages métalliques***

#### **Marjorie BOURQUENCIER (Cerema)**

L'investigation sur les ouvrages métalliques consiste notamment à détecter les faiblesses et caractériser les matériaux.

Préalablement à toute étude, il est de rigueur d'effectuer une analyse de la peinture pour prévenir tout risque de présence d'amiante, de plomb ou de métaux lourds.

### Détecter les faiblesses

La détection de fissures est une action importante à réaliser afin d'éviter tout risque d'effondrement. Elle peut se réaliser sous plusieurs formes :

- A. **Mesure d'épaisseur résiduelle** dont le but est de déterminer la perte de section et de juger de l'atteinte de l'ouvrage notamment par corrosion. Ces mesures sont effectuées par ondes ultrasonores.
- B. **Contrôle non destructif** pour déceler la présence de fissuration et les caractériser.  
Pour détecter les fissures il existe plusieurs méthodes :
  - **Ressuage** : Consiste à retirer la protection anti-corrosion du matériau et d'appliquer un pénétrant. Le matériau sera ensuite lavé et séché pour pouvoir appliquer le révélateur qui permettra de rendre le défaut visible.
  - **Magnétoscopie** (maximum 2mm sous la surface) : Consiste à appliquer un champ magnétique qui va être dévié au niveau des défauts, l'application d'une liqueur contenant des particules métalliques permet par la suite de détecter les fissures.

### Caractériser les matériaux

En deuxième point, l'étude des matériaux est tout aussi importante pour essayer de prévoir leur comportement. Les études suivantes sont communes :

- **Examen métallographique** à l'aide d'une empreinte ou d'un prélèvement sur site, permet de caractériser la nature et la densité des inclusions.
- **Mesure de dureté** qualitatif et quantitatif se réalise sur site ou en laboratoire pour caractériser la résistance à la rupture et la dureté du métal.
- **Analyse chimique** pour déterminer la composition chimique du métal et notamment celle du soudage et boulonnage.
- **Essais mécaniques** sur un prélèvement de taille conséquente 4cm à 35cm pour des essais de traction ou de flexion par choc. A travers ces tests, on étudie la capacité du métal à s'opposer à la création d'une fissure.

*(Léa GUBIN et Chawal FATHI)*



### ***Les procédés d'investigation sur les ouvrages en maçonnerie***

**Olivier BOUGEARD (SNCF RESEAU)**

Les ouvrages d'art en maçonnerie sont parmi les plus anciens ouvrages de génie civil au sein du patrimoine d'ouvrages français (beaucoup ont plus de 200 ans). Ces ouvrages doivent alors s'adapter aux nouvelles charges (routières, ferroviaires) auxquelles ils sont soumis. Il est donc primordial de contrôler ces ouvrages et de mettre au point des procédés d'investigation permettant de s'assurer de leur bon état de fonctionnement et de suivre l'évolution des désordres constatés.

Avec un patrimoine de plus de 100 000 ouvrages, comptant 30 000 ponts, la SNCF fait face aux différents désordres que rencontrent ces ouvrages en maçonnerie. Lors de cette conférence, Olivier BOUGEARD, membre de SNCF Réseau, a commencé par introduire le sujet en citant Paul Séjourné, concepteur remarquable de ponts en maçonnerie : « On peut croire impérissable un pont en maçonnerie bien fondé, en bons matériaux, avec une bonne chape bien protégée », « L'eau est l'ennemi mortel des ponts en maçonnerie ».

### **Comment mener des investigations sur les ouvrages en maçonnerie ?**

Il convient premièrement de connaître les pathologies possibles et la manière avec laquelle elles évolueront dans le temps

Les domaines d'auscultation à cibler sont les suivants : le terrain, les conditions hydrauliques et hydrogéologiques, la constitution interne de l'ouvrage ainsi que son fonctionnement.

Olivier BOUGEARD conseille par ailleurs d'analyser le dossier de l'ouvrage lorsque cela est possible afin de parfaire sa connaissance de l'ouvrage et ainsi comprendre le déclenchement de certaines pathologies.

Enfin lorsqu'une pathologie est détectée il est important de mener de nouvelles auscultations à intervalles réguliers, cela permet d'assurer le suivi de l'évolution de cette pathologie.

### Techniques d'auscultation non-destructives

La première auscultation non-destructive à mener est l'inspection visuelle, réalisée de manière régulière elle permet d'établir des pré-diagnostic.

Afin de confirmer la présence d'un désordre il est recommandé de réaliser des suivis topographiques à plus ou moins long terme. L'utilisation de géoradar et de ses ondes électromagnétiques peut se révéler être une bonne alternative.

Lorsque les premières auscultations révèlent la présence de fissures, il est important d'effectuer un suivi de cette fissuration, pour cela l'utilisation de témoins et de fissuromètre permet de poursuivre l'auscultation non-destructive.

### Technique d'auscultation destructive

Les sondages carottés sont fréquemment utilisés lors de l'auscultation des ouvrages, ils vont permettre d'étudier la composition et l'état interne de l'ouvrage et permettent de détecter des anomalies invisibles en auscultation non destructive.

### Techniques d'auscultation particulières

Il est parfois impossible de réaliser facilement des auscultations non-destructive ou même des carottages. L'exemple des auscultations subaquatiques illustre parfaitement la présence de grandes difficultés (courants forts, visibilité réduite, grande profondeur, présence d'encombrants). Il est alors de plus en plus fréquent d'utiliser de nouvelles techniques telles que l'imagerie acoustique ou encore l'emploi de robots sous-marins.

Les ouvrages dépourvus d'accès viennent compliquer leurs auscultations. Le déploiement de moyens lourds est souvent nécessaire.

*(Antoine BARBERARENA et Rémi BOURDOISEAU)*

### **Les procédés d'investigation sur les ouvrages en béton précontraint**

**Florent PLASSARD (Cerema) et Bernard TONNOIR (LERM)**

Les ouvrages en béton précontraint représentent une part importante des ouvrages d'art dans le patrimoine français. La connaissance de l'état des structures en béton précontraint est une question importante. Pour cela plusieurs techniques peuvent être mises en œuvre telles que l'imagerie, la courburemétrie ou les mesures à l'arbalète.

### **L'imagerie dans le génie civil appliqué aux ouvrages précontraints :**

La gammagraphie, le radar de structure, les ondes électromagnétiques, l'impact écho, sont des méthodes d'inspection par imagerie. Ces méthodes d'inspection par imagerie présentent certains avantages :

- Connaissance de l'aspect général
- Position et état des armatures
- Qualité du remplissage de la gaine de précontrainte
- Mesures en temps réel
- Essais non destructifs

Ces techniques présentent cependant des limites qui peuvent être de plusieurs ordres. Des limites sur la précision des mesures effectuées, mais aussi sur la difficulté à mettre en œuvre les mesures avec des équipements de taille importante ou bien des endroits inaccessibles aux outils de mesure.

### Mesures à l'arbalète et courburemétrie :

La mesure à l'arbalète est une technique permettant de venir mesurer la tension dans les câbles de précontrainte. Cette mesure nécessite cependant l'ouverture d'une fenêtre dans la gaine de précontrainte, c'est une opération complexe et onéreuse qu'il n'est pas possible d'effectuer pour un grand nombre de mesures dans un ouvrage.

La courburemétrie est une mesure non destructive relativement facile à mettre en place. En mesurant la courbure de l'ouvrage sous un chargement donné et en connaissant la géométrie de l'ouvrage nous pouvons en déduire son module EI.

*Ces méthodes permettent de connaître en partie courante les différentes caractéristiques mécaniques des éléments constituant un ouvrage en béton précontraint. La difficulté qui réside actuellement est l'étude des parties non courantes notamment au niveau des ancrages des armatures de précontrainte.*

(Valentin FADEL)

### Les procédés d'investigation sur les ouvrages en béton armé

#### Nicolas BESSOULE (Sixense)

Les désordres dans les ouvrages d'art en béton armé sont liés à une mauvaise conception ou mise en œuvre lors de la construction, à un défaut d'entretien, ou à un vieillissement des matériaux. Tous ces défauts peuvent engendrer des conséquences très graves surtout s'ils impactent sur la structure ou la sécurité des usagers. Il est donc primordial de les identifier le plus rapidement possible afin de pouvoir les traiter. Pour cela, l'inspection périodique puis l'auscultation sont très importantes. L'auscultation se décompose en deux grandes parties : les méthodes de terrain et les méthodes de laboratoire.

Les méthodes sur le terrain permettent :

- Soit d'analyser la structure et son comportement sous différentes charges, notamment avec des mesures de déformations, de forces ou encore des essais statiques et/ou dynamiques à l'aide de sondes, comparateurs ou encore théodolite. Il s'agit d'un diagnostic concernant la structure.
- Soit d'identifier de manière générale, les matériaux mis en place pour connaître leurs propriétés mais aussi leurs états afin de procéder, par la suite, à un recalcul de la structure. Les méthodes d'auscultations peuvent être réalisées par ondes mécaniques (ultrasons, tomographie...), électromagnétiques (pachomètre, radar), électrochimiques (potentiel et vitesse de corrosion), etc... Il s'agit d'un diagnostic relatif aux matériaux.

Plusieurs ouvrages répertoriant les méthodes sur terrain sont disponibles : « *Surveillance et entretien des ouvrages d'art* » du SETRA, « *Surveillance de santé structurale des ouvrages* » de l'IFSTTAR, « *Auscultation des OA* » du CEREMA etc...

Les méthodes en laboratoire consistent à caractériser précisément les propriétés des matériaux utilisés et détecter la présence ou non de désordres. Aussi, plusieurs méthodes sont utilisées à savoir : les essais mécaniques (résistance à la compression, à la traction...), les analyses chimiques (dosage en ions

chlorures, en alcalins ...), les mesures physiques (porosité, densité ...), les observations microscopiques ou encore les essais de vieillissement accéléré.

Ici aussi, il existe un grand nombre de livres à propos de ce sujet : le « *GranDuBé* » de l'AFGC et du RGCU, « *la durabilité des bétons* » de ATILH, « *l'Alcali-réaction du béton* » du LCPC etc...

Les diagnostics structurels et matériaux sont souvent complémentaires. En effet, la reconnaissance de la structure ou son analyse fonctionnelle ne permet pas toujours de conclure sur un désordre apparent. Cependant, une pathologie avérée issue d'un diagnostic matériaux d'un ouvrage peut, elle, avoir une incidence à court ou long terme sur la résistance et ainsi diminuer la capacité portante de la structure. Il est donc primordial de bien choisir la ou les bonnes méthodes d'auscultation.

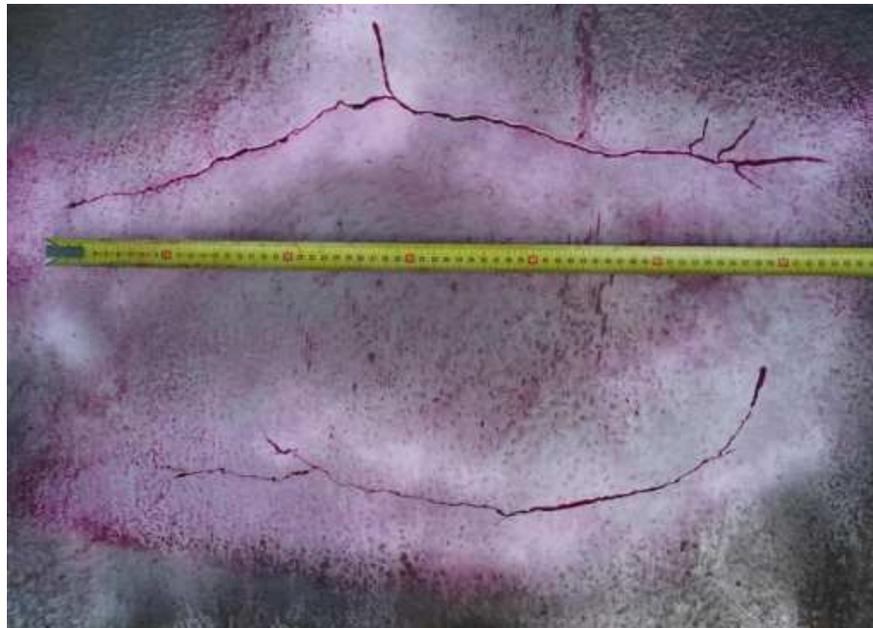
Afin de les choisir, le bureau d'ingénierie s'appuie sur une fine analyse des Documents d'Ouvrage d'Art et des rapports d'une Inspection Détaillée Périodique. Cela permet de faire un pré-diagnostic et par la suite réaliser le programme d'auscultation adéquat.

*(Adrien CHASSAGNE et Camille CHARLES)*

### ► Lycée Germaine Tillon, Castelnaudary Classe de BTS

#### Les procédés d'investigation sur les ouvrages métalliques

Marjorie Bourquencier (Cerema)



Les investigations sur ouvrages d'art métalliques :

- Détecter les faiblesses de l'ouvrage : la présence de zones fissurées, les zones corrodées.
- Caractériser le matériau : Caractéristiques mécaniques, structure métallographique.
- Conclure sur l'état de l'ouvrage et préparer d'éventuelles interventions.

### Avant Investigations

- Prélèvement sur site de toutes les couches : Opérateur qualifié et matériel adéquat à prévoir, consignes strictes.
- Analyse à réaliser par laboratoire qualifié ; Résultats conditionnant l'exécution des travaux (protection des opérateurs, évacuation des déchets...)
- L'analyse de la peinture est un préalable indispensable à toute intervention sur la protection anticorrosion, si minime soit-elle.

*Détecter les faiblesses de l'ouvrage*

**Mesure des déformations :**



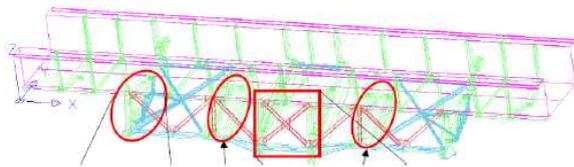
### Mesure d'épaisseur résiduelle des sections:

- Déterminer la perte de section sur les buses métalliques, les palplanches, les poutres en about de tablier...
- Mesures réalisées par ondes ultrasonores.
- Permet de juger de l'atteinte de l'ouvrage, de la vitesse de propagation, puis de recalculer l'ouvrage si besoin.



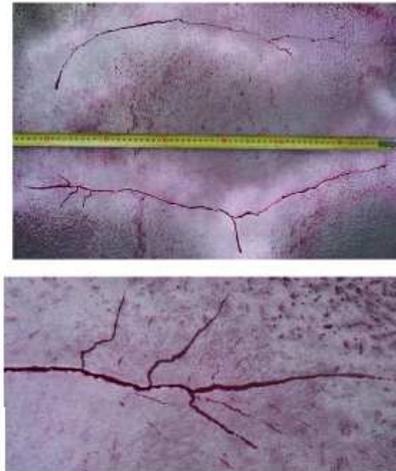
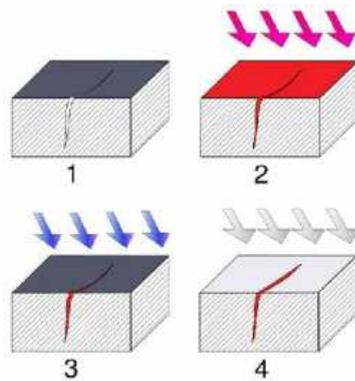
### Contrôles non destructifs:

- Recherche et caractérisation de fissures
- Zones investiguées à définir avec un bureau d'étude
- Retrait de la protection surfacique



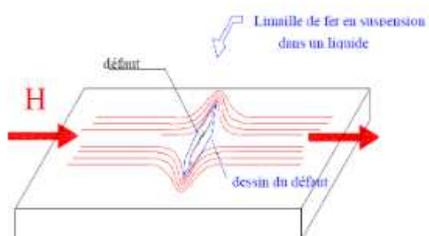
Plusieurs méthodes :

### Ressuage (m. surfacique)



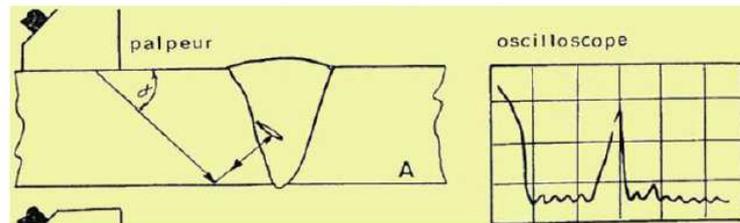
Enlever protection anti-corrosion : appliquer un pénétrant infiltré

### Magnétoscopie (m. surfacique)



Détecter des fissures à faible profondeur : champs magnétique se déforme lorsqu'il passe sur le matériau défailant.

Ultrasons (m. volumique)



**Caractériser le matériau**

Examen Métallographique :

- permet de caractériser la taille et la forme des grains, la répartition ferrite / perlite, la nature et la densité des inclusions...
- se fait sur des échantillons avec un microscope en laboratoire

Mesure de dureté :

- permet de caractériser la dureté du métal, et d'estimer sa résistance à la rupture (Rm)

Sur site : matériel portable



Dureté en labo

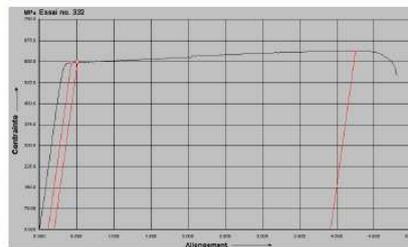


### Analyse chimique:

- permet de déterminer la composition chimique du métal (Mn, Cr, Ni, Cu, P, S, N, Al...)
- analyse réalisée en laboratoire, avec matériel spécifique (matériel portable moins précis)

### Essais mécaniques : traction et flexion par chocs

- permet de déterminer des valeurs caractéristiques du matériau
- essais destructifs pouvant nécessiter de « gros » échantillons



### Les procédés d'investigation sur les ouvrages à câbles

#### *Bastien Vaurigaud (Cerema Sud-Ouest)*

Les ouvrages à câbles comprennent les ponts suspendus, les ponts à haubans ou les ponts levants :

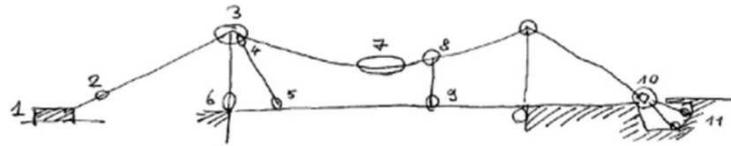


Les principales Pathologies sont :

Au niveau des sections articulées, des appuis, des ancrages, mais également sur les câbles par frottement, par fatigue et par corrosion.

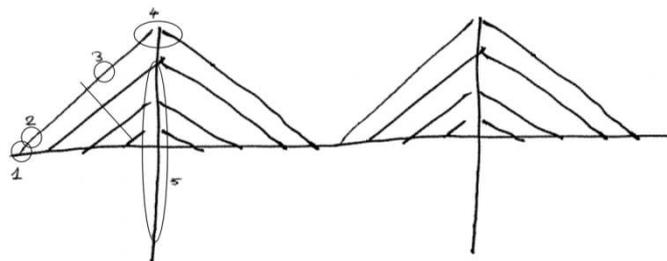
Pour les ponts suspendus, principalement au niveau du massif d'ancrage

## Ponts suspendus



Pour les ponts à haubans, principalement au niveau des ancrages

## Ponts à haubans

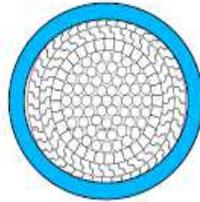


Les grandes familles de câbles :

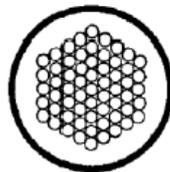
- A. Multi-torons parallèles MTP sur les ponts haubanés,



- B. Câbles TMC sur les ponts à haubans,



C. Multi-fils parallèles sur les ponts haubanés et suspendus à l'étranger.



### Les principales investigations

- Inspections visuelles sur cordes et nacelles ou par caméra, pour relever les désordres extérieurs,
- Estimation de l'oxydation interne,
- Contrôle de la protection des câbles,
- Mesures de la géométrie, des déplacements et des vibrations,
- Mesure des efforts.

### Investigations sur les câbles :

- par bobine électro-magnétique



Sur les câbles TMC et en partie courante uniquement,

En réalisant une mesure d'inductance par rapport à une mesure de référence

- par bobine magnétique



Sur les câbles TMC, MTP (selon gainage) Permet de trouver les zones de corrosion et les fils rompus.

Mise en œuvre contraignante car matériel lourd

- par gammagraphie

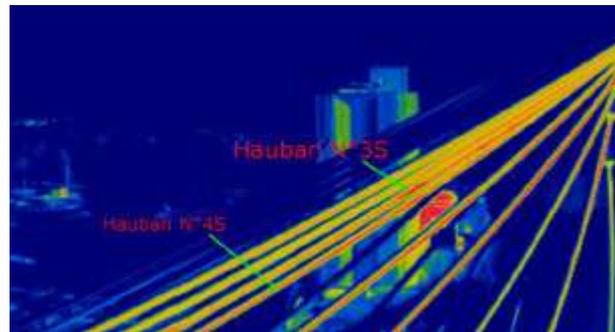


Mise en œuvre à évaluer au cas par cas, car mise en œuvre contraignante,

Applicable sur partie courante, ancrages, déviation...

Investigations sur la protection des câbles :

- par thermographie IR



Recherche de vide dans les gaines haubanées injectées à la cire pétrolière,

- Sonde capacitive

Détection des anomalies d'injection de câbles au coulis de ciment.

- Contrôle physico-chimique des gaines PEHD par prélèvement,
- 

Possibilité de perçage des gaines pour réaliser une inspection visuelle ou avec un endoscope.

Investigations sur les ancrages des câbles : les ancrages et leur voisinage sont des zones particulièrement pathologiques et des cas de rupture sur ces zones sont régulièrement recensés.

Pour les Ponts suspendus anciens : analyse en fragilité par prélèvement,



Pas de méthode opérationnelle éprouvée pour les culots de câbles TMC.

Pour les câbles MTP, contrôle par ultra-sons.



Méthodes de mesure d'effort: Évaluation des efforts pour contrôler le bon fonctionnement de la structure ou pour le re-calcul de l'ouvrage,

Mesure à l'aide de jauges de déformations.

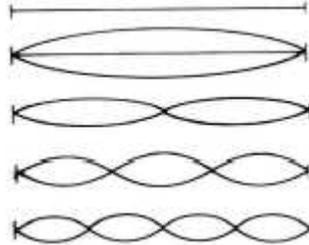


Mesure avec la méthode dite à « l'arbalète »

Mesure de la force sur ancrage par décollement.



vibratoire des oscillations des câbles.

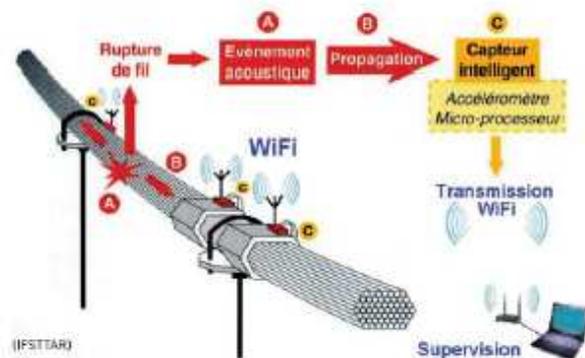
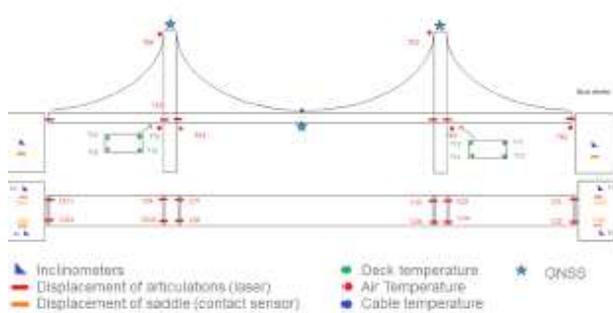


Suivi géométrique et instrumenté de l'ouvrage

Attention, les Structures souples sont très sensibles aux différences de température et aux charges de trafic.

Mesures avec les outils de topométrie.

Mise en place de capteurs de déplacements, d'inclinomètre, d'accéléromètre, d'interféromètre.



### Conclusion

- Un large éventail de méthodes disponibles pour les investigations,
- Des difficultés pour le contrôle des points sensibles comme les ancrages,
- Il y a plus de défauts que ceux visibles...

► LPIRR

### Les principes de gestion du patrimoine et la démarche de diagnostic

par Bruno GODART ( IFSTTAR )

#### 1 : Principe de gestion du patrimoine.

Dans le cadre de la gestion d'actifs, celles-ci doivent répondre aux normes NF ISO 55000, 55001 et 55002 de 2014, qui nous disent que :

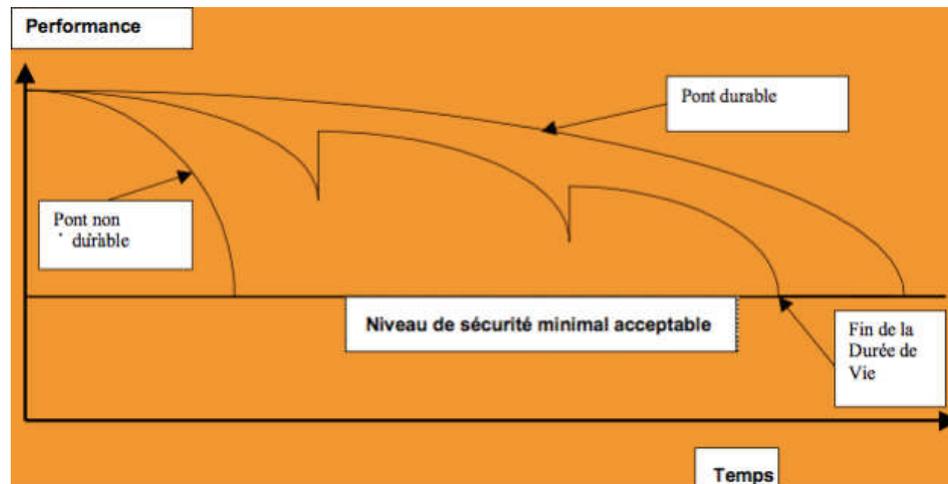
- L'organisme doit définir ses objectifs en matière de gestion d'actifs, via une politique de gestion d'actifs et un plan stratégique pour la gestion d'actifs (PSGA).
- L'organisme doit établir, mettre en œuvre, tenir à jour et continuellement améliorer un système de gestion d'actifs.
- La direction doit faire preuve de leadership et affirmer son engagement en faveur du système de gestion d'actifs.
- La direction doit étudier les risques et opportunités pour planifier les actions de gestion.
- L'organisme doit fournir les ressources nécessaires pour atteindre les objectifs, déterminer les compétences nécessaires, maîtriser toutes les informations documentées.
- L'organisme doit évaluer les performances de son système de gestion et en gérer la qualité.

Il existe une évolution de l'environnement des ouvrages d'arts avec une augmentation rapide du trafic, un accroissement du poids des camions, une interruption du trafic de moins en moins bien supportées par la société, une utilisation croissante des fondants (problème de durabilité), une décentralisation.

Il y a trois principaux objectifs de la gestion des ouvrages d'arts :

1. Garantir la sécurité des usagers et des tiers.
2. Assurer un niveau de service donné.
3. Assurer la conservation du patrimoine sur le long terme.

Le contexte de la gestion de ces ouvrages se fait selon la performance (d'un pont par exemple) en fonction du temps. Elle se fait sur la durée, est liée à la typologie du parc et est dépendante de l'organisation administrative et du niveau du budget alloué.



La performance peut être représentée par l'état ou la capacité portante.

Nous avons deux niveaux de gestion, le niveau du projet c'est à dire ouvrage individuel – niveau local, aspects techniques et économiques ou bien le niveau du réseau c'est à dire parc d'ouvrages – niveau global, aspects financiers et politiques.

Pour la « sécurité et gestion des ouvrages d'arts » nous avons une prise en compte du cycle de vie avec :

- Coût de Maintenance = Coûts initiaux + coûts futurs
- Coûts totaux = Coûts Directs + Coûts Indirects

Le problème de la prévision nécessite de prévoir l'évolution des ouvrages pour pouvoir bâtir des stratégies de maintenance avec soit :

- Une approche globale : extrapolation de courbes d'évolution du suivi des ouvrages existants.
- Une approche scientifique : modèle de vieillissement basé sur les lois de dégradation des matériaux.

Il existe trois types de maintenance : la maintenance corrective, systématique ou conditionnelle.

1. La maintenance corrective : aucune action n'est entreprise tant que la performance de l'ouvrage n'a pas atteint le seuil acceptable minimal requis.
2. La maintenance systématique : mener des actions à intervalles de temps réguliers pour maintenir la performance à un niveau acceptable.
3. La maintenance conditionnelle : mener des actions conditionnées par les résultats d'inspection pour maintenir la performance à un niveau acceptable.

L'Instruction Technique pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Arts (ITSEOA) a pour objectifs de connaître l'état des ouvrages à jour (Entretien et remise en état / Mesures de sécurité éventuelles) et d'avoir un suivi de l'évolution de l'ouvrage à partir d'un état de référence.

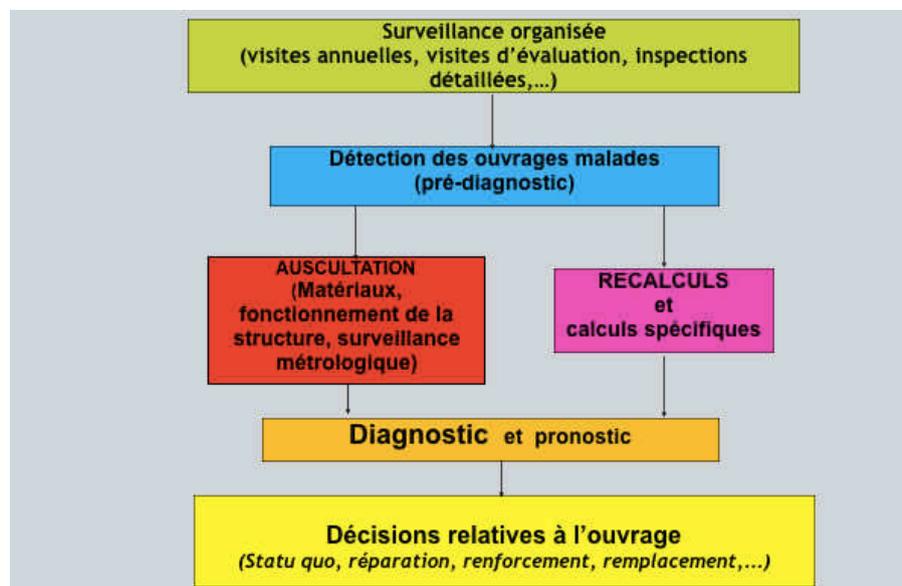
Les modalités d'organisation sont la surveillance organisée (contrôle annuel / visite d'évaluation / inspection détaillée périodique), l'action particulière de surveillance, la surveillance continue, la surveillance renforcée et haute surveillance.

### 2 : La démarche de diagnostic.

Les principales pathologies sont :

- les structures en béton,
- les structures métalliques
- les structures en maçonnerie

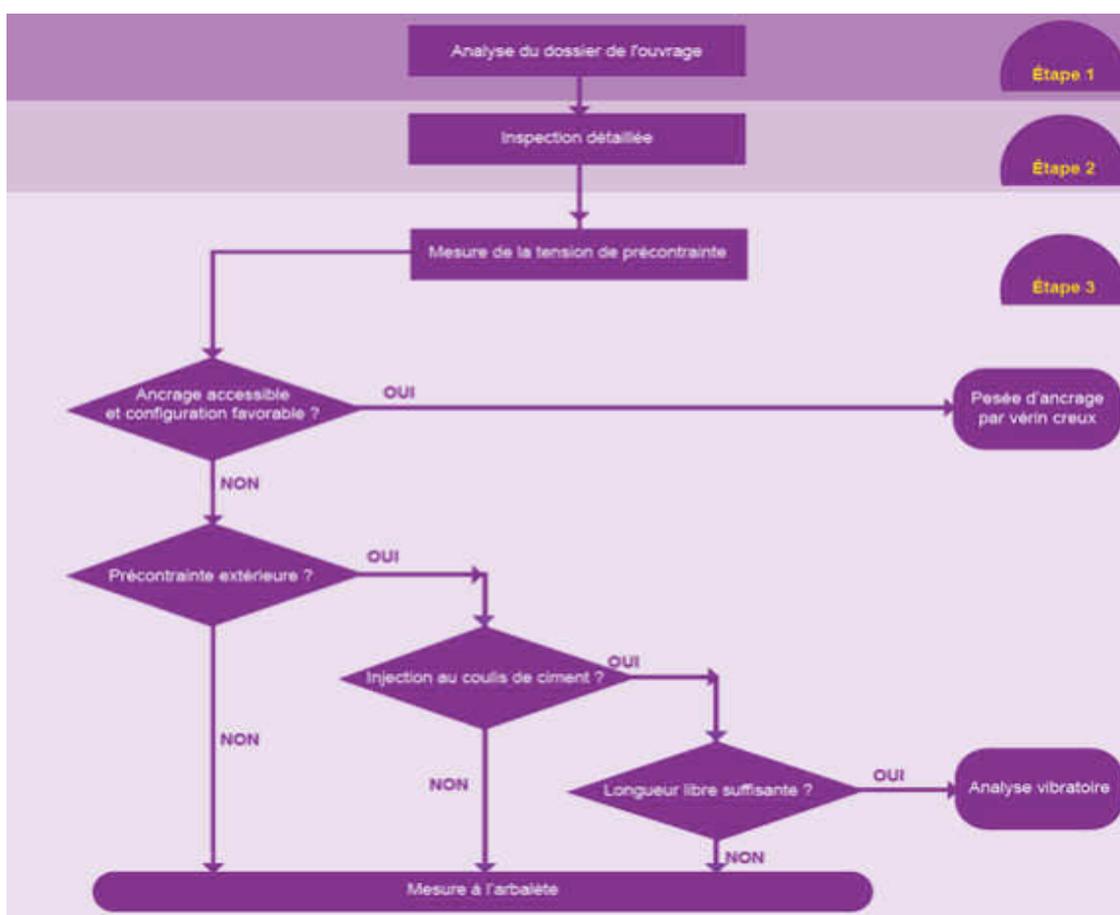
L'organigramme suivant vous présente la place du diagnostic au sein du processus de gestion des ouvrages pathologiques.



Les méthodologies de diagnostic sont les suivantes :

- Les méthodologies de diagnostic de l'état des matériaux : diagnostic de corrosion du béton armé ; diagnostic de la gélivité d'un béton ; évaluation de la résistance du béton in-situ.
- Les méthodologies de diagnostic structurel : détection et localisation d'armatures passives ou actives dans le béton ; diagnostic de la précontrainte extérieure protégée par du coulis de ciment au contact des armatures ; évaluation de la tension dans une armature de précontrainte ; évaluation du déficit en flexion d'un pont fissuré en béton précontraint ; analyse du fonctionnement d'une section de pont mixte acier-béton ; évaluation de la durée de vie en fatigue d'une structure métallique.

Le logigramme suivant présente la démarche de diagnostic :



Nous avons pu voir dans cette partie que les ponts représentent bien plus que de simples ouvrages d'art. En effet, ils font partie d'un patrimoine local, environnemental et répondent à des attentes économiques et sociales. Ces ouvrages sont dimensionnés pour de nombreuses années, voir générations et il est donc primordial de les entretenir et/ou de les rénover. Il existe alors différents diagnostics, maintenances et réglementations selon la structure, les matériaux utilisés et l'environnement autour de ces ouvrages.

### Les procédés d'investigations sur les ouvrages en maçonnerie.

#### Gilles Doublot (SNCF)

Le patrimoine SNCF regroupe 100 000 ouvrages d'arts dont 40 000 ponts et environ 25 000 ouvrages de revêtements (soutènements et protection des voies). Les ouvrages construits dans la deuxième partie du XIXème siècle sont essentiellement des ouvrages en maçonnerie. Sur ce type d'ouvrage, le principal ennemi est l'eau. Il est donc essentiel de leur apporter une surveillance et un entretien particulier.

Afin d'assurer la surveillance de ce patrimoine, la SNCF analyse et propose des solutions pour anticiper les avaries sur leurs ouvrages. Les investigations se font périodiquement et sont comparées entre elles dans le but de suivre l'évolution des ouvrages.

Il existe deux types d'auscultation :

**-Les auscultations non destructives :** Dans un premier temps, un pré-diagnostic visuel est réalisé afin de constater des désordres (fissures, bombements, végétation). Un suivi topographique peut également être réalisé pour permettre de suivre l'évolution des structures. Ce suivi est réalisé grâce à des points référencés sur les ouvrages. Il existe aussi plusieurs outils d'auscultation non destructive comme la technique du marteau de géologue qui permet de détecter les décollements de parements ainsi que l'état des joints. De plus le géo-radar analyse par le biais d'ondes magnétiques l'état internes des structures (épaisseur, différentes couches, qualité de liaison entre les matériaux). Un suivi des fissures peut également être effectué grâce à différentes techniques telles que les témoins au plâtre, les témoins métalliques ou bien les comparateurs mécaniques.

**-Les auscultations destructives :** Premièrement les sondages carottés permettent une analyse complète et avancée de l'état interne des ouvrages grâce à la visualisation des matériaux et de l'évolution de leurs caractéristiques tout au long de leur utilisation. D'autre part les sondages géotechniques par forage des remblais ou sous-sol assurent le suivi du terrain afin d'éviter les glissements ou tassements aux abords des ouvrages. Il existe également les essais subaquatiques qui permettent un contrôle visuel des semelles des appuis, néanmoins ces contrôles présentent des nombreux inconvénients puisqu'ils ne peuvent être réalisés en cas de fort courant, ou de présence d'encombrants (déchets, végétation) et de mauvaise visibilité. Enfin des solutions de reconnaissance des fondations existent telle que les fouilles permettant de dégager la tête des pieux en bois pour vérifier leur état.

Tous ces procédés d'investigations permettent d'assurer la pérennité des ouvrages. L'entretien de ces derniers est donc un facteur important afin d'éviter la dégradation du patrimoine. Pour conclure la protection de ces ouvrages contre l'eau est essentielle à un bon fonctionnement des structures.

*(BRANA-BRETAUDEAU)*

### Les procédés d'investigation sur les ouvrages en béton armé

#### Nicolas Bessoule (Sixense-Concrète)

Le diagnostic d'investigation des ouvrages en béton armé s'applique sur le principe d'un triptique avec l'inspection (visite annuelle, quantifiée, inspection détaillée), l'auscultation et l'ingénierie (analyse DOA, analyse structurelle et recalcul).

Dans un premier temps, la méthode d'auscultation se caractérise par deux éléments avec en l'occurrence les méthodes de terrains (structure). Cela consiste à analyser le fonctionnement réel d'un ouvrage ou d'une partie de ce dernier à vide ou en chargement avec par exemple l'application d'essais dynamiques sur la structure. Les moyens mis en avant pour réaliser ces essais sont liés à la topométrie et à la métrologie.

L'autre élément se traduit par l'analyse concrète des matériaux en places (configuration de la structure). On dénombre quelques méthodes pour étudier les matériaux en place comme l'usage des ondes mécaniques avec les ultrasons.

En partenariat avec des laboratoires, il est possible d'ausculter les matériaux en effectuant des prélèvements sur lesquels différents procédés seront effectués. Nous pouvons noter les essais

mécaniques, les analyses chimiques, les mesures physiques, les observations microscopiques et les essais de vieillissements accélérés.

En fonction des situations rencontrées sur le terrain, le type d'auscultation sera défini et déterminera le personnel et le matériel requis pour mener à bien cette mission.

Les méthodes d'auscultation adéquates pour réaliser un diagnostic pertinent sont liées à la méthode de diagnostic. Ces méthodes sont caractérisées par un vas et vient permanent entre les documents techniques mis à disposition et l'assistant à la maîtrise d'ouvrage.

Il existe un pré-diagnostic qui va formuler des hypothèses sur l'origine probable des désordres observés afin d'orienter correctement le diagnostic.

Ce pré-diagnostic doit faire intervenir les bonnes techniques, aux bons endroits et en nombre suffisant car il est déterminé par l'analyse DOA et l'examen IDP.

Il sera orienté en deux grands axes avec un diagnostic structurel et matériel visant à mettre en avant les défauts rencontrés. D'un point de vue structurel, il faudra réaliser une analyse du mode de fonctionnement de la structure et l'évaluation de la capacité portante. D'un point de vu des matériaux, deux types de pathologie seront pris en compte avec la pathologie suspectée (nature ; intensité...) et avérée (potentiel évolutif...). La question de l'incidence sur la résistance sera liée au diagnostic structurel.

Différents ouvrages pourront servir de sources pour le bon déroulement des procédés d'investigations sur ce type d'ouvrage avec notamment le Sétra, l'IFSTTAR, le fib et le LCPC

*(BUALLA/BUFFA)*

### **Les procédés d'investigations sur les ouvrages précontraints.**

**Florent Plassard (Cerema), Bernard Tonnoir (LERM)**

À l'occasion de ce 23<sup>ème</sup> colloque dédié à la maintenance des ouvrages de Génie Civil, M. PLASSARD Florent (CEREMA) et M. TONNOIR Bernard (LERM) ont présenté des procédés d'investigation sur les ouvrages précontraints.

Leurs exposés s'inscrivent dans un processus de surveillance. Cela requiert la réalisation d'un diagnostic afin d'optimiser les actions correctives portées sur l'entretien courant, la réparation ou le renforcement des ouvrages de Génie Civil.

Les procédés de l'imagerie du Génie Civil sont premièrement mis en exergue par M. PLASSARD.

Les structures telles que les poutres, les dalles ou autres voiles en béton précontraint sont concernés par des investigations non destructives.

L'imagerie permet d'observer l'état, le positionnement et la qualité de mise en œuvre des conduits, du niveau des coulis de remplissage, des câbles et des coupleurs. L'aspect général au cœur du béton est également passé au crible pour déceler les défauts tels que les fissures ou les décollements entre diverses pièces d'appui et le béton.

C'est en comparant plusieurs méthodes utilisées pour réaliser de telles investigation que M. PLASSARD explique les atouts et les inconvénients de chacune pour offrir à l'assemblée un tableau récapitulatif, utile pour choisir l'outil adapté selon le résultat désiré, l'ouvrage examiné, la mise en œuvre possible et le budget mis à disposition.

Ainsi, l'assemblée a pu en apprendre un peu plus sur la Gammagraphie et son rayonnement gamma, le Radar de structure utilisant les ondes sismiques, l'Impact Echo et ses ondes ultrasonores et l'Ultrasonic Pulse Echo et ses ondes électromagnétiques.

La seconde partie de l'exposé est dirigé par M. TONNOIR qui présente deux méthodes d'évaluation mécanique des ouvrages d'art. Les mesures à l'Arbalète et la Courburemétrie.

Tout d'abord, la mesure à l'Arbalète utilise une méthode destructive locale afin d'obtenir la tension des armatures de précontrainte. Elle s'appuie sur le principe que plus une armature est tendue, plus l'effort  $F$  nécessaire à la dévier de son tracé d'une flèche  $f$  sera important. Il est primordial de respecter les recommandations du guide LCPC 2009 afin d'assurer l'exactitude et une bonne précision des résultats mesurés tout en préservant l'intégrité du matériel et de l'ouvrage d'art.

Enfin, la Courburemétrie analyse des micro-déformations d'un ouvrage sous sollicitations de flexion. Des capteurs mesurent la courbure de la poutre ou du joint observé suite à la mise en charge de l'ouvrage par des semi-remorques chargés. Ces données sont ensuite exploitées à travers des calculs sous charges roulantes ou sous gradient thermique et des courbes de moment/courbure. L'analyse des résultats a pour objectif de détecter les anomalies possibles, de rechercher le module d'inertie  $EI$ , des moments de décompression et de surveiller la progression des fissurations dans le talon d'une poutre.

*(CHARROUD Maxime, DAVIN Léo)*

### Les procédés d'investigation sur les ouvrages métalliques

#### Marjorie BOURQUENCIER (CEREMA)

Durant son intervention Mme Marjorie BOURQUENCIER (CEREMA) nous a montré qu'il faut un regard extérieur sur la charge de travail à réaliser pour obtenir un diagnostic sur un ouvrage métallique. Il faut que tout individu souhaitant réaliser des investigations sur un ouvrage pense à faire une analyse de la peinture (recherche d'amiante/plomb/métaux...). Le métal est un matériau très avantageux puisque par définition il est très ductile et donc déformables, on peut donc souvent voir des déplacements mais rarement des fissurations. Les investigations seront donc accès sur la détection des faiblesses (zones de fissures, zones corrodées, ...) ainsi que la caractérisation précise du matériau (mécanique/structure métallographique).

Mesure d'épaisseur résiduelle du métal à l'aide d'ondes sonores permettant de déterminer la perte de section de l'ouvrage.

On peut également à l'aide d'un bureau d'études essayer de réaliser des essais non destructifs, surfaciques et volumiques dans le but de caractériser et de déterminer la cause d'une fissure (fatigue/incendie/accident...). Les deux méthodes présentées sont le ressuage et la magnétoscopie qui sont deux techniques visant à déterminer les fissures étudiées a repéré sur l'ouvrage.

Il faut savoir qu'il existe deux autres méthodes ne nécessitant pas le retrait de la protection qui sont ACFM et « courants de Foucault » mais cependant elles sont plus onéreuses. Les ultrasons peuvent également aider à déterminer les fissures.

On a également pu entendre Mme BOURQUENCIER traiter d'un examen métallographique, par réplique ou en laboratoire. Cet examen permet de déterminer la taille et la forme des grains, la répartition ferrite/perlite, la nature et la densité des inclusions. D'autres tests existent encore tel que :

-la mesure de dureté réalisée sur site ou en laboratoire qui permet de déterminer la dureté du métal et d'estimer sa résistance à la rupture ( $R_m$ )

-l'analyse chimique qui permet de déterminer la composition chimique (en laboratoire)

La dernière méthode est l'utilisation des essais de traction et de flexion par choc, ceux sont des investigations lourdes qui permettent de déterminer les valeurs caractéristiques du matériau. C'est malheureusement un essai destructif car il nécessite de gros échantillons.

L'ensemble de ces méthodes visent à l'amélioration et à l'anti dégradation des ouvrages métalliques dans les régions de France. Généralement c'est un chargé d'affaire compétent en métal qui régite les règles et vérifie les informations qui lui sont fournis.

*(DEVOS Amaury / DEILHES Théo)*

### Les procédés d'investigation sur les ouvrages à câbles

#### Bastien VAURIGAUD (Cerema)

A l'occasion de ce 23<sup>ème</sup> colloque « Le Pont », la thématique abordée ne pouvait que s'appuyer sur la tragique actualité de l'effondrement du pont autoroutier de Gènes survenu le 14 août 2018. C'est dans ce contexte que les différents acteurs se sont succédé sur un thème commun : la maintenance des ouvrages de Génie Civil. M. VAURIGAUD Bastien du Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA), nous a exposé les procédés d'investigation sur les ouvrages à câbles.

On retrouve des ouvrages à câble un petit peu partout sur le territoire, que ce soit à travers les remontées mécaniques, les passerelles mais surtout sur des ouvrages d'art à câbles tel que les ponts suspendus et les ponts à haubans. Les câbles ont un rôle majeur dans la stabilité de ces ouvrages et ils sont soumis à des sollicitations très importantes d'où la nécessité de les surveiller.

M. VAURIGAUD nous présente les grandes familles de câbles et d'ancrage : les MTP (Multi torons parallèles) ancrage par clavette ou manchonnage, les TMC (Toron multi couches) ancrage par chignon ou poupée et enfin les MFP (multi fils parallèles). Il est important de connaître ces spécificités pour mieux appréhender les risques.

Il existe 4 pathologies majeures sur les ouvrages à câbles, nous explique ensuite M. VAURIGAUD.

- Les défauts de réglage qui mettent en péril le fonctionnement des sections articulées au niveau des appuis et des ancrages, ce sont d'ailleurs l'un des risques de rupture les plus importants dans ce type d'ouvrage.
- L'endommagement des câbles et leurs ancrages, provoqué par des attaques extérieures lié le plus souvent à l'environnement.
- La fatigue des câbles, par leurs sollicitations importantes en traction et flexion.
- L'endommagement des câbles à cause des frottements des fils ou encore à cause des différentes pathologies combinées...

Quels sont donc les procédés d'investigation pour vérifier la bonne conformité des ouvrages à câbles ? Dans un premier temps les investigations visuelles et endoscopique réalisées par des experts pour déceler les pathologies puis les vérifications intérieures du câble, la méthode par bobine magnétique pour contrôler l'oxydation du câble, et la méthode par gammagraphie pour détecter une rupture de fil.

Les investigations sur la protection des câbles : la recherche de vide dans les gaines par thermographie infrarouge, et la détection d'anomalies d'injection de câbles au coulis de ciment par sonde capacitive.

Les investigations sur les ancrages, ce sont les zones les plus sensibles des ouvrages à câbles, là où on constate le plus de rupture et il n'y a malheureusement pas de méthode opérationnelle, les seules solutions qui existent sont le contrôle visuel et le suivi de fabrication des ancrages.

M. VAURIGAUD termine son exposé en nous présentant les méthodes de mesure d'efforts qui permettent de contrôler le bon fonctionnement de la structure et qui sont utilisées pour vérifier la conformité de l'ouvrage en matière de sécurité.

*(Antoine GARDES, Maxime FRANCESCATO)*

### Évaluation dynamique sur structure béton et métal

**Antoine CLEMENT (SITES)**

Ce sujet vise à sortir des mesures résultant des investigations dynamiques c'est donc une information susceptible d'apporter une appréciation plus pertinente de la performance d'un ouvrage sur son cycle de vie.

Dans un premier temps, on nous a parlé de la notion de dynamique :

Il existe 4 types d'investigations dynamiques :

- Mesure du confort
- Evaluation des sollicitations
- Analyse structurale
- Surveillance du comportement

La notion de dynamique représente le couple de l'excitation et de la structure résultant sur une mesure exponentielle décroissante.

Cette notion peut être influée par modification de la masse et de la raideur.

D'une manière générale le mouvement vibratoire est la somme de la torsion, flexion verticale et horizontale.

Dans un deuxième temps, on a pu voir la mesure du confort :

Au cours de cette conférence, M.Clément nous expliquait l'inconfort des piétons par la résonance des passerelles qui sont influencées par la fréquence d'excitation et d'oscillation.

Le point de vérification est caractérisé par l'outil de mesure de l'accéléromètre pour l'investigation dynamique.

Dans un troisième temps, on a pu observer l'évaluation des sollicitations :

Pour évaluer la résistance de l'ouvrage, il existe deux facteurs à prendre en compte :

- Le coefficient de majoration dynamique
- La contrainte en fatigue

Dans un quatrième temps, on nous a parlé de l'analyse structurale :

A partir de mesures vibrations, des analyses sont faites à l'aide de capteurs.

En faisant des investigations qui peuvent être des analyses modales expérimentales mais aussi opérationnelles.

Les caractéristiques de cette analyse se représente sous 3 types de formes :

- Le capteur : nombre / position / direction
- L'excitation : impulsions / contrôlée / ambiante
- La méthode d'analyse : temporelle / fréquentielle

Pour conclure au cours de cette conférence présenté par M.Clément, l'évaluation dynamique sur structure béton et métal est différente pour chaque cas mais requiert une expertise basée sur l'instrumentation, l'enregistrement puis l'analyse des mesures retirées. Il propose donc une démarche complète de l'évaluation structurale des ponts par essais dynamiques au travers des enjeux essentiels qui sont respectivement la réalisation d'essais dynamique sous charge d'exploitation et la détection et/ou la localisation d'endommagement.

*(KLEIM/LACOMBE)*

### **Le système d'étanchéité liquide au service des rénovations de parking présenté**

**Erwan GIRARD (entreprise ETANDEX)**

Dans un premier temps l'intervenant a introduit sa présentation par un rappel des textes réglementaires en rapport avec l'étanchéité. Les textes réglementaires sont les suivants :

- DTU 20.12
- DTU 43.1 –43.5
- Règles professionnelles concernant les travaux d'étanchéité par application de
- Systèmes d'Etanchéité Liquide sur les dalles et rampes de parking.

Ensuite il nous a énuméré les différents types d'étanchéité que l'on peut retrouver dans un parking (Asphalte, feuille préfabriquée, mixte (asphalte +feuille préfabriquée)) et surtout le SEL (système étanchéité liquide) qui nous a présenté plus en détails dans la suite de sa conférence.

Ces derniers sont applicables à la fois pour de la réhabilitation mais aussi pour la construction de nouveaux parkings. Ils sont utilisables à l'intérieur comme à l'extérieur sur des parkings réservés aux véhicules légers.

Ils utilisent cette méthode pour pallier aux infiltrations d'eaux qui proviennent des pluies battantes ou directes, les véhicules qui amènent de l'eau ou de la neige.

Ces infiltrations d'eau entraînent des problèmes dans les parkings :

- Formation de stalactites
- Gênes aux usagers (traces de calcite sur voitures, flaques ...)
- Pertes d'exploitations
- Dégradations des équipements du Parking
- Dégradations de la structure en sous face (et de leur protection)
- Corrosion d'éléments métalliques
- Corrosion des armatures / Attaque aux chlorures
- Dégradations de la structure en face supérieure

De plus, avec cette méthode il est possible de résoudre les problèmes dus aux pentes dans les parkings en rénovation qui ne sont pas toujours de 2%, sans atteindre la capacité portante des planchers étant donné la légèreté du SEL.

Les SEL sont composés d'une couche primaire pare vapeur, une étanchéité polyuréthane projetée à chaud, une couche de roulement épaisse et une fermeture du système (transparente ou colorée).

Pour finir, il nous a présenté les caractéristiques de ces derniers vis-à-vis des solutions traditionnelles :

- Allongement à la rupture : 350%
- Adhérence au support > 1MPa
- Complexe total mince (4 à 6mm) et léger (<10kg/m<sup>2</sup>)
- Essais de roulage lourd (XP P 11-101 modifiée) :
  - 1h au droit des stationnements
  - 3h au droit des circulations
- Classement au feu : en extérieur Broof(T3) et en intérieur Cfl-S2
- Projection à chaud et à Prise instantanée
- Robotisation de l'application
- Esthétique

*(LUCIEN/MAYNARD)*

### **Les actions de l'AQUASPRO pour la qualité des bétons projetés**

#### **Catherine LARIVE (CETU)**

L'association ASQUAPRO (Association pour la Qualité de la Projection des bétons) existe depuis 1987, elle regroupe des maîtres d'ouvrage, des maîtres d'œuvre, des bureaux d'ingénierie, des laboratoires de recherche, des entreprises, des organismes publics, des fabricants de matériels, des fournisseurs de matériaux et des experts indépendants.

Dans cette présentation Mme LARIVE, nous a présenté les différentes mises en œuvre d'un béton projeté. En effet, le béton peut se projeter par voie sèche ou par voie mouillée.

Pour la projection du béton par voie sèche, on transfère des matériaux pulvérulents (légers et secs). Il est acheminé à l'aide d'air comprimé pouvant aller jusqu'à une portée 1km de portée avec un compresseur à fort débit. De plus, le béton peut se projeter sur une distance de 130m.

Dans la phase de mise en œuvre du béton par voie mouillée, on transfère du béton malaxe (besoin de super plastifiant). L'eau est introduite avant le transfert et l'air en fin de parcours. Pour l'application du béton sur le support, il faut d'abord préparer le support, ensuite la lance de pré mouillage inséré dans le

béton va régler le rapport E/C. Enfin, il est important d'utiliser des activateurs et des raidisseurs qui assurent la tenue du béton donc sa qualité.

L'ASQUAPRO présente une nouvelle génération de béton. En effet, il s'agit du béton fibré plus particulièrement utilisé pour le soutènement de tunnel ou la réparation de structure. Cependant, ce béton a un problème de fluage. L'association a fait plusieurs comparaisons entre différents bétons avec plusieurs fibres plus des treillis soudés pour palier à ce problème.

L'ASUAPRO opte de nouvelles perspectives comme la formation de pilotes de robot sur simulateur, l'étanchement de béton projetés de soutènements revêtements, utilisation du laitier de haut fourneau dans les bétons projetés compliqué à cause d'une réaction chimique. La solution envisagée a été la modification de l'activateur.

(NATHAN/MONTEIRO)

### Protection du béton et de l'acier : certifications et garanties

#### Elizara PETROVA (OHGPI) et Alain PINON (ACQPA)

La protection du béton et de l'acier est réalisée par une peinture anticorrosion. Ces peintures ont pour enjeu de pérenniser les ouvrages, de les protéger par des systèmes de peinture de haute durabilité, elles sont indispensables à l'ouvrage pour augmenter sa durée de vie. Celles-ci présentent un excellent rapport qualité prix et valorisent l'ouvrage ancien par une amélioration de l'esthétique. Les professionnels qui les composent ont pour mission de créer des produits à forte technicité, confirmés par une certification, la maîtrise de leur mise en œuvre et une homologation des garanties contractuelles. L'**OHGPI** est l'Office d'Homologation des Garanties de Peinture Industrielle, elle porte un avis technique impartial et homologue les garanties contractuelles d'anticorrosion. Les garanties contractuelles ne doivent pas être un enjeu de concurrence commerciale, elles doivent permettre au Maître d'Ouvrage d'évaluer les offres sur une base technique objective et équitable entre offreurs. Les domaines d'utilisation sont les marchés neufs ou de rénovation sur des supports acier galvanisés, métallisé ou béton sur tout type d'ouvrage.

**ACQPA** est l'Association pour la Certification et la Qualification en Peinture Anticorrosion elle a pour objectif de délivrer une marque de qualité sur une base volontaire et a pour missions de certifier les systèmes de peinture (produits) et les personnels. Cette association n'assume pas le rôle de formateur. La structure de l'ACQPA est divisée en 4 parties : les donneurs d'ordre, les fabricants, les entreprises d'application, les organismes techniques. Toutes les activités de certification de l'**ACQPA** sont basées sur les critères de compétence, d'indépendance et des référentiels de qualité reconnue. La certification est une valeur ajoutée aux produits et au personnel avec une garantie de qualité.

(PARAZOLS/PISTRE)

### Table ronde : Quel est l'état réels de nos infrastructures ?

Pour évoquer ce sujet, il y avait autour d'une table, David ZAMBON. Il fait partie de l'IDRIMM, il a un rôle dans la gestion du patrimoine et s'occupe également des enjeux économiques de celui-ci. Nathalie Richer (DIR-SO) de la Direction Interdépartementale des Routes du Sud-Ouest, Thierry Cayret (CD 32) du Conseil Départemental du Gers et Thierry Duprat (Com de Com Grand Armagnac), étaient également présents, pour débattre sur l'état de nos infrastructures, mais aussi des solutions qui doivent être apportés dans les années à venir. En premier lieu, les faits ont été énoncés, il a été dit que le patrimoine est correct. Sauf que la loi NOTRE et la décentralisation a contraint les collectivités, du coup nous avons un manque de moyens humains pour assurer le suivi de notre patrimoine. Les communes manquent de moyens

humains compétent et surtout de moyens financiers. L'enjeu essentiel de nos jours et de connaître notre patrimoine. Le manque de moyens financier s'explique du fait qu'il est difficile de convaincre et d'avoir des aides puisque les routes et OA ne produisent aucunes recettes. De ce fait le budget souffre mais l'état investit de plus en plus dans l'entretien et non dans la création. Des solutions ont été énoncées. Une évaluation du budget sera faite pour faire évoluer notre patrimoine. De plus, nos infrastructures devront être entretenus avec le plus de rigueur possible de façon régulière. Un entretien obligatoire a même été énoncé, y compris pour les petites communes qui à ce jour n'en n'ont pas la capacité. Des compétences de main d'œuvre publique sont nécessaire pour assurer ces solutions. Pour finir, l'état de nos infrastructures n'est pas catastrophique, néanmoins il faudra très vite mettre en place des solutions évoquées lors du débat pour que cela ne puisse empirer.

(RAUJOL)

### LE "TOUR DU MONDE" DES GRAPHES"

#### Transformer des ouvrages en ouvrages d'art !

Ce sujet a eu pour but d'expliquer que les graffitis dans le domaine du génie civil sont devenus une sorte d'art urbain. Plusieurs graffitis nous ont été présentés sur plusieurs sortes d'ouvrages comme les barrages, les centrales nucléaires, les châteaux d'eau, des silos (à grain, à batardeau etc...), les ponts, les tunnels et autres sortes de passages sous-terrain, sur les routes, sur les murs de soutènement, sur les digues et sur d'autres cas particuliers tels que les graffitis sur les voies ferrées ou même les camions de chantier.

Centrale Nucléaire de Johannesburg



Barrage désaffecté de Piney



Fresque sous un pont à CANNES



### Château d'eau en Dordogne



(ZEMA Joris, YANKEY Jimmy)

#### ► INSA de Toulouse

### L'évaluation de la résistance résiduelle d'une structure existante : Les principes généraux JM Lacombe (Cerema-ITM)

La maintenance et la rénovation dans le domaine du génie civil occupent actuellement une part importante de l'activité. En effet, 60% des constructions en France sont des ouvrages anciens ; malheureusement on ne dispose pas assez de documents pour permettre un recalcul lors de la réparation ou du renforcement de la structure. Beaucoup de personnes pensent que l'on peut utiliser les Eurocodes, mais il s'agit ici d'une erreur car ces normes européennes sont destinées principalement aux ouvrages neufs.

La première question que l'on peut alors se poser est « Quels textes pouvons-nous utiliser ? ». Actuellement, en l'absence de textes réglementaires, la stricte application des règlements destinés aux ouvrages neufs n'est généralement pas pertinente pour des ouvrages déjà bâtis. Elle peut même conduire à des renforcements ou des réparations injustifiés. Pour l'instant, lors de travaux de réparation ou de maintenance, on peut s'appuyer sur plusieurs textes, articles ou livres qui forment une référence :

- Norme ISO 13822 (2010) : « Base de calcul des structures, Evaluation des structures existantes », c'est une norme principalement utilisée à l'étranger qui donne des principes généraux sur les évaluations structurales et notamment page 6 où son but est d'éviter les interventions qui ne seraient pas strictement nécessaires.

- Les Eurocodes : à noter que les Eurocodes concernent la plupart du temps les ouvrages neufs, surtout l'Eurocode 0 qui forme une base de calcul, mais l'Eurocode 8 est une exception, car il s'applique également aux ouvrages existants.
- Guides STRRES : « Réparation et renforcement des structures », plus centrés sur les matériaux et la mise en œuvre. Abordent davantage le point de vue réparations que les évaluations structurales.
- Articles et Livres comme « Maintenance et réparation des ponts »,

Face à ce vide réglementaire qui se traduisait par une différence d'approche énorme entre les projeteurs qui étaient amenés à faire des évaluations structurales, le Sétra a publié en 2012 une note d'information sur ce sujet avec pour objectif de donner quelques principes généraux sur les calculs d'évaluations des ponts. Dans le prolongement de cette note a été publié en 2015 un guide CEREMA « Conception des réparations structurales et des renforcements des ouvrages d'art ». Ce guide est beaucoup plus détaillé et reprend tous les aspects d'évaluations. Il dispose également de différentes annexes qui peuvent être utiles aux projeteurs comme « Evolution des règles de charge des ponts routes », et elles sont téléchargeables sur le site CEREMA.

Tout comme des anciens textes relatifs aux ouvrages d'art datant pour certain du 19<sup>ème</sup> siècle. Malgré ces ouvrages il n'y a pas de référentiel propre, mais un nouvel Eurocode sur l'évaluation des ouvrages existants est en cours de rédaction pour une parution prévue en 2023. Cet Eurocode sera probablement une annexe à l'Eurocode 0 ou un document indépendant, avec des annexes nationales. En parallèle, tous les Eurocodes sont en cours de remaniement et ils intégreront des annexes pour les ouvrages existants.

En attendant ces modifications sur les textes réglementaires ou la publication d'un Eurocode spécifique, plusieurs questions peuvent être retenues lors d'une évaluation de la résistance d'un bâtiment existant sur la méthode de travail, les textes à utiliser, les charges, le modèle et les caractéristiques des matériaux.

### Quels textes utiliser ?

Actuellement, il est recommandé d'utiliser les Eurocodes pour ouvrages neufs, mais avec des aménagements pertinents, en les adoptant au projet existant. Comme l'Eurocode 0 qui nous informe que l'on peut l'appliquer moyennant des dispositions additionnelles, et cette information peut être extrapolée à l'ensemble des Eurocodes. Concernant les états de charge définis par les Eurocodes 0 (ELS et ELU), les Etats-limites ultimes (ELU) doivent être satisfaits, car, la sécurité des personnes doit être assurée en toute circonstance. Alors que les Etats-limites de service (ELS), qui visent des objectifs de confort et de durabilité, peuvent subir des adaptations et sont du ressort du maître d'ouvrage.

### Quelles règles de charge utiliser ?

Utiliser l'Eurocode 1, qui est censé être le plus représentatif des charges du trafic actuel mais ces charges qui ont été calibrées pour des autoroutes à très fort trafic. Pour être plus précis, il est possible d'effectuer des mesures de trafic puis d'extrapoler des charges pour ainsi permettre de réduire sensiblement l'intensité des charges de calcul.

### Quelles caractéristiques pour les matériaux ?

Chaque ouvrage nécessite une utilisation différente : soit des données d'archive et du dossier d'ouvrage si l'ouvrage est récent, soit des prélèvements et d'évaluation si l'ouvrage est ancien, ou bien encore par combinaison des deux données.

### Quels modèles utiliser ?

Dans le cas d'un ouvrage existant, il est préférable de recourir à des modélisations fines pour éviter de renforcer l'ouvrage inutilement. Cela induit à faire travailler des éléments généralement négligés.

En conclusion, il convient de prendre en compte les connaissances que l'on a de l'ouvrage, qu'il soit neuf ou existant. Ces connaissances s'obtiennent en effectuant des investigations et des osculations, tout en s'associant avec un ingénieur structure dans le choix de celles-ci. Il faut aussi retenir que les résultats de ces évaluations structurales doivent être cohérents avec ce que l'on constate sur l'ouvrage.

(ALASSAAD Farjallah, JEAN Emilie)

### Analyse structurelle des ponts en maçonnerie

#### STABLON Thomas (ARCADIS)

44% des ouvrages sur le réseau SNCF sont en maçonnerie et ont été construits entre 1850 et 1880 et pratiquement 15% sont dans des mauvaises conditions. Ils nécessitent donc un suivi particulier ainsi que d'éventuelles réparations. Cela concerne donc un volume d'ouvrages assez conséquent.

Afin d'analyser ces ouvrages il existe plusieurs méthodes.

**Les méthodes empiriques, les plus anciennes**, sont des indicateurs afin d'avoir une base de comparaison par rapport à des calculs plus modernes.

Ces méthodes, tel que MEXE qui date des années 30 ou la méthode REAM plus moderne, font intervenir seulement des paramètres géométriques. Cela nous donne un premier indicateur, une valeur de charge, mais cela n'est pas assez pour déterminer la capacité portante de l'ouvrage.

Ces méthodes, utilisables directement sur site, sont relativement rapides et simples afin d'avoir une estimation de la charge de ruine sans analyser la structure en service.

**La méthode d'analyse à la rupture** associe les caractéristiques géométriques des critères liés aux matériaux (résistance en compression et glissement des blocs).

Les calculs de ces méthodes sont relativement simples mais demandent une bonne connaissance de la géométrie de l'ouvrage.

Le pont de Pinsaguel, par exemple est un ouvrage en bon état général qui nécessite, dans le cadre de l'aménagement urbain alentour, de le reconfigurer pour sécuriser les piétons. Donc à ce titre, l'ouvrage métallique a été élargi avec des consoles et l'ouvrage en maçonnerie a été élargi par une dalle. Avec une méthode d'analyse à la rupture, on a identifié les zones interdites par type d'engin.



Fig. 1 : Le pont de Pinsanguel rénové et élargi.

**La méthode éléments distincts** est plus complexe car il faut analyser l'agencement de chaque bloc et leurs interfaces à l'aide de paramètres caractérisés par des ressorts ou des amortisseurs dans les trois directions. C'est un processus assez lourd mais qui permet d'estimer le faciès de rupture assez précisément et donc créer des seuils d'alarmes. Aujourd'hui cette méthode n'est pas très utilisée mais est en développement.

**La méthode des éléments finis doit être utilisée avec vigilance** vis à vis de la maçonnerie. Cette méthode est bien pour étudier les problèmes 3D.

Le LMDC, le laboratoire de l'INSA et la SNCF ont développé sur le viaduc de Saint Ouen une méthodologie pour analyser ce type de structure avec la méthode des éléments finis. Ils ont utilisé un modèle 3D avec des ressorts calibrés sur site pour le système de fondation avec les lois de comportements non linéaires dans les matériaux. Ils ont ainsi retrouvé les faciès de fissuration identifiés sur site en retravaillant les tassements d'appuis identifiés sur site, on peut ainsi retrouver numériquement la structure existante et ensuite y appliquer les charges actuelles ou futures afin d'estimer la capacité portante.

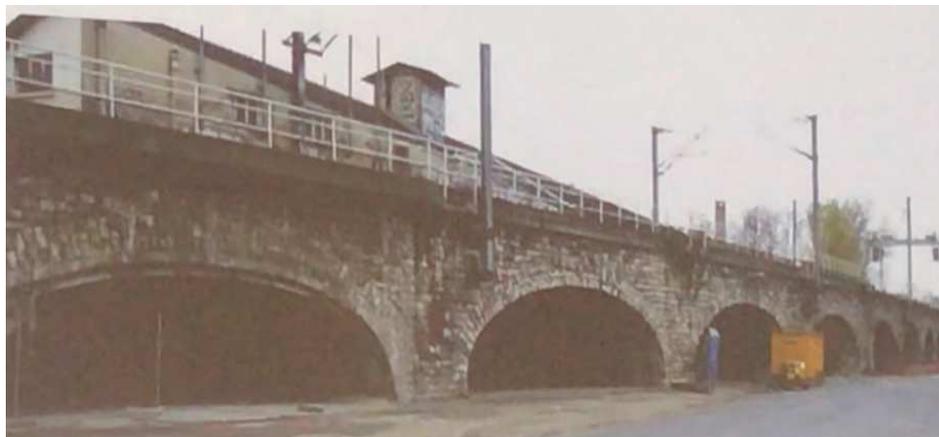


Fig. 2 : Le viaduc de Saint Ouen

Les ouvrages en maçonnerie sont relativement robustes, néanmoins ils nécessitent un entretien régulier. Tous les ouvrages vieillissent et évoluent (évolution de charge, de structure) et des investigations sont nécessaires du fait des données éparées. Il faut donc adapter les méthodes d'analyse de ces ouvrages suivant leur cas afin de pouvoir les analyser le plus précisément possible.

(ATALLAH Georgio, LAGRIFFOUL Emma, MEDEIROS MACIEL Caio César)

### **Évaluation de la résistance résiduelle d'une structure existante pour les structures en béton armé et précontraint**

**Jean-François CARLES (CEREMA)**

Au cours de sa présentation, Jean François CARLES abordera les différents procédés permettant de vérifier et de s'assurer de la stabilité des structures en béton armé précontraintes. Pour ce faire, il commencera par décrire le référentiel d'application du principe des états limites ainsi que les caractéristiques des matériaux composant la structure. Puis il décrira la méthode à appliquer pour réaliser l'analyse structurale qui déterminera l'état de la structure étudié en fonction des états limites.

#### **L'application du principe des états limites et caractérisation des matériaux :**

L'ELU est respecté pour la sécurité structurale alors que le choix du niveau d'aptitude au service (ELS) relève du maître d'œuvre. Si la structure et la fatigue sont vérifiées à l'ELU et l'ELS acceptable vis-à-vis des limitations des contraintes des matériaux et de la maîtrise de la fissuration pas d'intervention nécessaire

Les caractéristiques dépendent de l'âge de l'ouvrage et des informations disponibles. Elles doivent être interprétées pour correspondre aux grandeurs requises par l'Eurocode et garantir sa stabilité dans le temps.

Le béton : En général on s'appuie sur les documents de chantier et transformer les résistances en résistance caractéristique ( $f_{acs} = 0.85$  à  $0.9 f_{cn}$  pour la résistance nominale et  $f_{ck} = 0.7$  à  $0.85 f_{cm}$  pour la résistance moyenne). Il est pertinent de s'appuyer sur la résistance caractéristique à 90 jours.

L'acier de béton armé : On considère les valeurs sur les plans comme caractéristiques sauf dans la période 1940-1950 à cause des aciers de récupération. Pour les aciers à haute adhérence, les règles de l'Eurocode 2 peuvent être utilisées. Des adaptations sont nécessaires pour les aciers lisses car ils ne sont pas considérés par l'EC2 comme la réduction des coefficients de scellement et de fissuration.

Les câbles de précontrainte : Les fils de précontrainte utilisés sont des aciers à haute capacité ayant une limite élastique proche des 1800 MPa, soit environ quatre fois plus que les aciers de béton.

Les caractéristiques liées aux procédés comme le coefficient de frottement à recalculer en fonction des mesures des coefficients de transmission et d'allongement. Les sections critiques sont repérées par pachomètre, radar, gammagraphie.

### L'analyse structurale :

Le calcul est linéaire de premier ordre basé sur un modèle élastique linéaire prenant en compte le phasage de construction. Une analyse plastique, à l'ELU tenant compte des redistributions d'efforts est parfois envisagé. Il faut s'assurer de l'étendue limitée des zones concernées, de la stabilité et la ductilité des zones de déformations plastiques ainsi que de la capacité de rotation des rotules plastiques.

Par la suite le conférencier aborde la vérification à l'état limite ultime, pour laquelle on utilise l'Eurocode 2 avec des adaptations pour l'ELU. Concernant les vérifications sous sollicitations normales les ouvrages d'art en béton précontraint présentent une réserve de capacité portante à l'ELU ainsi que pour les ouvrages d'art en béton armé lorsque des critères de limitation de fissuration étaient imposés.

Cependant cela est moins vrai concernant les sollicitations tangentes, notamment pour les ouvrages en béton précontraint, il est donc préférable de retenir l'inclinaison maximale autorisée par la bielle de béton pour dimensionner les aciers manquants mais un renforcement longitudinal peut dès lors s'avérer nécessaire. De plus si une fissure existe, les calculs doivent être menés selon l'inclinaison observée.

Le cas de la résistance à la fatigue est aussi abordé, il est dit que dans les zones non fissurées, la vérification est inutile si aucune augmentation de la charge n'est prévue alors que ce n'est pas le cas dans les zones fissurées. Dans le cas des zones fissurées une vérification doit être réalisée, donc si cette dernière est non satisfaite, une analyse plus approfondie est nécessaire.

La notion de supra résistance permet de s'assurer qu'on va avoir des désordres apparaitre avant un effondrement brutal, c'est un critère qui n'est pas souvent vérifié. Finalement en question de vérification on a la question de la non-fragilité qui constitue un atout pour la sécurité structurale en assurant un mode de rupture progressif.

### Les états limites de service :

Aux états limites de service on cherche à avoir des limitations de la contrainte de compression dans le béton : la contrainte de compression de l'EC2 inférieure à  $0,45 f_{ck}$ . Lorsque le béton a plus d'un an, la limite est de  $0,55 f_{ck}$  sous combinaison caractéristique, la condition est inférieure à  $0,6 f_{ck}$  sous sollicitations normales. Il faut s'assurer que les contraintes pour les aciers restent en dessous de la plastification ( $< 0,8 f_{yk}$  armatures BA et  $< 0,8 f_{pk}$  pour les armatures de précontrainte adhérentes).

Il est rajouté que pour respecter la maîtrise de la fissuration il faut respecter les contraintes limites fixées dans l'annexe QQ de l'EC2, sensiblement plus élevées que celles fixées dans les règles antérieures.

### Conclusion:

Jean-François CARLES nous montre qu'il existe différentes méthodes qui permettent de vérifier l'évolution des ouvrages de béton armé et de béton précontraint. Cela est possible en se basant sur les règles et données du passé que l'on vient retranscrire en données actuelles ce qui permet de comparer aux codes actuels et donc de réaliser une vérification. Il se base aussi sur les faits historiques afin de pouvoir identifier des pathologies ou des défauts qui pourraient affecter l'intégrité de la structure.

*(AZAR Patrick / GOMES DE OLIVEIRA Vitor / GALIMONT Romain)*

### **L'évaluation de la résistance résiduelle d'une structure existante- Ouvrages métalliques, état des pratiques RATP**

**Jean François Douroux (RATP)**

Dans le cadre du colloque Le Pont édition 2018, M. Douroux, représentant de la RATP, a abordé les aspects relatifs à l'évaluation de la résistance résiduelle des ouvrages métalliques existant en France. Une brève description du réseau français de la RATP a ainsi été dépeinte, suivie des principaux procédés mis en place lors d'une démarche d'évaluation des ouvrages métalliques avant de traiter quelques exemples concrets d'ouvrages ayant fait l'objet de ces évaluations.

Le réseau français de la RATP constitue le deuxième réseau de métro en Europe pour ce qui est des voyageurs et dont la ligne A du RER, plus importante ligne d'Europe, est fréquentée par pas moins d'un million de voyageurs. Datant des années 1900 à 1940, le réseau présente quelques ouvrages nécessitant une modernisation ainsi qu'une maintenance adaptée aux nouvelles charges liées aux nombreux convois et à la circulation dense, caractéristiques du monde actuel. Pour cela, des évaluations dites structurales sont parfois menées ; lorsque l'ouvrage a connu des campagnes de réparations conséquentes et coûteuses, permettant ainsi de se prononcer quant au choix d'une énième réparation ou d'une reconstruction pure et simple de l'ouvrage.

Ces évaluations se basent en grande partie sur les archives relatives au dossier de l'ouvrage et répertorient les inspections réalisées ultérieurement, les notes de calcul d'époque ainsi que le registre des modifications éventuellement apportées à la structure. De nouvelles notes de calcul prenant en compte ces changements sont ensuite réalisées, basées en partie sur les Eurocodes et les règlements de calcul des ponts métalliques ; elles sont ensuite comparées aux anciennes notes afin de statuer sur la nécessité d'une éventuelle évaluation approfondie. Des investigations peuvent dans ce cas être menées sur site, comprenant des essais à la fatigue, des mesures de ductilité ainsi que le prélèvement d'échantillons destinés à déterminer la résistance et la soudabilité de l'ouvrage. Des essais d'instrumentation peuvent venir parfaire ces auscultations.

Les principaux problèmes soulevés lors des évaluations sont les suivants :

- Le choix du modèle de calcul à adopter est souvent sujet à discussions. En effet, des doutes peuvent parfois subsister quant au modèle de calcul à prendre en compte, les treillis articulés étant couramment utilisés à l'époque de construction des ouvrages et les modèles encastres d'avantage employés de nos jours mais induisant des moments d'encastrement conséquents ;
- La prise en compte des fatigues dites secondaires correspondant aux moments d'encastrement par rapport aux fatigues principales induites par les efforts normaux, aspect abordé par Bertrand de Fontviolant en 1927 ;
- L'absence de prescription quant à l'utilisation de certains matériaux (excepté pour les ouvrages ferroviaires pour lesquels une notice a été établie par la SNCF) a de plus contribué à rendre la comparaison des données d'époque et actuelles plus ardue.

La mise en œuvre d'investigations permet de vérifier et de corroborer les résultats suggérés lors des calculs et peut mettre en évidence un défaut d'analyse, comme le montre l'exemple du collecteur de Clichy dont les contraintes calculées étaient de 360 MPa et celles mesurées sur site de 5,7 MPa. Plusieurs outils sont employés lors des évaluations, permettant de caractériser au mieux les phénomènes observés sur l'ouvrage. Le viaduc d'Austerlitz a par exemple été modélisé en 3D suite à l'observation de fissures au niveau des suspentes, et par le biais d'un calcul aux éléments finis l'évolution du phénomène de fissuration a ainsi pu être représenté et étudié.

La décision finale concernant les mesures de réparation ou de modification de l'ouvrage n'intervient qu'à l'issue de l'ensemble de l'étude. Il est primordial pour cela de s'appuyer sur les dossiers d'ouvrages et de prendre du recul quant aux résultats apportés par les calculs. Ces derniers doivent en effet traduire les constatations relevées in-situ et être vérifiés grâce à d'éventuelles investigations. Chaque ouvrage étant unique, il est important de ne pas se cloisonner dans un raisonnement conventionnel et préétabli mais de s'intéresser davantage à la conception et au mode de fonctionnement de l'ouvrage afin de statuer sur l'origine des désordres. Les évaluations structurales se doivent d'être appuyées par un suivi régulier de l'ouvrage afin d'optimiser les opérations de maintenance et d'assurer la préservation et la pérennité de notre patrimoine bâti.

(Sofia Benaïssa, Elie Mahfoud)

### Évaluation de la résistance résiduelle d'une structure existante à câbles et haubans

#### Jean-Bernard Datry (SETEC TPI)

Le but de cette présentation est de faire un état de l'art des ponts à haubans et à câbles, leurs comportements, les points faibles de ces structures, les pathologies associées et leurs causes courantes.

Aujourd'hui il existe 70 ponts suspendus en France. Les ponts à câbles sont apparus en France au début du 19<sup>ème</sup> siècle. Les ponts suspendus sont utilisés dans les cas où créer des fondations s'avère compliqué ou impossible. Notamment dans les lits de rivières sableux ou alluvionnaires ou dans les cas où les piles de pont seraient trop hautes. Ils sont donc caractérisés par de très longues portées qui induisent une souplesse importante. Pour les proportions, la plupart du temps les travées de rives sont deux à cinq fois moins longues que la travée principale, quant aux mâts ils sont hauts d'environ le dixième de la portée principale.

Les ponts à haubans et à câbles sont souvent constitués d'une travée isostatique sur deux piles maçonnées. Le tablier est fabriqué en acier recouvert de béton ou de bois en fonction de l'usage. Les travées de rives ne sont pas suspendues dans les cas courants.

Du fait de la géométrie élancée et fine des tabliers, les sollicitations les plus défavorables sont le vent et le trafic. Le vent génère, en fonction de sa puissance, différents effets. Dans le cas de vents faibles, le pont est soumis à des vortex qui causent l'instabilité du tablier en créant des zones de surpression et de dépression. Dans le cas de vents plus violents, les ponts sont soumis à des turbulences voire à des torsions (le pont de Tacoma en est l'exemple le plus connu).

Les constructions ont beaucoup évolué en deux siècles. Les matériaux et les techniques utilisés sont différents. Les méthodes de dimensionnement ont intégré le développement des calculs numériques et la généralisation des calculs au second ordre.

L'évolution du trafic et les accidents dus à la souplesse des ponts ont amené les constructeurs à raidir les travées. Les câbles mono-torons parallèles ont peu à peu laissé leur place à des câbles torsadés et gainés. Les câbles torsadés se traduisent par un module d'élasticité apparent plus faible que le module d'Young du matériau, puisqu'il est de l'ordre de 165 GPa. Il est calculé en fonction du cosinus de l'angle d'enroulement ( $E_{app} = E_{acier} \cos^3(\alpha)$ ).

Les premiers ponts ont été raidis par des poutres de forte inertie pour éviter des déformations trop importantes. Plus tard, on a mis en place des treillis puis des caissons orthotropes ou bi-caissons (pour les ponts de grande longueur).

Le calcul au second ordre permet d'intégrer dans le calcul la déformation du câble sous chargement lors du dimensionnement du pont. Il en résulte une forte diminution des efforts dans le tablier.

Suite à deux cent ans d'expérience, il a été mis en évidence que certains éléments, comme les suspentes, les selles d'épanouissement et les ancrages des ouvrages suspendus sont plus sensibles au vieillissement que le reste de la structure. Cela s'explique par les cycles de chargement / déchargement qui génèrent de la fatigue sur ces éléments métalliques et l'exposition de ces éléments aux attaques extérieures (corrosion en particulier). Aujourd'hui encore, il reste extrêmement difficile de protéger ces éléments.

L'évolution la plus notable en matière de protection se trouve dans la fabrication des câbles eux-mêmes. En effet, la galvanisation externe du mono-toron a été remplacée par une multitude de couches protectrices. La galvanisation, la pâte de zinc, le « wrapping » la peinture époxy et les revêtements polyuréthane sont des procédés courants et continuellement améliorés pour augmenter la durée de vie des câbles. Les autres éléments n'ont pas encore profité d'amélioration aussi notable que les câbles.

Malgré de nombreuses innovations technologiques, les ponts à haubans et à câbles restent sensibles. Les ponts fabriqués ces dernières années sont systématiquement monitorés, ce qui permet un suivi systématique des éléments du pont, de son comportement et de ses caractéristiques. Le but est de prévoir la maintenance et l'entretien (ou le remplacement de certaines pièces au besoin) au bon moment. Le défi auquel font face les entreprises de maintenance des ouvrages plus anciens, est d'instrumentaliser suffisamment et sur une durée

assez longue pour dissocier les effets naturels dits de « respiration » de l'ouvrage de ceux plus anormaux dits « accidentels ». Cette compréhension de l'ouvrage est essentielle pour réaliser des travaux sur un pont.

M. DATRY conclut sa présentation en rappelant que les éléments du pont sont constitués de matériaux divers, soumis à leurs propre risques et pathologies (piles en maçonnerie, tablier en béton armé, haubanage en acier etc...). C'est cette diversité qui rend complexe la maintenance et la gestion du vieillissement du parc.

(CONFAIS Aleth, LABEYLIE Jeremy, NEHME Ali)

### Généralités sur la protection cathodique des bétons

#### Raoul François (INSA Toulouse)

François Raoul, professeur des Universités à l'INSA de Toulouse a présenté une conférence dont le thème peut se résumer ainsi : Protection cathodique des structures en béton. Le professeur a abordé plusieurs points : la corrosion des aciers dans le béton, le principe de protection cathodique, les procédés des protections cathodiques, les cadres normatifs, le retour d'expérience, les effets indésirables ainsi que les développements futurs.

La corrosion peut être initiée par les chlorures ou par carbonatation. Ces corrosions sont localisées, c'est-à-dire qu'il y a une séparation d'une zone cathodique et d'une zone anodique. Il s'y produit une réaction chimique d'oxydo-réduction ; une oxydation produisant des électrons à l'anode  $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$  et une réaction cathodique, une réduction consommant des électrons.  $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$  en présence d'oxygène ou  $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$  en absence d'oxygène.

Grâce à son pH élevé, le béton forme rapidement une couche passivante protégeant l'acier de la corrosion, or le phénomène de pénétration des chlorures ou le phénomène de carbonatation peuvent provoquer une corrosion dite localisée. Ces deux phénomènes nous mènent à avoir une dépassivation conduisant à une création d'une zone active.

Plusieurs techniques permettent de stopper ou réduire ce procédé de corrosion. Nous pouvons citer la repassivation des aciers de structure ou leur protection par revêtement. Dans ce document, nous allons nous intéresser à la protection cathodique. Le principe est le suivant : comme nous l'avons mentionné précédemment, la corrosion est due à un échange d'électrons entre l'anode et la cathode. L'objectif est donc de stopper cet échange. Pour cela, il faut amener des électrons à la cathode pour ne plus permettre à l'anode de fournir ces particules. Cet apport d'électrons externes est possible via deux techniques détaillées ci-dessous : la protection cathodique galvanique (PCG) et la protection cathodique par courant imposé (PCCI).

Intéressons-nous d'abord à ce premier type de protection, la PCG. Celui-ci consiste à utiliser une anode dite sacrificielle dont le but est de laisser l'anode principale libre de tout échange électrochimique avec la cathode. Cette anode sacrificielle est faite avec du Zinc pour plusieurs raisons. Tout d'abord, il est nécessaire d'utiliser un métal dont le potentiel électrochimique est inférieur à celui de l'acier des armatures afin que ce soit cette anode en Zinc qui fournisse les électrons au système. L'autre avantage du Zinc réside dans le fait que ce métal ne réagit pas avec le béton des structures à la différence d'autres métaux tels l'Aluminium ou le Magnésium.

Le principe de la protection cathodique par courant imposé se base sur l'utilisation d'une anode (matériau inerte) qui a pour but de limiter l'oxydation. Des électrons sont apportés à la cathode (armatures) et ensuite a lieu une transformation de l'oxygène en  $\text{OH}^-$ .

S'il n'y a plus d'oxygène à ce moment-là, la dissociation de l'eau apparaît. C'est-à-dire qu'il y a une transformation de l'eau en  $\text{OH}^-$  et en hydrogène. Les  $\text{OH}^-$  sont formés au niveau de l'acier, se déplacent vers l'anode et sont retransformés en oxygène.

En considérant 2 armatures liées entre elles électriquement dans une poutre, en faisant des coupures électriques et avec un système d'acquisition, les courants échangés peuvent être mesurés. À l'endroit de la pique de corrosion un courant anodique se développe alors que dans tout le reste de la poutre ce sont des courants cathodiques où l'oxygène se transforme en  $\text{OH}^-$ . Le système actif échange avec tout le reste de la poutre. En imposant un courant à la surface de l'anode, on observe qu'au niveau de la pique, le courant est anodique. Lorsque l'on injecte des électrons dans le système, les courants deviennent cathodiques dans toute la poutre. La protection cathodique est efficace, il n'y a plus de courant d'échange. La corrosion est stoppée.

Ces techniques existant depuis un certain nombre d'années, nous possédons à l'heure actuelle des données chiffrées présentant les résultats. Prenons l'exemple des Pays-Bas. Depuis la fin des années quatre-vingt, 105 structures ont été équipées avec une protection cathodique. Le résultat des données relevées permet d'obtenir l'évolution de la probabilité de défaillance des anodes en fonction de l'âge des structures ce qui peut conduire à la conclusion suivante : ces systèmes de protection cathodique sont fiables. En effet, moins de dix pourcents des systèmes anodiques risquent de connaître une défaillance au bout de sept années mais surtout moins de quinze pourcents au bout de quinze ans. Ces chiffres prouvent donc bien la qualité du dispositif de protection cathodique.

Il existe cependant des effets indésirables connus dus à cette protection cathodique. On consomme des  $\text{OH}^-$  à l'anode, un problème d'acidification de la zone de béton proche de l'anode peut avoir lieu. De plus, des problèmes de RAG peuvent se déclarer, car il y a une production des  $\text{OH}^-$  et la venue des alcalins dans le sens opposé des ions négatifs. À noter, que pour les câbles de précontrainte un problème de surpolarisation est envisageable ou de dissociation de l'eau au niveau de la cathode. À la place de réduire l'oxygène, une production d'hydrogène peut avoir lieu et potentiellement un risque de corrosion fissurante.

Pour le futur, le développement des aspects de modélisation numérique pour pouvoir prendre en compte des phénomènes 3D est primordial. Il faut mettre en place des modèles robustes basés sur les équations de base de l'électrochimie et sur la résolution des problèmes par la loi d'ohm pour la partie résistive. Pour finir, le développement d'un retour d'expérience pour pouvoir calibrer ses modèles numériques est à améliorer.

La protection cathodique est une méthode fiable, en ce qui concerne le cadre normatif. M. François rappelle qu'il existe deux normes principales, l'EN ISO 15257 qui définit l'existence d'un processus de certification pour les personnes qui vont mettre en place et qui vont concevoir la protection cathodique et un autre cadre normatif qui est l'EN ISO 12696 qui précise quels sont les critères à vérifier pour être sûr que la protection cathodique fonctionne. Ces critères ont une définition empirique et sont donc perfectibles. Afin de décrocher cette certification, il faut qu'au moins un des trois critères suivants soit respecté.

Le premier critère est un potentiel dit 'Instant OFF' qui doit être inférieur à -720 mV, le deuxième critère est une vérification de dépolarisation, il ne faut pas qu'il y ait une repolarisation de 100 mV sur 24H. Le 3<sup>e</sup> et dernier critère est une dépolarisation de 150 mV sur une période plus longue à condition que cette dépolarisation ne soit pas perturbée par des facteurs extérieurs.

*(Mathieu Pellerano, El Hadi Seddiki et Jérémie Dejean)*

### **La protection cathodique des bétons armés: Mise en œuvre des différentes techniques**

#### **Philippe Le Hö (CCFA)**

Cette présentation fait suite à celle de Mr. Raoul François qui a présenté les généralités de la protection cathodique des bétons. Pour rappel, la protection cathodique du béton armé est une technique permettant d'éviter la corrosion des aciers en transformant les armatures présentes dans le béton en cathode d'une cellule électrochimique. L'exposé est présenté sous la forme d'une photothèque qui vient illustrer les différents moyens de mise en œuvre de cette technique.

Pour commencer, avant de choisir une technique de protection, il est nécessaire de connaître la nature du béton ainsi que la surface de contact du ferrailage avec le béton. Ensuite, il faut procéder à la recherche de la position précise des armatures à l'aide de radars. La position des armatures est repérée sur la surface du béton. Pour les différentes techniques il sera nécessaire de relier physiquement les armatures au circuit de protection.

#### *Protection par anodes galvaniques*

Pour cette technique on effectue des percements afin de mettre les armatures à nue. Il faut ensuite mettre en place les anodes galvaniques (une dizaine par m<sup>2</sup> par exemple) qui assureront la protection anodique. Il est important de mettre en place une densité d'anode suffisante afin qu'elles puissent travailler localement. Il faut ensuite relier les différentes anodes aux armatures afin d'assurer la continuité électrique du circuit. Après la mise en place du système, des mesures et des contrôles sont effectués afin d'assurer la bonne mise en œuvre du système. Ces contrôles sont effectués via différentes techniques, notamment la mesure de potentiels sur site à l'aide d'électrodes de mesures. On met également en place des armoires de contrôle qui permettront d'effectuer de prochaines vérifications.

## Les manifestations nationales



### *Protection par courant imposé*

Une autre technique de mise en œuvre consiste, plutôt que de mettre en œuvre une anode métallique, à imposer un courant continu dans le ferrailage d'un élément en béton armé. D'une manière similaire les armatures doivent pouvoir être reliées au circuit. Des rubans électriques sont connectés aux armatures, le tout relié à un poste à courant imposé. Cette technique permet également un suivi sur site ou à distance à l'aide de télétransmission, mais également un pilotage du courant directement à distance.



### *Protection par plaques de zinc*

La mise en place de plaque de zinc peut également être une solution de protection cathodique. Ces plaques sont apposées sur la surface de l'élément en béton à protéger et sont reliées aux armatures afin d'assurer la continuité électrique.



Pour conclure, M. LE HÔ nous a donc mit en avant des solutions efficaces et durables pour la pérennisation des ouvrages avec notamment une équipe d'experts certifiés CEFACOR. Ces techniques sont basées sur des normes européennes reconnues et fonctionnelles. De plus il existe un centre d'examen à l'INSA Toulouse pour la formation des équipes. Il est à noter l'importance de la qualification des équipes de pose, de suivi et de maintenance de ce type de protection contre la corrosion afin d'assurer la pérennité des ouvrages qui nous entourent.

(*ESTRADA ZULUAGA Mariana, GONTERO Romain, LE LUBOIS DE TREHERVE Victor, NAUDI Clémence*)

**Formation et certification en protection cathodique des structures en béton**  
**Raoul François (INSA Toulouse)**

### **1. Présentation générale de la certification**

#### ***Objectifs de la certification***

La certification en protection cathodique des structures en béton permet de former des agents compétents pour lutter contre la corrosion du béton armé. La corrosion du béton armé est en effet non seulement la pathologie la plus répandue de ce matériau, mais encore une pathologie inéluctable, puisque, si elle peut être ralentie, elle ne peut être arrêtée.

#### ***Valeur normative de la certification***

Cette certification correspond à la norme française, européenne et internationale *EN ISO 15257: « Protection cathodique — Niveaux de compétence des personnes en protection cathodique — Base pour un dispositif particulier de certification »*.

La norme *EN ISO 15257* a été récemment modifiée (1er janvier 2018), notamment en ce qui concerne les niveaux de compétences. Ces changements étant générateurs de confusion, une présentation détaillée des niveaux des compétences sera exposée en partie 2.

#### ***Personnes concernées par la certification***

La certification concerne tous les acteurs de la construction:

- La maîtrise d'oeuvre : conception et dimensionnement.
- Les entreprises : mise en œuvre.
- Les bureaux de contrôle : vérification de la conformité des constructions.
- Les maîtres d'ouvrages (publics ou privés) : contrôle du système et préconisations adaptées.

La certification des opérateurs n'est aujourd'hui pas obligatoire en France, contrairement à des pays comme le Royaume-Unis où le nombre de personnes certifiées est 15 à 20 fois plus important qu'en France.

Selon Monsieur François, il devrait être obligatoire, en France, d'avoir recours à des opérateurs certifiés pour dimensionner et mettre en place la protection cathodique.

### **2. Domaines de certification et niveaux de compétences**

Comme indiqué ci-avant, la certification en protection cathodique des structures en béton est un dispositif permettant de reconnaître et d'attester de la compétence d'une personne travaillant dans la protection cathodique.

#### *Certificat nominatif spécialisé*

Cette certification est obtenue par la réussite d'un examen, qui donne lieu à l'attribution d'un certificat nominatif pour un secteur d'application donné et pour un niveau de compétence donné.

Les secteurs d'application sont au nombre de quatre :

- Structures métalliques terrestres (secteur Terre). Par exemple les pipelines.
- Structures métalliques en mer (secteur Mer).
- Structures en béton armé (secteur Béton, immergé ou non).
- Surfaces intérieures des structures métalliques contenant un électrolyte.

Quant au niveau de compétence, il en existe cinq :

Niveau 1 - Contrôleur en protection cathodique : certifie qu'un opérateur de chantier est capable de mettre en place une protection cathodique sur site.

Niveau 2 - Technicien en protection cathodique : capable de surveiller l'installation le contrôle et la maintenance de l'installation.

Niveau 3 - Technicien confirmé en protection cathodique : capable de préparer les instructions techniques pour les niveaux 2 et 1.

Niveau 4 - Spécialiste en protection cathodique : s'occupe conception et surveillance du système de protection cathodique (vérification de l'efficacité et de la conception globale).

Niveau 5 - Expert en protection cathodique : recherche et développement de la protection cathodique.

### *La certification à l'INSA*

Depuis 2014 (ouverture du centre de l'INSA) 64 personnes ont obtenu la certification de niveau 2 de la norme *EN ISO 15257*. Un examen pour le niveau 3 est prévu en décembre et le niveau 1 et 4 seront développés l'année prochaine. Le niveau 4 est différent des autres puisqu'il ne nécessite de suivre aucune formation préalable pour participer à l'examen. Alors que pour le niveau 2, il faut 5 jours de formation, et pour le niveau 3, 10 jours sont nécessaires. Il est aussi impossible de s'inscrire en candidat libre.

### **3. Inscription à l'examen : modalités et coûts**

L'inscription est réalisée via le site Internet du centre français de l'anticorrosion (CEFRACOR) (<http://www.cefracor.org>) ou de la Protection Cathodique (<http://www.protectioncathodique.net>).

La demande d'inscription est analysée par le Centre de Formation Professionnelle Construction (CFPC) qui se prononce sur la recevabilité du dossier et transmet sa réponse par voie électronique. La candidature est finalisée une fois le montant des frais d'inscription réglé, à savoir 1250 euros.

Si les conditions de validité du dossier sont respectées, le secrétariat du CFPC envoie au candidat, par voie électronique avec accusé de réception, deux semaines avant la date de l'examen, une convocation à la session d'examen.

### **4. Durée de validité d'une certification pour la protection cathodique**

La certification est valable 5 ans, avec une possibilité de renouvellement de 5 ans supplémentaires si le bénéficiaire de cette certification présente un dossier justifiant d'une activité régulière ou d'une ou plusieurs formations au cours des 5 premières années de certification.

Au terme de ces 10 années il devient nécessaire de passer de nouveau les épreuves théoriques et pratiques pour conserver la certification.

Enfin, il est possible d'invalider la certification en cas de manquement éthique avéré ou s'il est constaté une interruption significative supérieure à un an et demi dans l'exercice des fonctions de la personne concernée.

### **5. Centre de formation de l'INSA Toulouse**

Le centre de formation au sein de L'INSA présente 2 intérêts :

- La formation des ingénieurs interne par le biais du master 2 ID-RIMS (Ingénierie de la durabilité – recherche et innovation en matériaux et structures) ;
- La formation continue (sans certification finale) et la formation certifiante.

Les travaux pratiques réalisés dans cet établissement permettent d'effectuer des manipulations sur tous les systèmes de protection cathodique, que ce soit par anode surfacique, par anode ponctuelle, par courant imposé ou courant galvanique. Le prix de la formation se situe aux alentours de 4250 euros pour

une inscription au niveau 2, décomposé. e suit : 5 jours de formation à 3000 euros et inscription à l'examen à 1250 euros.

(FAUCHEUX Maxime , SHABAN Shahzad)

### **Le rôle du maître d'ouvrage et de son assistant (sur ouvrage existant) Laurent Labourie (CEREMA)**

Concernant les responsabilités du maître d'ouvrage, il y a certes des instructions mais pas de norme à proprement parler sur la surveillance et l'entretien des ouvrages. Il n'existe toujours pas aujourd'hui de norme sur le calcul des ouvrages existants. Il n'y a aucune obligation d'assurance, cependant les normes de conception prévoient explicitement, ou implicitement, la mise en œuvre d'un système de surveillance et d'entretien (régulier, suivant des périodicités prévues lors de la conception).

Cependant il existe beaucoup d'obligations comme le fait que chaque collectivité territoriale est propriétaire de son propre réseau routier, de ce fait le pont appartient à la voie portée et donc à son gestionnaire. Le maître d'ouvrage est responsable, civilement et pénalement, de la sécurité d'usage. Mais pourquoi ?

Selon la Loi MOP titre I, le maître de l'ouvrage est la personne morale (...) pour laquelle l'ouvrage est construit. Responsable principal de l'ouvrage, il remplit dans ce rôle une fonction d'intérêt général dont il ne peut se démettre. D'après la directive européenne relative aux produits de la construction EN1990 2.1 : Exigences de base, le maître d'ouvrage est responsable du respect « d'exigences essentielles ». Les plus importantes sont la résistance mécanique et la stabilité des ouvrages, la sécurité en cas d'incendie, l'hygiène, la santé et l'environnement, la sécurité d'utilisation.

En conclusion le maître de l'ouvrage assume les responsabilités civiles et pénales liées à la surveillance, l'entretien et la maintenance des ouvrages. Ainsi la surveillance et l'entretien des ouvrages sont bien des obligations pour le maître d'ouvrage, mais il est « libre » de s'organiser comme il l'entend suivant ses moyens et sa politique propre. Les maîtres d'œuvres, assistants et autres intervenants assument la responsabilité de leurs prestations suivant les hypothèses fournies par le maître d'ouvrage. Pourquoi est-ce ainsi ?

Historiquement l'Etat a fait le choix de ne pas s'immiscer dans les politiques des collectivités pour cause d'une trop grande disparité des ouvrages et des techniques. Les difficultés que peut rencontrer le maître d'ouvrage peuvent être techniques, comme par exemple rencontrer le reflet des technologies utilisées sur 100 ans et plus, ou la nécessité d'adapter les moyens de surveillance, de contrôles et des objectifs de maintenance. Ces difficultés peuvent aussi être d'ordre organisationnel et financier, comme la perte d'informations ou la méconnaissance des étapes successives à respecter : inspection, diagnostic, programme...

Faire appel à l'assistance maître d'ouvrage permet au maître d'ouvrage de garder un rôle de garant au cours des différentes opérations du projet. En effet il peut avoir un rôle de conseiller (technique, administratif, financier, management de projet). Il apporte également des connaissances sur les responsabilités que doit tenir le maître d'ouvrage et sur la conduite à suivre afin de les faire exercer. L'AMO peut recevoir un mandat défini, on dit alors que le mandataire est un maître d'ouvrage délégué. Avoir recours à l'AMO permet de lui transférer une grande diversité de missions afin que le maître d'ouvrage conserve du temps pour suivre et intervenir si nécessaire sur les opérations.

Les situations de recours à l'AMO peuvent être réparties en trois catégories :

### 1. Encadrement de l'expertise et du diagnostic

Au cours de cette phase majeure, l'AMO intervient auprès du maître d'ouvrage en deux temps :

- Le premier peut être qualifié de « temps de découverte ». Au cours de cette étape il va assister le MO au niveau des diagnostics et recalculs sur le projet. Cela peut être de la prise de mesures d'urgence, la création d'un avis dit d'expert, la réalisation d'une inspection détaillée... Lors de ce temps de découverte il est préférable voire nécessaire d'éviter de travailler sur des solutions de réparation car il peut y avoir encore un manque de connaissance sur l'ouvrage et ses pathologies. De même, effectuer les diagnostics Plomb, Amiante HAP le plus tôt possible est nécessaire.
- Le second temps vise l'analyse du projet. L'AMO propose des décisions, assiste (+ analyse) et rédige les cahiers des charges alors que le maître d'ouvrage décide et assume les risques. Une stratégie doit alors être mise en place afin de conduire le projet. Différentes entités interviennent à ce niveau telles qu'un BET, un Laboratoire, un gestionnaire, la MOE..

Afin de bien comprendre cette phase il est nécessaire de prendre de la hauteur sur un projet et voir les rôles des différents intervenants dans les opérations d'expertises et de diagnostics. Vient alors après la validation de la stratégie à suivre, la réalisation des instructions réglementaires (Labo, tiers) qui est validée par l'AMO. Le choix du mode de suivi des travaux est également mis en œuvre : régie, maîtrise d'œuvre avec comme décisionnaire le MOA et le Gestionnaire. Enfin la rédaction du cahier des charges de la consultation du maître d'œuvre est réalisée par l'AMO.

### 2. Encadrement des missions d'études de la maîtrise d'œuvre

Cette phase nécessite deux prérequis. En effet il faut avoir un programme avec un scénario de réparation/traitement ainsi qu'avoir abouti à des instructions réglementaires.

Dès lors, le phasage type consiste à l'appropriation par le MOE du scénario. Vient également l'APS avec un « coût d'objectif », non pertinente mais des calculs « avancés » sont recommandés. Il y a aussi des essais de travaux éventuels ainsi qu'un projet détaillé (PRO).

L'assistance à maîtrise d'ouvrage présente à ce stade un intérêt majeur de par sa connaissance de l'ouvrage et des études antérieures. De plus il sert d'intermédiaire entre MOA et MOE. Pour rappel le MOE a le rôle de « Concepteur » et le MOA celui de « Responsable des risques ».

L'AMO apporte un Contrôle dit « extérieur » des études et validation des prestations, juge la pertinence des dimensionnements, des coûts et des plannings.

### 3. Accompagnement du maître d'ouvrage en phase travaux

L'AMO est en position de retrait. Le maître d'ouvrage doit être attentif aux non-conformités, gérer les avenants et réclamations ainsi que la communication avec les tiers. La mission de l'AMO est la réception des travaux. Il devra être présent lors des essais éventuels, encadrer les inspections détaillées, vérifier la bonne composition des dossiers (DOE, DIUO).

En conclusion, l'AMO doit être un bon animateur, techniquement compétent et doit avoir la confiance du maître d'ouvrage. Idéalement, il intervient sur l'ensemble de l'opération, de la découverte jusqu'à la réception. En phases préalables il s'investit sur les risques, les hypothèses et le choix d'un scénario. Enfin, il sait élargir le cercle de réflexion et s'appuyer sur d'autres entités (BET, Laboratoires, CT).

*(Bastian Lacombe, Naheel Kinnoo, Jules Le Bec)*

### Les normes attachées aux travaux de réparation

**Christian Tourneur (Directeur Scientifique de FREYSSINET, Président de la Commission CNROA)**

La gestion du patrimoine bâti représente un enjeu essentiel de nos sociétés, dont les gestionnaires de réseaux, soient-ils publics ou privés, y allouent une part de plus en plus conséquente de leur budget. Les techniques actuelles d'instrumentalisation et de diagnostic permettent un suivi dans le temps de l'avancement des différents désordres d'ordre mécanique ou associé à une pathologie spécifique. Ces techniques de contrôle permettent d'assurer la pérennité des ouvrages en priorisant les opérations de maintenance.

C'est dans ce contexte de durabilité des ouvrages d'art, que s'inscrit la 23<sup>ème</sup> édition du colloque « Le Pont » qui réunit chaque année les différents acteurs du génie civil, afin de discuter de l'état de l'art dans ce domaine. L'établissement de normes permet à la fois de fixer les règles de l'art et elles offrent également un support de travail sur lequel peuvent s'appuyer les différents gestionnaires de parc.

En France, les spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés sont régies par la série des normes NF-P-95 qui constitue un socle de directives nationales concernant la qualité des produits destinés aux ouvrages d'art. Pourtant, l'arrivée de la norme européenne NF-EN-1504 1-10, relative à l'enregistrement des produits pour le marquage CE, impose depuis 2010 le classement des produits de réparation en fonction de caractéristiques bien définies (étanchéité, résistance mécanique etc...). De plus, la décomposition des tâches en principes et méthodes, influence la rédaction des CCTP et CCTG. Ainsi, la révision des normes françaises se justifie par des exigences nationales particulières au niveau de la qualité des produits à utiliser pour la réparation des ouvrages d'art, qui ne sont pas fixés par les normes européennes. Ce travail de révision, tend à harmoniser les normes existantes vis-à-vis de la norme européenne, afin de mieux prendre en compte les exigences relatives au CCTP et CCTG en fixant les niveaux de qualité pour les produits et leur mise en œuvre.

Chaque norme s'auto-suffit et suivra le même plan décomposé selon les chapitres suivants :

- Études et travaux préliminaires.
- Les descriptions d'emploi des produits et système de réparation.
- La réalisation des travaux
- La réalisation des essais et contrôle.
- Les conditions de réception des produits et des systèmes sur le chantier.

L'ensemble des normes NF-P-95 s'intéresse donc, à la mise en œuvre et ne traite pas des aspects de calcul. Il a en conséquence été dressé l'avancement des différents groupes de travail chargés de leur révision.

Ainsi deux normes sont déjà disponibles sur le site d'AFNOR :

- Depuis 2014 la norme **NF-P-95-103** relative aux « traitements des fissures et protection superficielle des bétons. »
- Depuis 2017 la norme **NF-P-95-101** relative aux « principes et produits de ragréage sur les ouvrages. »

Deux autres normes sont en fin de rédaction :

- La rédaction de la norme **NF-P-95-104** relative aux « techniques de précontrainte additionnelle » a été achevée par un groupe de travail de 8 personnes animé par Jean-Michel LACOMBE du CEREMA.

Elle est en phase de relecture par le groupe technique et devrait être disponible d'ici octobre 2018 pour une enquête publique, où les professionnels du secteur sont invités à apporter leur commentaire.

- La norme **NF-P-95-102** relative aux « mortiers et bétons projetés » est toujours en cours de rédaction par un groupe de travail de 9 personnes animé par David CHAMOLEY du CETU et Catherine LARIVE de ASQUAPRO, l'enquête publique devrait être lancée courant du 1<sup>er</sup> trimestre 2019 pour une publication en 2020.

La partie de l'ancienne norme traitant des maçonneries a été retirée, car certains travaux spécifiques tels que les rejointoiements et reconstitutions de pierres n'y étaient pas traités. La révision de la norme se recentre donc, sur les travaux en béton armé, mais reste applicable sur maçonnerie dans le cadre de travaux tels que les contre-voutes et les butons dont l'application relève plus du béton que de la maçonnerie.

Enfin une autre série de révisions est en perspective concernant la norme **NF-P-95-105** relative aux « techniques de renforcement par composites collés, comme les armatures additionnelles collées », où le comité de rédaction est en cours de constitution et l'acceptation des candidatures se fait par vote du comité de normalisation.

La réunion de lancement est prévue pour le 12 novembre 2018. Et à plus long terme le comité prévoit :

- La rédaction de la norme **NF-P-95-100** : il s'agira d'un fascicule de documentation, sorte de guide chapeau de l'ensemble des normes NF-95.
- La révision de la norme **NF-P-95-107** relative aux « réparations et renforcement des maçonneries » permettra de préciser certains travaux spécifiques à la maçonnerie.

Enfin il est également envisagé une révision de la norme **NF-P-95-106** relative aux « spécifications relatives aux fondations des ouvrages » afin d'y intégrer la prise en compte de l'accroche des fondations sur les bâtiments existants.

(GUTIERREZ MONSALVE Laura, HESS Lucas)



27 mars 2018 à Paris

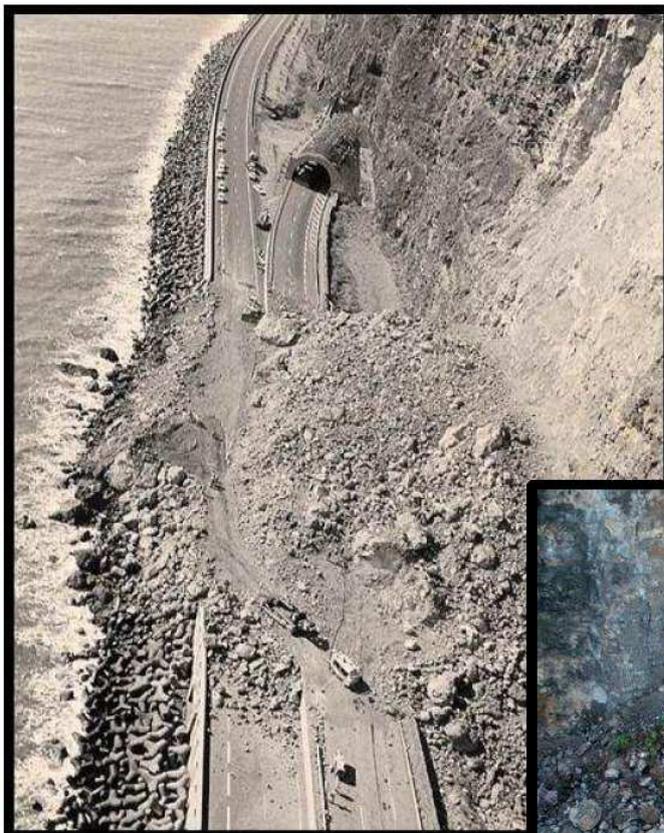
La nouvelle route du littoral à la Réunion

Le 27 mars 2018, à l'occasion de son Assemblée Générale, l'AFGC a proposé aux membres présents une conférence consacrée aux ouvrages de la nouvelle route du littoral en cours de construction à La Réunion ; C'est Jean-Marc TANIS qui a assuré cette présentation que l'on peut retrouver en intégralité sur le site internet de l'association.

### Quelques éléments de synthèse :

La RN1 est l'infrastructure principale de l'île, qui relie les grandes villes qui se situent sur le littoral. L'île fait environ 80 km de long pour 40 km de large.

La chute récurrente de blocs de la falaise entre St. Denis et Le Port, constitue un enjeu majeur pour la sécurité des usagers ainsi que pour l'économie de toute la région.



À la suite de nombreuses études détaillées et analyses environnementales très précises, le choix du maître d'ouvrage s'est porté sur une combinaison d'un viaduc de plus de 5,6 km complété par une digue de 6,6 km. Le projet comporte également 3 échangeurs.

La conception générale a dû prendre en compte une série d'éléments inhabituels comme :

- Le montant des travaux très importants (1 600 M€ HT base janv. 2011).
- Des contraintes climatiques extrêmes :  
Cyclones (vents et houles) avec les efforts associés  
Fortes précipitations avec ravinement et inondations  
Températures élevées (bétons)
- Des enjeux environnementaux très forts :  
En mer (présence de coraux, de tortues, de baleines,...)  
Avifaune (espèces endémiques)

### Les acteurs :

Le Maître d'Ouvrage : la Région Réunion

Coût estimé (base janvier 2011) : 1.6 milliard d'Euros

Financement : Région - État - FCTVA (16%) - Europe (FEDER)

Le Maître d'Œuvre Égis

Conception du projet :

AVP (fin 2011)

PRO (1<sup>er</sup> semestre 2012)

ACT :

Élaboration des DCE (2<sup>nd</sup> semestre 2012)

Analyse des offres et mise au point des marchés (2013)

Missions DET – VISA – OPC - AOR depuis début 2014

### Les Entreprises

- MT2/ Échangeur de La Possession – 1<sup>ère</sup> phase  
GTOI (mandataire) / SBTPC / VINCI Construction Terrassement
- MT3/ Viaduc 5.4  
VINCI CGP (mandataire) / BOUYGUES TP / DODIN CAMPENON BERNARD / DEMATHIEU et BARD
- MT4/ Viaduc de la Grande Chaloupe  
EIFFAGE TP (mandataire)/ RAZEL BEC/ SAÏPEM / NGE/ GUINTOLI
- MT5.1/ Digue 1<sup>ère</sup> Phase  
GTOI (mandataire)/ SBTPC/ VINCI Construction Terrassement

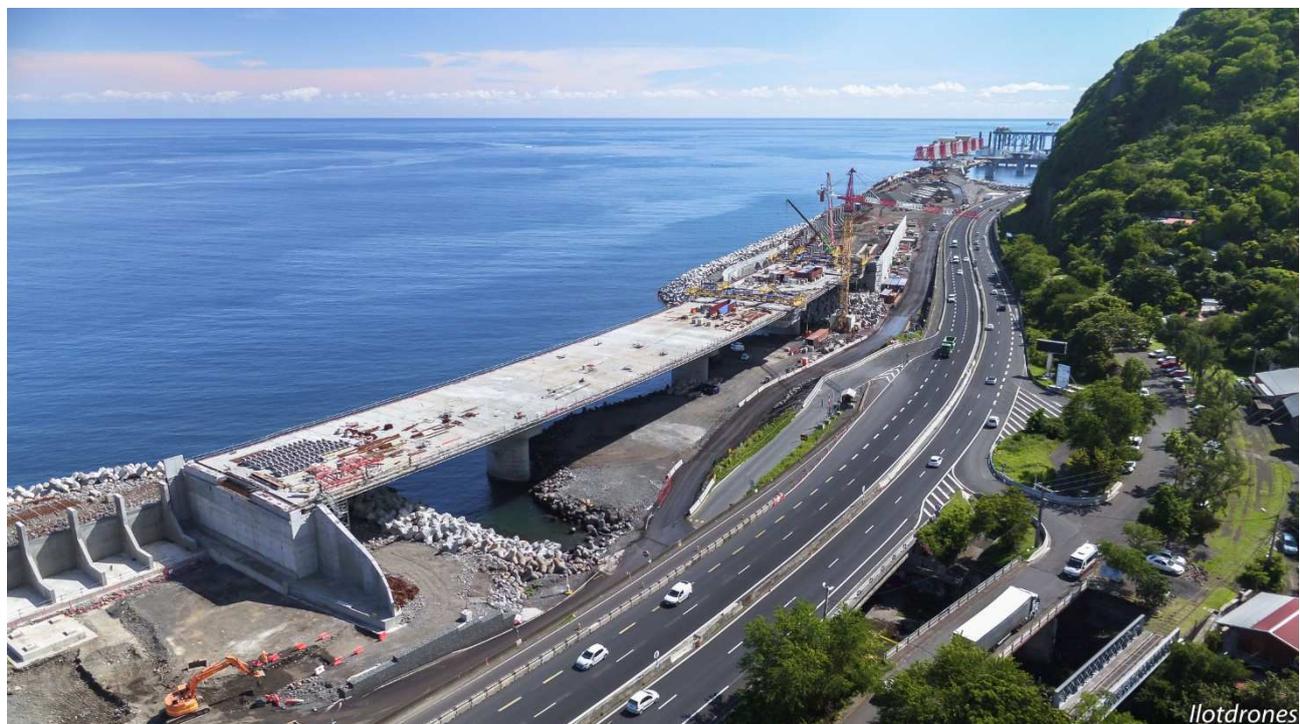
### Le viaduc de la Grande Chaloupe

C'est un ouvrage de 240 m qui ouvre la continuité des ravines et une perspective visuelle vers l'Océan.

Il constitue l'ouvrage principal de la desserte dont les bretelles d'accès seront réalisées dans un second temps après la mise en service de la NRL.

L'ouvrage est une structure en béton à 4 travées continues. Le tablier est constitué d'un mono-caisson en béton précontraint de hauteur constante de 3,45 mètres. Il repose sur trois piles en mer, fondées sur semelles, et sur deux culées en extrémités à la jonction avec la digue, fondées sur pieux.

Montant du marché MT4 : 37 589 206,12 € TTC.



### L'échangeur de La Possession

Il assure trois niveaux de flux :

- Niveau 1 : la Ravine Lafleur vers l'océan ;
- Niveau 2 : le trafic d'entrée/sortie de ville, par anneau circulaire ;
- Niveau 3 : le trafic continu de la NRL.

Les travaux concernent deux natures d'ouvrage d'art construits sur le Domaine Public Maritime:

- la digue longue de 400 mètres ;
- Les trois ponts : un à trois travées et deux à une travée.

La digue permet le raccordement terrestre du projet maritime. Elle est constituée d'un talus surmonté d'un mur chasse mer. Elle est protégée par une carapace recouverte de blocs béton.

Montant du marché MT2 : 54 648 982,71 € TTC.



### Le viaduc de 5400m

- C'est le plus long pont de France: 5400 m ( travées de 120 m / 2019)
- St Nazaire bridge: 3466 m (404 m / 1975)
- Oléron bridge: 3027 m ( 79 m / 1966)
- Ile de Ré bridge: 2926 m (110 m / 1988)
- Millau viaduct: 2460 m ( 342 m / 2004 )
- Normandy viaduct: 2143 m (856m / 1995)

Le viaduc entre Saint-Denis et Grande Chaloupe a une longueur de 5 409 m. Sa largeur est de 28,90 m. La travée courante est de 120 m.

Le tablier est un mono-caisson en béton précontraint de hauteur variable. Il repose sur 48 piles en mer et deux culées en extrémités à la jonction avec la digue.

Les parties d'ouvrage sont préfabriquées à terre. Les pièces massives des fondations, des piles et d'une partie du tablier seront transportées sur site par voie maritime à l'aide d'une méga-barge. Les voussoirs courants préfabriqués du tablier, acheminés par la RN1 de nuit, sont assemblés par encorbellements successifs à l'aide d'une poutre de lancement.

Montant du marché MT3 : 715 690 332,87 € TTC.

- Mono-caisson béton précontraint
- Travée principale de 120 m
- Hauteur variable de 3.8 à 7.3m,
- Découpage en tronçons de 770 m de longueur environ (contrainte ferroviaire),
- Point fixe au centre et pile-culées aux extrémités,
- Voussoirs préfabriqués, encorbellements successifs



Solution hauteur variable – Architecture Th. LAVIGNE- Ch. CHERON.

- Tracé en plan avec courbes et contre-courbes afin de « suivre » la falaise
- Affirmation d'un caractère maritime aux formes douces et carénées
- Pile avec chevêtre d'inspiration « quille de navire »



### Un équipement spécifique pour la pose des voussoirs : la Zourite (la pieuvre)

- résistante aux Cyclone
- 107 m de long
- 48 m de large
- 33 m de haut
- 8 pieds mobiles ( 55m de haut/3m diam)
- Poids max : 4800 t / Diam max 23 m
- Poids des paquets:  
Fondations et piles (4800t)  
chevêtres des piles (2300t)  
éléments des piles (2400t)







**La poutre de lancement**

La plus longue du monde : 278 m de long et 240m de viaduc posé par mois





Jeudi 15 mars 2018

Utilisation d'armatures composites pour le béton armé

Dans le cadre de ses débats et à l'initiative du CST, l'AFGC a organisé, le jeudi 15 mars 2018, dans l'amphithéâtre de l'UNICEM, une soirée-débat sur les armatures composites

Les armatures composites (à fibres longues et à matrice organiques ou PRF, Polymères Renforcés de Fibres) peuvent présenter certains avantages vis-à-vis des solutions plus classiques (acier carbone, ou acier inox) : elles peuvent ainsi être non conductrices et amagnétiques, sont plus légères, peuvent présenter des capacités mécaniques intéressantes vis-à-vis de l'application envisagée, et ne sont pas sujettes à la problématique de la corrosion. Il existe de nombreux travaux avec des pré-recommandations au niveau Européen sur l'utilisation de ces armatures pour le béton armé (Fib, 2007 ; CNR-DT, 2007) et au niveau international (ACI, 2003 ; CAN/CSA, 2002).

L'Eurocode travaille également à l'intégration de l'utilisation de ces armatures. L'objectif de cette soirée débat est de faire un état de l'art sur le potentiel d'utilisation de ces armatures en béton armé.

Les interventions :

- Faustin Gauffillet (Entreprise Schoeck) : Armatures composites pour le béton armé : développements récents dans le bâtiment
- Professeur Brahim Benmokrane (Université de Sherbrooke) : Armatures composites pour le béton armé : développements récents dans les ouvrages d'art, expérience Nord-Américaine

**Jeudi 6 décembre 2018**  
**« Béton... L'addition s'il vous plait ! »**

Dans le cadre de ses débats, l'AFGC a organisé, le jeudi 6 décembre 2018, dans l'amphithéâtre de l'UNICEM, une soirée-débat intitulé : « Béton .....l'addition s'il vous plait ! ». Poudres d'origine minérale ajoutées au béton pour améliorer certaines de ses propriétés, les additions minérales sont utilisées dans le cadre de la norme NF EN 206/C.

Elles peuvent être utilisées en substitution ou en complément du ciment selon les règles définies dans cette norme en fonction :

- des classes d'exposition auxquelles sont soumis les bétons,
- du type de ciment (CEMI et CEM II),
- du type d'additions.

Ces additions peuvent être du métakaolin, des cendres volantes, de la fumée de silice, des additions calcaires ou siliceuses ou du laitier de haut-fourneau. L'incorporation des additions minérales dans une formulation de béton permet de modifier les propriétés du béton comme par exemple la fluidité, la résistance, la durabilité, etc. Ces additions minérales ont une incidence sur la rhéologie des matériaux cimentaires à l'état frais, qui est directement reliée avec le développement de la résistance et la durabilité des matériaux durcis. Néanmoins, pour profiter pleinement de ces avantages et ainsi choisir la meilleure solution permettant d'optimiser la formulation, il est nécessaire de connaître les caractéristiques de ces composants et leurs actions sur les propriétés des bétons.

L'objectif de la soirée débat est de faire un point sur l'état des connaissances sur le sujet.

### Programme

- 16h30 : Introduction sur la démarche et les potentialités d'utilisation des additions en conformité avec la norme NF EN 206/CN et notion de liant équivalent  
Jean Marc Potier, SNBPE
- 16h50 : Expérience et évolution de l'usage des additions calcaires en France  
Pascal Gonnon, Omya SAS
- 17h10 : Cas de la fumée de silice  
Patricia Tuffe, Condensil
- 17h30 : Le Métakaolin Flash : addition minérale à faible impact environnemental pour bétons durables et à hautes performances  
Philippe HAUZA, Argéco Développement
- 17h50 : Les utilisations du laitier moulu pour le Génie Civil  
Rory Mc Nell, Ecocem
- 18h10 : Discussion
- 19h00 : Fin du débat

### LE 40<sup>ème</sup> SYMPOSIUM IABSE DE NANTES, 2018

#### Présentation et résumé du symposium

Du 19 au 21 septembre 2018, la belle ville de Nantes a accueilli tous les participants du symposium IABSE au Centre des congrès de Nantes. Ce symposium a rassemblé près de 600 délégués provenant de 40 pays. Son thème était consacré aux « Mégastructures de demain » et était organisé par l'Association française de Génie Civil (AFGC) en collaboration avec le groupe français de l'IABSE.

Le symposium a bénéficié du soutien de Johanna ROLLAND, présidente de Nantes Métropole et Maire de Nantes, et de Philippe GROSVALET président du département de Loire-Atlantique. Il a été ouvert par Mme Christine ORAIN, vice-présidente de ce même département.

Sur le plan scientifique, 500 résumés ont été proposés et finalement 300 communications orales ont été retenues et présentées, réparties sur 8 sessions parallèles. Plusieurs sessions ont été dédiées au thème des mégastructures en projet, en cours de construction ou déjà réalisées, une mégastructure étant une structure artificielle de très grande dimension et auto-stable. Mais pour pouvoir construire des structures géantes, il faut pouvoir traiter des problèmes à des échelles moindres, problèmes qui furent abordés dans les autres sessions, comme celles consacrées aux méthodes de calculs, aux matériaux, aux équipements, aux techniques de construction, aux méthodes de ré-évaluation et aux méthodes de renforcements.

Un riche programme de visites techniques a été organisé pendant les conférences avec les visites de :

- la soufflerie du CSTB et le bassin à houle de l'Ecole Centrale de Nantes (34 participants)
- la centrifugeuse géotechnique, le manège de fatigue des chaussées et le banc de fatigue des câbles à l'Ifsttar (11 participants)
- Le pont de Saint-Nazaire (27 participants)
- le pont de Cheviré (19 participants)
- la nouvelle gare ferroviaire de Nantes (14 participants)

## Les manifestations internationales

Une exposition commerciale comportant une trentaine de stands a permis de faire la promotion des derniers développements et innovations des sociétés exposantes pendant les pauses.

Le programme social qui comportait une réception de bienvenue aux Machines de l'île et un dîner de gala au Château de la Pigossière fut particulièrement apprécié, y compris les visites culturelles organisées pendant les conférences pour les personnes accompagnantes.

Enfin un voyage post-symposium de 2 jours a été organisé en Bretagne avec l'aide de François LE PICARD et Vincent AUGUSTIN afin de visiter les grands ponts à haubans de Terenez et de l'Iroise sur l'Elorn ainsi que le pont Albert Louppe à Brest, puis de découvrir les merveilles que sont la cité de Saint-Malo et le Mont-Saint-Michel.

Ce symposium a reçu l'aide financière d'une vingtaine de sponsors dont un sponsor « platine » : Freyssinet, quatre sponsors « or » : Allplan, Bentley, Maurer et Vinci Construction, trois sponsors « argent » : Fastbeam, Mageba et Mistras.

**Les actes de la conférence (e-proceedings) sont accessibles sur le site de l'IABSE**  
[https://www.iabse.org/IABSE/publications/Shop/IABSE\\_Reports.aspx](https://www.iabse.org/IABSE/publications/Shop/IABSE_Reports.aspx)



*Ouverture du Symposium par Bruno GODART*

### Ateliers de travail (le 18 septembre)

Auparavant et pendant que se tenaient les réunions annuelles de l'IABSE, trois ateliers ont été organisés et ont tous été très fréquentés :

Atelier 1: **Défaillances structurales** par John Duntemann, Fabrizio Palmisano et Robert Ratay avec 19 participants

Atelier 2 : **Concevoir en BFUP sur la base des normes les plus récentes** par François Toutlemonde, Eugen Brühwiler, Katrin Habel, Ziad Hajar, Byung-Suk Kim, Jacques Resplendino et Jean-Marc Weill) avec 18 participants

Atelier 3 : **La pratique des calculs aux éléments finis** par Claude Le Quéré et Didier Guth avec 37 jeunes participants.

### Déroulement du Symposium

#### *Cérémonie d'ouverture*

Le 19 septembre, le président du comité d'organisation, Bruno Godart, a officiellement ouvert le symposium avec une brève présentation sur le thème des Ingénieurs Civils Européen (2018 : Année Européenne des ingénieurs de génie civil décrétée par l'ECCE, European Council of Civil Engineers). Madame Christine Orain représentant

le Président du Département de la Loire-Atlantique, M. Philippe Grosvalet a ensuite souhaité la bienvenue aux participants en prononçant un discours remarqué sur le rôle important des ingénieurs de génie civil.

Puis, le président de l'IABSE, Fernando Branco, a chaleureusement accueilli tous les participants et a présenté les IABSE Awards 2018 où tous les lauréats ont reçu leurs diplômes sur scène. Tobia Zordan, président de la Fondation IABSE, a présenté son récent projet collaboratif intitulé « Bridge to Prosperity », qui consiste à parrainer et à construire une passerelle dans une communauté isolée de Namawukulu, en Ouganda.

Andre Orcesi, secrétaire du comité scientifique présidé par Christian Cremona., a ensuite présenté le programme technique préparé par le comité scientifique pour les trois jours du symposium. La cérémonie d'ouverture s'est alors achevée par la première conférence invitée d'Ibrahim Mahlab, ancien Premier ministre d'Egypte et président d'Arab Contractors Company, et modérée par Jacques Combault, ancien président de l'IABSE.



*Présentation du programme scientifique par André ORCESI*

### *Conférences invitées.*

Six conférences invitées en relation avec les mégastructures ont été présentées lors du symposium, par des conférenciers de renommée internationale :

- *Des Méga-projets pour une renaissance de la construction en Egypte* par **Ibrahim MAHLAB**, président de la société « The Arab Contractors Osman Ahmed Osman & Co » et ancien premier ministre d'Egypte
- *La tour de 1 km de haut à Jeddah* par **Robert SINN**, Vice-Président de Thornton Tomasetti, USA
- *La nouvelle route du Littoral à La Réunion (futur plus long pont de France)* par **Jean-Marc TANIS**, Consultant pour EGIS JMI, France
- *L'arche de Chernobyl : une mégastructure pour un confinement sûr* par Denis ETIENNE, Directeur adjoint du bureau d'études de Bouygues TP, France
- *L'extension du port de Monaco* par **Régis ADELIN**, Directeur général de la Société Anse du Portier à Monaco
- *Les ponts de grande portée* par **Michel VIRLOGEUX**, Consultant, Professeur à l'ENPC, Membre de l'académie française des Technologies, France.

Au cours des trois jours du symposium, outre ces 6 conférences invitées, 64 sessions parallèles ont été présentées. Sur les 503 résumés reçus, 467 ont été acceptés et 301 communications complètes ont été finalisées, parmi lesquelles 295 ont été présentées au symposium. Le symposium a rassemblé près de 600 participants dont la répartition géographique était la suivante : 66% provenaient d'Europe, 25% d'Asie, 4% d'Amérique du Nord et 5% du reste du monde. Le deuxième jour du symposium, en fin de journée, une conférence a été ajoutée au programme pour faire suite à l'actualité récente : F. Palmisano a

prononcé cette conférence sur le thème de « L'effondrement du pont de Gênes: informations générales et causes apparentes », qui a suscité de nombreuses questions.

Les auteurs ont eu 15 minutes pour présenter leurs exposés, ce qui leur a laissé suffisamment de temps pour répondre aux questions des participants. Entre les sessions, étaient organisées des pauses-café et des déjeuners debout sur le site de l'exposition commerciale afin de faciliter les relations entre les participants et les exposants originaires de différentes parties du monde et de créer des opportunités de discussions ou de conversations informelles entre les participants.



*Conférence de M. Ibrahim MALHAB, ancien premier ministre d'Egypte.*

### Réceptions en soirée

Le mercredi 19 septembre, la réception de bienvenue s'est déroulée dans un espace d'exposition et d'animation dénommé «Les Machines de l'île», qui comprenait une visite guidée des différentes machines gigantesques représentant d'étranges animaux mécaniques et notamment des insectes. Certains participants ont même réussi à monter et à faire un tour sur ces étranges créatures. Avec les mets délicats de Nantes arrosés par d'excellents vins, la soirée s'est terminée en apothéose par une expérience incroyable et mémorable : l'éléphant mécanique en bois de 12 m de haut a pénétré dans le hall dans un halo de lumières bleues, hurlant bruyamment et projetant (raisonnablement...) de l'eau sur les participants via sa trompe, les prenant tous par surprise.

Le jeudi 20 septembre, le dîner de gala s'est tenu au château de la Pigossière, situé au cœur d'un parc ombragé bordé par une rivière, à quelques minutes du centre-ville de Nantes. Le dîner a commencé par la dégustation de petits fours dans le magnifique parc du château, puis s'est poursuivi à l'intérieur du château avec un accompagnement en arrière-plan par un

pianiste. Le dîner a parfaitement mis en valeur la cuisine française à son meilleur niveau et restera un souvenir inoubliable pour tous les participants présents.

### La cérémonie de clôture

La dernière conférence sur les ponts de longue portée a été prononcée par Michel Virlogeux. Elle a été suivie par une présentation du président du comité scientifique, Christian Cremona, des principales statistiques relatives à la participation au symposium et des conclusions scientifiques. Il a également présenté les prix suivants :

**Le Prix du meilleur papier des jeunes ingénieurs** : Catherine Poirriez, de Singapour, pour son papier : « *Mégastructure légère: conception et construction d'un dôme de 100 m à Manille* ». Marco Furinghetti, Italie, pour son papier : « *Conception optimisée de systèmes d'isolation sismique pour ponts existants* »

**Le meilleur prix pour « ma thèse en 180 s »** : 1er prix à Konstantinos K. Kalfas, Université de Londres, Royaume-Uni. 2ème prix à Dominik Skokandic, Université de Zagreb, Croatie. 3ème prix à Helen Fairclough, Université de Sheffield, Royaume-Uni.

**Le Prix du meilleur modèle de l'atelier 3**. Claude Le Quéré et Didier Guth, animateurs de l'atelier Pratique du calcul par éléments finis ont finalement décidé de ne pas remettre de prix.

La cérémonie de remise des prix a été suivie par le discours de clôture du président de l'IABSE, Fernando Branco, et par l'invitation de José Matos au prochain symposium de l'IABSE à Guimaraes du 27 au 29 mars 2019 et par l'invitation de Jon McGormley au Congrès de l'IABSE à New York du 4 au 6 septembre 2019. Puis le président du comité d'organisation du symposium de Nantes 2018, Bruno Godart, a officiellement clôturé le symposium et a souhaité un bon retour à tous les participants.



*Conférence de Michel VIRLOGEUX sur les ponts de grande portée.*

### Réunions Annuelles de l'IABSE à Nantes en 2018

Les réunions annuelles de l'IABSE se sont tenues avant le symposium IABSE à Nantes, du 17 au 18 septembre 2018, au Palais des congrès de Nantes, situé au bord de la Loire, à 50 km de la côte atlantique. Plus de 150 membres des divers comités ont participé aux réunions.

Le lundi matin, le comité administratif, plusieurs commissions, les comités de rédaction des bulletins et de la revue SEI se sont réunis, suivis l'après-midi par les réunions du comité des correspondants SEI, de plusieurs groupes de travail, des présidents des groupes nationaux, du conseil de la fondation et du comité technique. Lors de la réunion du comité technique, les présidents des commissions, des groupes de travail et des comités de rédaction se sont réunis pour discuter de leur nouvelle structure et des projets futurs pour leurs groupes respectifs. Daia Zwicky, président du comité technique, a présenté la quarantaine de nouveaux groupes de travail, qui ont été discutés et finalisés à Nantes.

Dans la soirée, Fernando Branco a accueilli tous les membres des comités à la réception du président de l'IABSE qui s'est déroulée dans le musée d'art de Nantes privatisé pour l'occasion. Après une présentation détaillée de quelques tableaux remarquables du musée par des guides, a eu lieu un cocktail dînatoire.

Mardi matin, le comité exécutif, le comité OStrAC, le comité de l'apprentissage en ligne, plusieurs groupes de travail et les ambassadeurs de l'IABSE se sont réunis à la Cité des Congrès. Les anciens et actuels présidents et vice-présidents de l'IABSE ont été invités à déjeuner par le président Fernando Branco.

### Réunion du Comité Permanent

Mardi après-midi, le Comité permanent s'est réuni et a approuvé les comptes annuels 2017 de l'IABSE et le budget pour 2019 présentés par le directeur exécutif de l'IABSE, Chep Uytiepo. L'état des comptes affichait un excédent de recettes de 131 575 Francs Suisses pour l'exercice 2017 et, au 31 décembre 2017, les fonds de l'Association s'élevaient à 307 096 Francs Suisses. L'auditeur interne, Marion Rauch a déclaré que la situation de l'Association s'améliorait et a félicité tous les participants pour avoir obtenu des résultats positifs pour la deuxième année consécutive.

Tobia Zordan, président du conseil de la Fondation IABSE, a brièvement présenté son récent projet de passerelle avec « Pont et Prospérité en Ouganda ». Il a profité de l'occasion pour mentionner que tout don pourrait être bénéfique pour les projets en cours et a exhorté toutes les personnes présentes lors de la cérémonie à faire des dons financiers pour soutenir les initiatives humanitaires du Conseil de la Fondation dans le monde. Les organisateurs des futurs événements de l'IABSE ont présenté leurs projets pour les prochains symposiums : J. Matos pour le symposium de Guimaraes en mars 2019, J. Tortorella pour le Congrès de New York en septembre 2019, J. Bien pour le symposium de Wroclaw en 2020 et H. de Backer pour le Congrès de Gand en 2021.

Lors de la dernière partie de la réunion, les élections de 2019 pour le président ont eu lieu et le comité Permanent a élu Yaojun Ge, Chine, comme futur président de l'IABSE pour la période allant de 2019 à 2022, succédant à Fernando Branco à compter du 1er novembre 2019. La réunion des présidents des groupes nationaux a permis à ceux-ci de présenter leurs activités et leurs projets pour 2019. Cette réunion des groupes nationaux fut présidée par Jan Wium et Ian Firth. Ce dernier a exhorté tous les membres à planifier activement des petits et des grands événements afin d'augmenter la visibilité de l'IABSE dans leurs pays respectifs. J. Wium a mentionné les activités en cours, notamment les ateliers, séminaires et colloques prévus en 2019 par plusieurs pays. J. Wium a également mentionné le rôle des chefs régionaux (assignés aux vice-présidents), chargés de faciliter les activités de plusieurs pays d'une zone géographique donnée.

En soirée, les réunions annuelles de l'IABSE ont été clôturées par une invitation cordiale à la réception du groupe français de l'IABSE et de l'AFGC dans un lieu remarquable appelé «Le Nantilus» sur la Loire. Ce restaurant est sur une barge ancrée, transformée en un restaurant flottant. Les participants ont pu apprécier les huîtres fraîches et de nombreuses spécialités locales, en écoutant la musique jouée par un petit groupe et en profitant d'un magnifique coucher de soleil sur la Loire. Le président du comité d'organisation, Bruno Godart, au nom du groupe des organisateurs français de l'IABSE et de l'AFGC, a souhaité la bienvenue à tous les participants et a présenté un bref historique de la ville de Nantes.

### Les ingénieurs référents et les jeunes ingénieurs

Les ingénieurs référents de l'IABSE ont rencontré les jeunes ingénieurs lors d'un déjeuner afin de partager leurs expériences et leurs connaissances, de s'inspirer mutuellement et d'interagir. Où d'autre les jeunes ingénieurs peuvent-ils avoir une occasion aussi rare de se rencontrer, de discuter et même de former un lien avec les principaux ingénieurs en structure du monde entier ? Les contributions financières des ingénieurs référents de l'IABSE sont utilisées pour offrir aux jeunes ingénieurs une année d'inscription gratuite à IABSE pour l'année suivante et

servent également à parrainer le Prix de la meilleure contribution dans le cadre du programme Jeunes ingénieurs. La mise en réseau entre ceux qui débutent leur carrière et ceux qui ont une carrière déjà bien avancée et à un stade où ils peuvent guider les jeunes, est encouragée par le biais du programme Jeunes ingénieurs.

### Les Prix IABSE 2018

Fernando Branco, président de l'IABSE, a présenté les Prix 2018 de l'IABSE le 19 septembre 2018 à l'occasion du 40ème symposium de l'IABSE. Cette année, le titre de membre honoraire a été attribué à deux membres de l'IABSE pour leurs services exceptionnels rendus à l'Association.

#### Prof. Lennart Elfgren

Le Professeur Lennart Elfgren a été nommé membre honoraire «pour la haute appréciation des services exceptionnels et dévoués rendus à l'Association». Lennart Elfgren, Suède, est professeur émérite de génie des structures et matériaux de construction, à l'Université de technologie de Luleå. Lennart Elfgren a dirigé le département de génie des structures de l'Université de technologie de Luleå (LTU) de 1984 à 2009 et est professeur émérite depuis 2009. Il a collaboré pour la première fois à l'IABSE en 1970 avec un article sur les poteaux en béton précontraint avec ses superviseurs. Krister Cederwall et Anders Loberg en 1970. Depuis lors, il a activement contribué aux activités de l'association, notamment avec sa récente présidence du comité scientifique lors du congrès de l'IABSE à Stockholm en 2016.

#### Bidhan Chandra Roy

Le Dr Bidhan Chandra Roy a été nommé membre honoraire en reconnaissance de ses services exceptionnels et dévoués à l'Association». Le Dr Bidhan Chandra Roy, ancien membre du Conseil d'administration et ancien professeur invité de l'IIT Mumbai & JU, Kolkata, est membre de l'IABSE depuis 1990 et membre référent depuis 2003. Il a été membre du Comité technique et de la Commission de travail V. Il a également été membre, secrétaire et président de plusieurs comités scientifiques dans le cadre de plusieurs conférences de l'IABSE. Sa récente présidence du comité scientifique et sa contribution à l'organisation du symposium de l'IABSE à Calcutta en 2013 ont été un instrument de réussite. Il a achevé en 2015 ses deux mandats dont un mandat de 4 ans à la vice-présidence de l'IABSE.

### Prix international du mérite:

#### Tristram Carfrae

IABSE a présenté le Prix international du mérite en ingénierie des structures à Tristram Carfrae, Royaume-Uni, «en reconnaissance de ses contributions exceptionnelles depuis plus de 50 ans à l'ingénierie des structures, avec notamment de nombreux records mondiaux et

des structures remarquables, et sa volonté de rapprocher la conception de l'ingénierie des structures de l'art et de la poésie».

Tristram Carfrae est un ingénieur en structure et concepteur de renommée mondiale. Il est l'un des rares ingénieurs à avoir été nommé « Royal designer pour l'industrie » en 2006 (par la Royal Society of Art) ; il a reçu le prix MacRobert en 2009 pour le meilleur projet d'ingénierie au Royaume-Uni (de la Royal Academy of Engineering) et a reçu la médaille d'or de l'Institution of Structural Engineers.

Peut-être est-ce l'un des bâtisseurs les plus célèbres du Water Cube - le Centre national de natation de Pékin - conçu pour les Jeux olympiques de 2008. Les oreillers gonflés en ETFE (éthylène-tétrafluoroéthylène) ont été accolés directement à la structure primaire qui suit la géométrie de la mousse Weaire Phelan (la division de l'espace la plus efficace) pour former une sorte de «boîte à bulles» qui fonctionne comme une serre isolée. En plus d'être une structure très efficace avec une redondance et une résistance parasismique incroyables, l'ensemble du bâtiment capte et utilise plus d'énergie solaire que s'il avait été entièrement recouvert de panneaux photovoltaïques. L'utilisation d'oreillers en ETFE a donné au bâtiment son identité unique : poids minimisé; élimination du besoin de toute structure secondaire et assurance d'une belle acoustique qui n'aurait pas été possible avec une enveloppe en verre plus coûteuse. L'utilisation d'une des facettes du bâtiment offrant de multiples avantages est une caractéristique reconnue des conceptions de Tristram Carfrae. En 2013, il a eu l'honneur d'être invité à participer à l'achèvement de la Sagrada Familia, la célèbre église de Gaudi à Barcelone

### Prix de l' IABSE décerné à Teng Wu

Le prix IABSE rend hommage à un membre de l'IABSE au début de sa carrière pour des réalisations exceptionnelles. Le prix IABSE a été décerné au Dr Teng Wu «en reconnaissance de ses contributions exceptionnelles à l'ingénierie des structures dans les domaines de la recherche sur l'acier de construction, du développement de codes et de l'enseignement».

Teng Wu est actuellement professeur adjoint à l'Université de l'État de New York à Buffalo, aux États-Unis. Les recherches de M. Wu portent sur les effets des vents de service et des vents extrêmes sur l'environnement bâti, en mettant l'accent sur les ponts. Ses études comprennent des analyses de flottement et de turbulences, les vibrations induites par vortex, les vibrations induites par la pluie et le vent, l'aérodynamique non linéaire, l'interaction fluide-structure, la théorie de Volterra, la modélisation des aléas liés aux ouragans et la dynamique des fluides.

M. Wu a apporté une contribution importante au développement de méthodes de calcul et d'analyse centrées sur les caractéristiques non linéaires et non stationnaires de l'aérodynamique des ponts. Ses contributions ont été reconnues par l'ASCE en 2013, et par différents Prix : le Prix de la meilleure communication en 2014 de l'American Association for Wind Engineering (AAWE), le Prix ASCE Alfred Noble en 2016, le Prix AAWE Robert Scanlan 2017 et le Prix Junior 2017 de l'Association internationale de l'ingénierie éolienne (IAWE). M. Wu est actuellement rédacteur en chef adjoint de la revue de l'ASCE : Journal of Bridge Engineering, et est membre du comité de rédaction de plusieurs revues internationales. Il siège également à plusieurs comités de l'ASCE. Il est membre du groupe de travail sur l'aérodynamique des ponts de travées super longues de l'IABSE.

### Prix du meilleur article

IABSE a décerné le prix du meilleur article au (x) auteur (s) d'un article publié dans les numéros de l'année précédente du journal de IABSE : Structural Engineering International (SEI), qui encourage et récompense les contributions de la plus haute qualité. L'IABSE délivre le prix dans les catégories «Article scientifique» et «Rapport technique». Le comité de sélection des meilleurs articles dans les deux catégories a été présidé par le professeur Andreas Lampropoulos. Le prix du papier exceptionnel dans la catégorie «article scientifique» a été présenté à : «Considérations sur la robustesse dans la conception des structures en acier et composites», par Panagiotis Stylianidis, David Nethercot, Royaume-Uni, SEI 2/2017, (mai), pages 263–280. Le prix du meilleur papier dans la catégorie Rapport technique a été présenté à: "The New Old Bridge: Rénovation du pont suspendu Macdonald", de Dusan Radojevic, Keith F. Kirkwood, Canada SEI 1/2017 (février), p. 32–37.

### Prix de la Structure exceptionnelle

Ce prix (OStrA) a été créé en 1998. Il s'agit de l'une des plus hautes distinctions décernées par l'IABSE et reconnaît, dans différentes régions du monde, certaines des structures les plus remarquables, innovantes, créatives ou stimulantes. La durabilité et le respect de l'environnement constituent également un facteur important. Les prix sont limités à un seul prix par an. Le comité du prix des structures exceptionnelles était présidé par Naeem Hussain.

### Le gagnant: Le Pont Yavuz Sultan Selim, Turquie

Le prix a été remis aux concepteurs du pont : Michel Virlogeux, Jean-François Klein (à titre posthume) et Vincent Ville de Goyet. Le pont Yavuz Sultan Selim (troisième pont sur le Bosphore) est considéré comme le futur du transport et du commerce pour la Turquie, reliant l'Europe et l'Asie. De par son importance majeure et sa situation symbolique entre deux continents, le pont devait naturellement devenir une structure emblématique et un nouveau symbole de la région d'Istanbul et de la Turquie. En conséquence de quoi, pour un tel symbole, les autorités ont exprimé des préoccupations majeures avec des considérations subjectives et esthétiques parallèlement à la définition d'exigences fonctionnelles de la structure. Les points principaux étaient les suivants: (1) Compte tenu de l'emplacement du pont par rapport à la mer noire, de la largeur de sécurité nécessaire pour le chenal de navigation et de la configuration bathymétrique locale, la portée minimale requise a été fixée à 1'275 m par les autorités. (2) Le pont devait comporter une chaussée de deux fois quatre voies, ainsi que deux voies de chemin de fer et deux trottoirs principalement utilisés pour l'accessibilité et la maintenance. (3) Le pont devait être un pont suspendu (4) L'esthétique a été définie comme un facteur essentiel dans l'évaluation des propositions et le pont devait être conforme à l'architecture des deux ponts existants traversant le centre-ville du Bosphore. (5) En outre, une exigence très stricte et quelque peu hors du commun : le pont devait être achevé en une période extrêmement courte de 36 mois. Le pont offre une traversée élégante et de premier rang, parfaitement capable de souligner le symbole du lien entre deux continents et de devenir l'un des symboles de la ville extraordinaire d'Istanbul. La combinaison de toutes ces exigences dans une structure très élégante et efficace était un défi incroyable, au cours duquel les ingénieurs ont dû mettre tous

leurs esprits créatifs et novateurs pour le défi de créer l'ouvrage le meilleur et le plus performant possible.

### Les finalistes

En plus du gagnant, le comité du prix de la structure exceptionnelle a également sélectionné trois finalistes:

#### **Viaduc sur la rivière Almonte, Espagne**

Le train à grande vitesse reliant Madrid à Estrémadure traverse la rivière Almonte par un viaduc de 996 m de long doté d'un grand arc en béton de 384 m, ce qui en fait le plus grand pont TGV en arc construit à ce jour. Le pont fait partie de la section conçue pour relier Madrid et Lisbonne par le biais de la grande vitesse, prévue pour un trafic mixte de fret et de passagers avec une vitesse maximale de 350 km / h. La conception et la définition de la procédure de montage (qui conditionne la conception elle-même) ont cherché à combiner la faisabilité technique et l'optimisation des ressources et des coûts d'une structure aussi singulière. La construction du pont a commencé en juillet 2011 et son achèvement a eu lieu à la fin de 2016.

#### **Queensferry Crossing, Royaume-Uni**

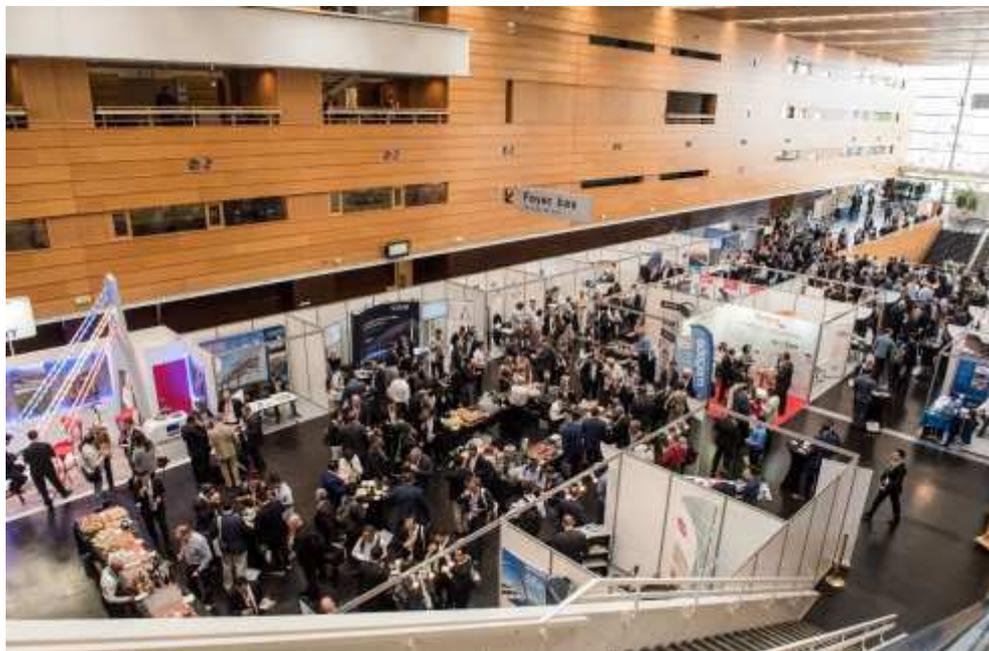
Le plus grand projet d'infrastructure d'Écosse, le Queensferry Crossing, qui traverse l'estuaire du Forth, s'élève à 790 millions de livres. Il est désormais pratiquement achevé et son ouverture au trafic a eu lieu fin août 2017. Ce nouveau franchissement et ses routes d'accès ont été construits dans le cadre d'un contrat de conception - construction lancé par Transport Scotland. L'entreprise, Forth Crossing Bridge Constructors (FCBC), est une co-entreprise de Hochtief Construction AG, Dragados, American Bridge International et Morrison Construction. Ramboll est le partenaire principal de la co-entreprise chargée de la conception détaillée du projet, en collaboration avec Sweco et Leonhardt, Andra et Partner. Le franchissement comprend un pont à haubans d'une longueur totale de 2,7 km. En son centre se trouve une structure à haubans à trois pylônes avec un agencement unique de haubans superposés. Il s'agit du troisième pont traversant le Forth à Queensferry, le long du pont du Forth Road, un pont suspendu de 1006 m de longueur, achevé en 1964, et du pont du Forth, aujourd'hui classé au patrimoine mondial, qui a été achevé en 1890. La longueur totale du pont principal est de 2 638 m, dont 2 090 m constituant le pont à haubans.

#### **Le pont Circle, Danemark**

Le pont Circle (Cirkelbroen) est un pont de 35 m de long qui enjambe le canal Christianshavns de Copenhague, conçu par l'artiste dano-islandais Olafur Eliasson. Le pont fait partie de la voie piétonne et cyclable le long des quais de Copenhague, un itinéraire emprunté chaque jour par des milliers de personnes à Copenhague. Le pont se compose de cinq plateformes en acier dont le diamètre varie de 10 à 14 m et qui sont agencées de manière à créer un chemin en zigzag décalé dans l'eau. Les plates-formes sont surmontées de hauts pylônes à partir desquels de minces câbles en acier s'étendent jusqu'aux balustrades circulaires de la plate-

## Les manifestations internationales

forme, délimitant des écrans coniques à peine perceptibles autour des mâts, dont le plus haut s'élève à 25 m au-dessus du pont. Cirkelbroen, qui se traduit par «pont circulaire», est allumé la nuit. Une partie du pont fonctionne comme un pont tournant, tournant sur des pontons immergés pour permettre aux gros bateaux d'entrer et de sortir du canal. Cirkelbroen a été choisi comme logo officiel danois du championnat de football de l'UEFA en 2020 organisé par 13 villes européennes pour célébrer le soixantième anniversaire de l'UEFA. Parmi les caractéristiques exceptionnelles du pont, le fait qu'il flotte lors de son inauguration est l'une des plus remarquables.



*Vue partielle de l'exposition commerciale*



*Vue de l'assistance lors d'une session plénière*

**RECIPIENDAIRES DES PRIX A.F.G.C & ALBERT CAQUOT  
REMIS PAR L'A.F.G.C.**

**Le prix Caquot** pour l'année 2018 a été remis lors de l'Assemblée Générale du 25 mars 2019.



**Emmanuel BOUCHON**

***Fonctions actuelles***

Ingénieur général des ponts, des eaux et des forêts.  
Depuis 2015 : Ingénieur général ouvrages d'art

***Formations***

École polytechnique – promotion 1973  
École nationale des ponts et chaussées – promotion 1978

***Expériences professionnelles***

- 1979 - 1982 : Ministère de l'industrie - Service technique de l'énergie électrique et des grands barrages - Inspection des installations nucléaires.
- 1983- 1992 : Ministère de l'équipement - Service d'études techniques des routes et autoroutes (SETRA) - Chef d'arrondissement à la division des grands ouvrages.
- 1992 - 1993 : SETRA - Adjoint au chef de la division des grands ouvrages (DGO).
- 1994 - 2014 : SETRA (devenu Cerema/DTITM en 2014) - Chef de la division des grands ouvrages (division des grands ouvrages et de l'innovation depuis 2010).

## La vie de l'association

- La division des grands ouvrages et de l'innovation a pour principales missions, dans le domaine des grands ouvrages d'art ou des ouvrages complexes :
- La conception et le contrôle des études d'exécution d'ouvrages neufs, de renforcements ou de réparations.
- Le support technique de la direction des infrastructures de transport. • Le conseil, l'expertise et l'assistance à maîtrise d'ouvrages (ouvrages neufs et anciens) pour le compte de l'Etat, de collectivités locales ou d'autres maîtres d'ouvrages d'infrastructures de transport (sociétés d'autoroutes, RFF, RATP, VNF).
- L'exploitation de la recherche et le soutien à l'innovation.
- La doctrine technique, la réglementation et la normalisation.
- L'élaboration de documents méthodologiques. La division des grands ouvrages est intervenue, pour des prestations de projet, d'expertise ou d'AMO, en conception, diagnostic ou réparation, sur plusieurs dizaines de grands ouvrages, parmi lesquels : le viaduc de Millau, le viaduc de Verrières, le viaduc de Meaux, le pont de Térénez, les ouvrages exceptionnels de la route des Tamarins à la Réunion, la route du Littoral à la Réunion, le pont de Tancarville, le pont d'Aquitaine, le pont de Brotonne.

### **Enseignements**

- Responsable des modules de béton précontraint à l'Ecole nationale des ponts et chaussées.
- Professeur de béton précontraint au Centre des hautes études de la construction (CHEC).
- Dynamique des ponts – module comportement aérodynamique et sismique des ponts (COMAS) – à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC) de 1993 à 2008.
- Membre du jury de l'agrégation de génie civil de 1990 à 1994.

### **Fonctions d'administrateur**

- Membre de l'Association française de génie civil (AFGC) – Prix de l'AFGC 2004.
- Membre de l'Association internationale des ponts et charpentes (AIPC/IABSE).
- Membre de la délégation française à la fédération internationale de la précontrainte (fip) et au Comité euro-international du béton (CEB), de 1990 à 1998, puis à la fédération internationale du béton (fib), résultat de la fusion de ces deux associations, de 1998 à 2015.
- Président de la commission de normalisation des ciments.
- Membre de la commission de normalisation sur les règles de calcul des constructions en béton.

- Membre du groupe européen d'experts pour la rédaction de l'Eurocode 2 - partie 2 (ponts en béton) au stade de la norme provisoire ENV (1992 à 1996) et du groupe européen d'experts chargé de la conversion de l'Eurocode 2 partie 2 en norme définitive EN (2001 à 2005)
- Membre du groupe horizontal « ponts » des Eurocodes
- Membre du groupe reflet « ponts » de l'Eurocode 8 (résistance aux séismes)

### **Publications**

Nombreux articles dans les revues techniques françaises sur la conception et la construction de ponts (cf. annexe)

- Communications dans des congrès ou conférences internationaux
- Fib 2014 Mumbai : présentation du pont de Térénez
- Séminaire sur la conception et le calcul des structures en béton avec les Eurocodes, Vienne 2012 : 2 communications.
- Conférence sur le viaduc de Millau, Luxembourg 2005.
- Symposium fib Delhi 2004 : présentation du guide sur les ponts construits par encorbellements successifs.
- Symposium fib Avignon 2004 : présentation du pont à haubans de Beaucaire-Tarascon.
- Conférence ACI sur la conception et le renforcement sismique des ponts, La Jolla 2003. Conférencier invité.
- Conférence sur les ponts à câbles, Séoul 2001. Deux communications
- Congrès de la fib, Amsterdam 1998 : présentation du rapport national français
- Conférence sur la surveillance et la maintenance des ponts, CERIK, Séoul 1996. Conférencier invité.
- Congrès de la fib, Washington 1994 : présentation du rapport national
- Congrès de la Société canadienne de génie civil, Québec 1992 : 2 communications.



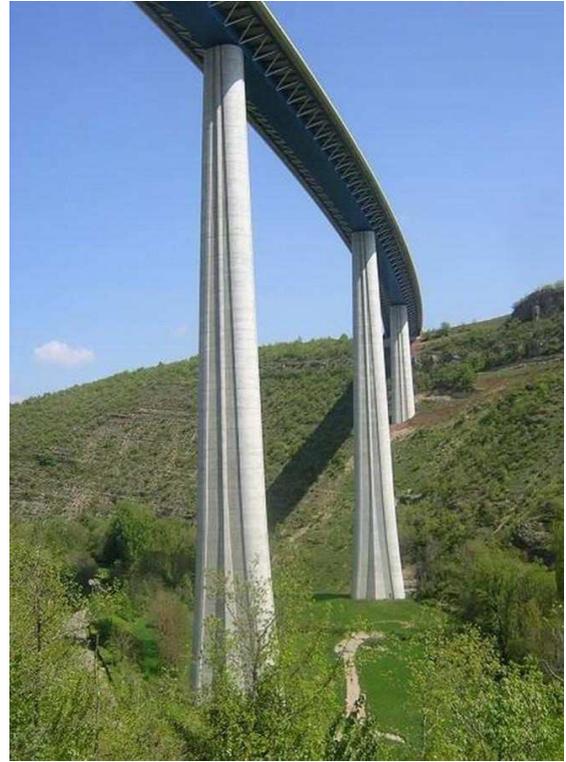
*Pont du Casino – Beyrouth – Octobre 2006 – Juin 2007*



*Réparation du pont de Tancarville*



*Viaduc de Millau – 1989 – 2001*



*Viaduc de Verrières – 1988 – 2001*



*Viaduc de Cheviré – 1983 – 1991*



*Viaduc de Térénez – 1995 – 2011*

Le prix AFGC pour l'année 2018 a été remis lors de l'Assemblée Générale du 25 mars 2019.



## **Michaël DIERKENS**

**Cerema**

### **Formation**

- 1997-2000 : formation à l'ENTPE (promotion 45)
- 2000-2004 : thèse de doctorat (INSA de Lyon) à l'ENTPE domaine: suivi de la prise des bétons et des enrobés à froid par propagation d'ondes sonores (directeurs de thèse : Claude BOUTIN et Laurent ARNAUD).
- 2005-2013 : responsable de l'unité « Béton pour Constructions Durables » au CETE de Lyon (Bron) missions à forte composante opérationnelle : essais, recherche appliquée, certification, contrôle, diagnostic...
- Depuis 2014 : « Référent Technique sur Matériau Béton » au Cerema Centre-Est, laboratoire de Lyon. Missions : normalisation, certification, doctrine, expertise.

**Erik MELLIER**

*Freyssinet*

**Formation**

- 2000 – 2006 : SETEC TPI – Ouvrages d'art, modélisation Pythagore, études d'exécution, ouvrages industriels
- 2006 – 2016 : Freyssinet – Direction Ingénierie : conception de détail du système de Haubanage, de son amortissement, de ses méthodes d'installation. Plus de 80 ouvrages dont : CADIZ, Espagne MAUMEE RIVER, USA GEOGA, CORÉE DU SUD PORT MANN, CANADA MERDAKAN, AZERBAIDJAN PHU MY, VIETNAM, KOTA, INDE, TERENEZ, France, BOUREGREG, MAROC, ROUSKI, RUSSIE, BOSPHORE, TURQUIE, RECORD DU MONDE.  
Structure câblées : conception de détail des systèmes de câbles, conception des méthodes d'installation et des outils de mise en œuvre, vérification de la structure complète sous phrases temporaires.  
Parasismique : développement de la gamme de dispositifs parasismiques isosism, des certifications CE, du laboratoire d'essais internes.  
Manutention lourde : conception des ouvrages temporaires de levage, vérification des phases intermédiaires...
- Depuis 2016 – Freyssinet – Direction des grands projets.



## Christophe OUTTERYCK



### Formation

- 1989 – 1995 : SETRA – Ingénieur études  
Pont François Mitterrand  
Ancrage haubans Pont de karkistensalmi  
Nœud de liaison du pont d'Antrenas  
Pont de Millau (études préliminaires)
- 1995 – 1998 : EGIS – Ingénieur études confirmé  
Responsable études OA infrastructure linéaire  
Pont de l'aire de Villeroy  
Viaduc de la Sarsonne
- 1998 – 2003 : EGIS – Chef de projet  
Viaduc A83  
Mutation d'un BE OA autoroutier en un BE réputé en Ferroviaire  
Ouvrages d'art du tronçon E de la LGV Est : Viaduc de la Meuse, Viaduc du canal de l'est, RAC de Vandières
- 2003 – 2007 : EGIS – Responsable du BE SQY  
Expert OA Ferroviaire pour Egis  
Viaducs de la LGV Rhin-Rhône  
Expertise au Maroc, Portugal et pour RFF  
Route des Tamarins  
1<sup>ère</sup> concession privée avec A28
- 2007 – 2011 : EGIS – Responsable du BE SQY  
Responsable études OA  
Offre de la LGV SEA (Vinci)  
Offre de la LGV BLP (Bouygues)  
LGV Kenitra-Tanger  
Directeur projet études et travaux : Viaduc de Saint-Gervais

- 2011 – 2017 : EGIS – Nouvelle Route du Littoral  
Directeur de projet adjoint travaux NRL  
Viaduc de la Grande Chaloupe  
Viaduc de 5400m  
Digues





