



par délégation d'AFNOR

BUREAU de NORMALISATION des TRANSPORTS, des ROUTES  
et de leurs AMÉNAGEMENTS



# EVOLUTIONS DANS LES NORMES DE REPARATION DES OUVRAGES D'ART

Christian TOURNEUR, président de la commission de normalisation « Réparation des Ouvrages d'Art » du BNTRA

Christophe AUBAGNAC, secrétaire de la CN ROA du BNTRA

Webinaire AFGC du 06 mars 2025

# GENÈSE DES NORMES NF P95-100

## Introduction (présentation de Christian TOURNEUR)

### Pourquoi des normes ?

La normalisation est un outil indispensable qui fixe les règles professionnelles à prendre en compte pour la bonne exécution de la mise en œuvre d'une technique (règles de l'art à l'instant « t »). La norme définit le niveau des exigences pour les matériaux utilisés, leurs qualités requises pour le domaine concerné, ainsi que les bonnes pratiques pour les mettre en œuvre.

### Genèse des normes « protection, réparation et renforcement des OA » :

Le besoin de règles professionnelles dans le domaine des réparations d'ouvrages d'art a été ressenti par le STRRES dès **1982**. Des GT se sont mis en place et, sous la houlette de **Bernard FARGEOT**, de **1985** à **1987** les guides verts de la collection AFPC -SNBATI – FNTF –STRRES ont été édités :



# GENÈSE DES NORMES NF P95-100

## Introduction

**Début des normes NF P95-100** (années 1990) :

Ces guides STRRES sont rapidement devenus les **normes de la série NF P95-100 de la CN ROA du BNTRA** sous la présidence de Bernard FARGEOT pour répondre en particulier aux **besoins de standards techniques des assureurs**, mais aussi **des donneurs d'ordres** (conséquence d'une demande de plus en plus pressante de garanties sur les travaux).

**La série de normes européennes pour le marquage CE des produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton (EN 1504-1 à 10) bouscule nos repères normatifs** (années 2000) et rédactionnels en introduisant les notions de **Principes et Méthodes**.

L'évolutions des règlements européens, notamment le **Règlement des Produits de Construction**, nous ont contraint à **repenser entièrement la structure et le contenu de la série des normes NF P95-100** ainsi qu'à intégrer les concepts des **fascicules FABEM du STRRES**.

Christophe, moi-même et les membres de la commission de normalisation pluridisciplinaire ROA, avons réorienté leurs écritures pour en faire, nous l'espérons, un outil utile à toute la chaîne d'intervenants en réparations d'ouvrages.

# NORMES NF P95-100

## Les normes réparation OA (présentation de Christophe AUBAGNAC)

### LA COMMISSION DE NORMALISATION DU BNTRA « RÉPARATION DES OUVRAGES D'ART » (CN ROA)

- Président : C. TOURNEUR, Freyssinet international, FAB
- Secrétaire : C. AUBAGNAC, Cerema, TEC
- Composition : supports techniques : 11 ; utilisateurs, destinataires (MOA) : 6 ; fabricants, prestataires (entreprises) : 10 ; fournisseurs : 3 ; autorité règlementaire : 1 + liaison avec la CN AFNOR P18P « Produits de réparation »
- Mandatée pour réviser la **série des normes NF P95-100** sur les **méthodes de « réparation » (techniques et matériaux utilisés) des OA en béton / maçonnerie**, qui résultent des anciens « fascicules verts » du STRRES et la compléter si nécessaire.

NOTE: il n'existe pas à ce jour de norme européenne opérationnelle sur l'exécution des travaux de réparation des OA en béton (possibilité de se reporter néanmoins à la NF EN 1504-10).

# NORMES NF P95-100

## Les normes réparation OA

### Nouvelle gouvernance du BNTRA depuis 2018 :

- Constitution d'un **comité de pilotage stratégique CoPiSt** comportant un **collège des MOA** et un **collège des entreprises** (représentants de la FNTF: N. Sabir et A. Simon), chargé d'élaborer la stratégie de normalisation du BNTRA ; décisions prises par **consensus** ;
- Financement du BNTRA à 50% par la DGITM du MTE et à 50% par les parties prenantes : adoption du modèle des **droits de siège** en vigueur pour les CN de l'AFNOR.

**Un grand merci aux experts**, qui acceptent, dans ces conditions, de partager leurs riches expériences afin de permettre l'élaboration de ces normes utiles à tous, avec un excellent état d'esprit ayant permis jusqu'à présent de toujours trouver le consensus !

# UTILITÉ DES NORMES NF P95-100

## Les normes réparation OA

Les normes de la série NF P95-100 traitent des **stipulations relatives aux techniques et matériaux utilisés dans le cadre des travaux de protection, réparation et renforcement des ouvrages d'art en béton et en maçonnerie.**

Elles abordent :

- la terminologie spécifique (article 3),
- les études et auscultations préalables à la consultation des entreprises (article 4),
- les exigences qualitatives et fonctionnelles des produits (ainsi que de leurs constituants) et systèmes à utiliser pour les OA (article 5),
- les prescriptions d'emploi des produits et systèmes de protection, réparation et renforcement (article 5),
- la **réalisation des travaux** (techniques de mise en œuvre) (article 6 ou 7),
- les essais, contrôles et conditions de réception des travaux (article 7 ou 8),
- le management de la qualité, de la sécurité et de la santé des personnes et du respect de l'environnement (article 8 ou 9),
- ainsi que les responsabilités et garanties (article 9 ou 10).

# UTILITÉ DES NORMES NF P95-100

## Les normes réparation OA

La révision en cours des normes NF P95-100 depuis les années 2010 vise à :

- établir des **documents autoporteurs**, orientés « utilisateurs » (bureaux d'études, diagnostiqueurs, prescripteurs, MOe, entreprises, laboratoires) ;
- **intégrer le complexe référentiel « produits » EN 1504** « Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton » **en fixant les niveaux de qualité requis** des matériaux et de l'exécution **pour les OA** ;
- **aider à la prescription en explicitant les obligations / possibilités du contrat** ;
- valoriser les guides existants (STRRES FABEM 1 à 8, GA P18-902, ASQUAPRO...) ;
- produire des normes « ouvertes » (ex : valorisation des imprégnations hydrophobes dans la NF P95-103) ;
- permettre de s'adapter au cas de l'OA à réparer en effectuant des choix adaptés et pertinents.

# FD P95-100 « GUIDE D'UTILISATION DES NORMES DE LA SERIE » (EN COURS D'ECRITURE)

## Les normes réparation OA

Rédaction en cours du fascicule de documentation **FD P95-100**, guide « chapeau » de la série des normes **NF P95-100** : aide pour l'utilisation des normes de la série et aide au choix des méthodes de réparation adaptées en fonction des résultats des études de diagnostic / évaluation structurale.

L'objectif est d'aider tous les acteurs de la réparation à faire les bons choix depuis la prescription jusqu'à la réalisation des travaux.

GT piloté par C. Aubagnac et H. Davias (Cerema) lancé en avril 2022 ; espoir de publication du **FD P95-100-1 « OA en béton »** fin 2025 / début 2026.

### Quelques éléments marquants:

- prise en compte du fascicule 5 de l'ITSEOA « Conduite d'une intervention sur un ouvrage existant » (2023) ;
- des **tableaux synthétiques regroupent diverses possibilités de méthodes de réparation adaptées en fonction des conclusions de l'étude de diagnostic pour les principales pathologies des OA** ;

# FD P95-100 « GUIDE D'UTILISATION DES NORMES DE LA SERIE » (EN COURS D'ECRITURE)

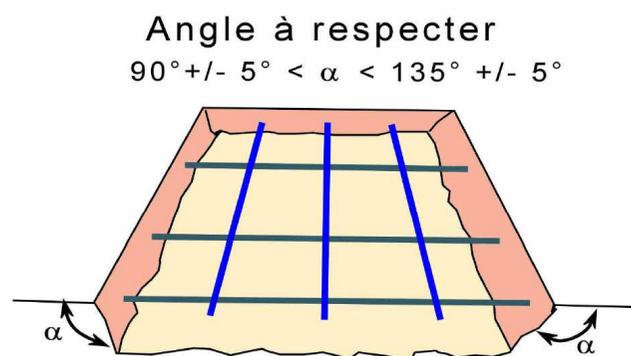
## Les normes réparation OA

### Quelques éléments marquants (suite) :

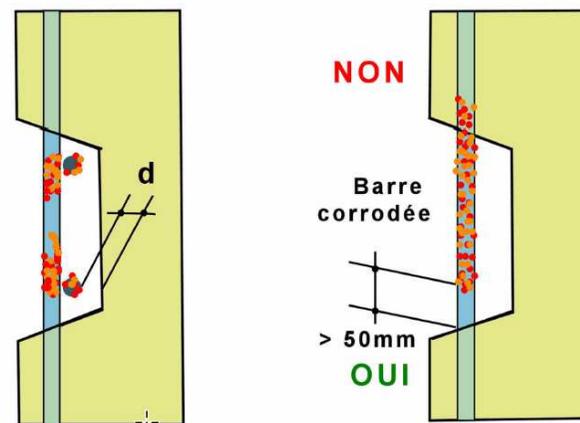
- **définition et limites d'utilisation dans le domaine d'application OA des méthodes de protection, réparation et renforcement numérotées définies dans la norme NF EN 1504-9 ;**
- **rappel des grands choix communs à la série des normes NF P95-100 :**
  - **indispensables études de diagnostic et de réparation préalables aux travaux (article 4) ;**
  - **procédures de mise en œuvre dans le cadre du Plan Qualité soumises au visa du maître d'œuvre ;**
  - **relevé contradictoire de l'état des supports en début de chantier ;**
  - **épreuve de convenance de préparation des supports ;**
  - **épreuve de convenance de préparation et de mise en œuvre des produits et systèmes concernés...**  
et propres à chaque norme de la série ;
- **constitution d'une annexe électronique rappelant, pour chaque norme de la série, les obligations (« Doit » / « Doit si ») ou possibilités (« Peut » / « Peut si ») du contrat.**

# NF P95-101 « RÉPARATION DE SURFACE DES BÉTONS » (JUIN 2017)

## Les normes réparation OA



## Dégagement des barres corrodées



## Valeur de "d"

Le maxi de 15mm et  $C_g + 5mm$   
ou  $> 20mm$  en présence de chlorures

# NF P95-101 « RÉPARATION DE SURFACE DES BÉTONS » (JUIN 2017)

## Les normes réparation OA

### Quelques éléments marquants :

- réparation des dégradations de surface du béton sur des profondeurs pouvant atteindre les premières armatures (environ 10 cm) ;
- méthodes de réparation de la norme EN 1504-9 concernées :
  - 3.1 Application manuelle de mortier
  - 3.2 Nouveau béton ou mortier coffré
  - 3.3 Projection de béton ou de mortier
  - 7.2 Remplacement du béton pollué ou carbonaté
- mortiers de réparation :
  - soit industriels : marquage CE (EVCP 2+) suivant l'EN 1504-3 pour les méthodes concernées, suivant le cas de classe R3 ou R4 ;
  - soit fabriqués sur chantier ou en centrale de « caractéristiques équivalentes » ;
- ou bétons de réparation conformes à la NF EN 206/CN ;
- le **contrat** doit préciser les caractéristiques de performance et durabilité obligatoires des mortiers / bétons de réparation et fixer les niveaux de performance requis ;

# NF P95-101 « RÉPARATION DE SURFACE DES BÉTONS » (JUIN 2017)

## Les normes réparation OA

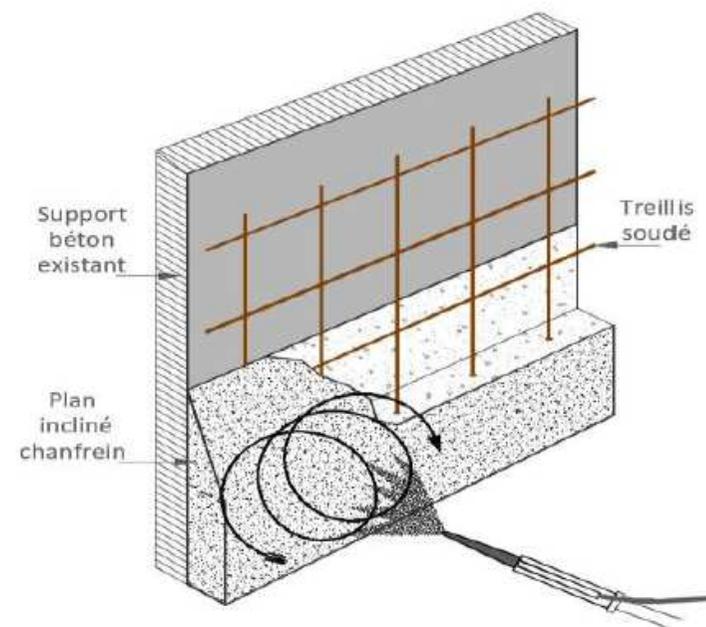
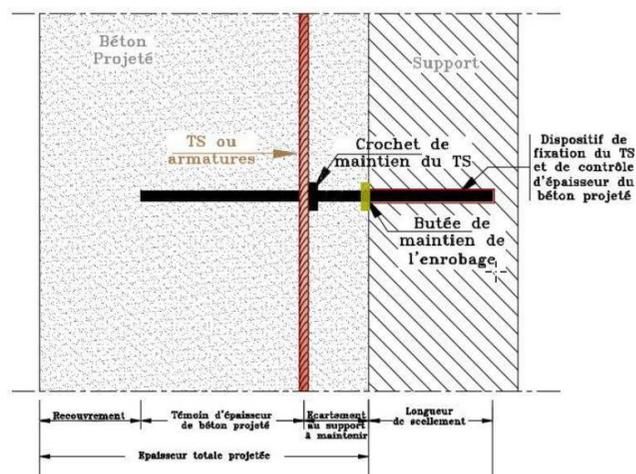
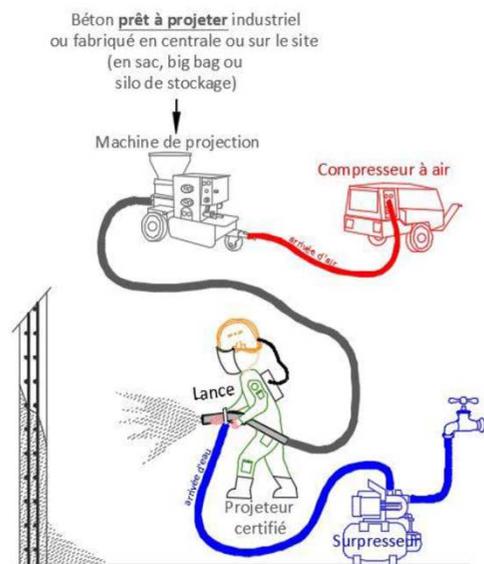
### Quelques éléments marquants (suite):

- choix des produits tenant compte des **classes d'exposition de la NF EN 206/CN** => attestation du fournisseur si non explicitement indiqué dans la notice technique ;
- si **produit de réparation en contact avec les armatures** => mortier ou béton à base de liants hydrauliques (CC ou PCC) (exigences supplémentaires si armatures de précontrainte) ;
- **exigences sur la préparation des supports** dont dégagement des armatures apparentes ou apparaissant lors des travaux sur leur périphérie et sur une longueur suffisante, bords francs, cohésion superficielle moyenne du support préparé  $\geq 1,5$  MPa... ;
- **par défaut, pas d'utilisation de revêtement de protection des armatures contre la corrosion** ; si nécessaires, privilégier les revêtements actifs à base de liants hydrauliques (EN 1504-7) ;
- teneur des épreuves de convenance et de contrôle (voire d'étude) à préciser par le **contrat** ;
- adhérence moyenne du mortier de réparation sur le support béton à 28 jours  $\geq 1,5$  MPa...
  
- Annexe informative A: propose des correspondances entre les performances des mortiers industriels (référentiel d'essais de la norme EN 1504-3) et les classes d'exposition de la NF EN 206/CN.

# NF P95-102-1 « BÉTON PROJETÉ OA EN BETON » (FEVRIER 2023)

## Les normes réparation OA

### Projection Voie sèche



# NF P95-102-1 « BÉTON PROJETÉ OA EN BETON » (FEVRIER 2023)

## Les normes réparation OA

### Quelques éléments marquants:

- travaux exécutés à l'aide de mortier ou béton projeté en vue de protéger, réparer ou renforcer un ouvrage de génie civil en béton ;
- méthodes de réparation de la norme EN 1504-9 concernées :
  - 3.3 Projection de béton ou de mortier
  - 4.4 Ajout de mortier ou de béton
  - 5.3 Ajout de mortier ou de béton
  - 6.3 Ajout de mortier ou de béton
  - 7.1 Augmentation de la couche (épaisseur d'enrobage) avec du mortier ou béton supplémentaire
  - 7.2 Remplacement du béton pollué ou carbonaté
  - voire 10.1 Application d'un courant électrique (enrobage de l'anode)
- **choix du mode de projection** par voie sèche ou voie mouillée se faisant en fonction de nombreux paramètres: **cf. annexe B informative** (domaine exclusif de la voie sèche: réparation structurale et renforcement de structures, réalisation de voiles de renforcement minces avec armatures) ;

# NF P95-102-1 « BÉTON PROJETÉ OA EN BETON » (FEVRIER 2023)

## Les normes réparation OA

### Quelques éléments marquants (suite):

- **étude préalable des vibrations et déformations prévisibles en cas de travaux envisagés sous circulation** de la responsabilité du maître de l'ouvrage (cf. annexe I informative) ;
- différents types de **mélanges de base** ; **complexité normative clarifiée** (normes NF EN 1504-3, NF EN 206/CN, NF EN 14487-1 et 2) ; choix se faisant en fonction de plusieurs paramètres ;

Mélange de base	Mortier (Granulométrie ≤ 4 mm)	Béton
Mélange non industriel	NF EN 206/CN et NF EN 14487-1 + exigences complémentaires éventuelles de durabilité adaptées au mortier	NF EN 206/CN et NF EN 14487-1
Mélange industriel non marqué CE	NF EN 206/CN et NF EN 14487-1 + exigences complémentaires éventuelles de durabilité adaptées au mortier	NF EN 206/CN et NF EN 14487-1
Produit de réparation industriel marqué CE suivant la norme EN 1504-3	NF EN 1504-3 et NF EN 14487-1	NF EN 1504-3 et NF EN 14487-1

# NF P95-102-1 « BÉTON PROJETÉ OA EN BETON » (FEVRIER 2023)

## Les normes réparation OA

### Quelques éléments marquants (suite) :

- la norme impose le **recours à un béton projeté lorsque** la réparation structurale ou le renforcement **nécessite une justification par un calcul (Eurocode 2)**. L'emploi d'un mortier projeté pour réparer des zones d'une profondeur supérieure à une dizaine de centimètres n'est admis que sur des surfaces de taille limitée ;
- mortiers industriels marqués CE (EVCP 2+) suivant l'EN 1504-3 (pour les méthodes concernées, i.e. projetable), suivant le cas de classe R3 ou R4 ; il revient au fournisseur d'attester de l'adéquation de son produit **après projection** avec les **classes d'exposition** de la NF EN 206/CN spécifiées au **contrat** ;
- le **contrat** doit préciser les caractéristiques de performance et durabilité obligatoires des mortiers / bétons projetés et fixer les niveaux de performance requis (cf. tableau 3) ;
- produits de scellement à base de liants hydrauliques marqués CE suivant la norme EN 1504-6 : introduction anticipée des prescriptions du FD P18-823 (mars 2024) ;

# NF P95-102-1 « BÉTON PROJETÉ OA EN BETON » (FEVRIER 2023)

## Les normes réparation OA

### Quelques éléments marquants (suite) :

- recours à des **entreprises détentrices d'une qualification « structures et gros œuvre béton armé ou précontraint »** (tels les CIP n°7274 ou 7275 de la FNTF), ainsi qu'à du **personnel qualifié et possédant le niveau de compétence requis** pour les travaux à exécuter en fonction de leur complexité ;
- importance de la **préparation de surface** (support et entre chaque couche) et de la **cure** ;
- teneur des épreuves de convenance et de contrôle (**voire d'étude, le cas échéant avec projection**) à préciser par le **contrat** ;
  
- Annexe D (informative): résistance à l'abrasion et aux chocs ;
- Annexe E (informative): **fuseaux granulométriques ASQUAPRO** (0/8 mm; 0/10 mm; 0/12,5 mm) ;
- Annexe G (informative): introduction d'une **échéance à 7 jours** pour les contrôles mécaniques pendant le chantier

# NF P95-102-2 « BETON PROJETE OA EN MACONNERIE » (EN COURS D'ECRITURE)

## Les normes réparation OA

GT spécifique piloté par Najeeb SABIR (Freyssinet) et Jean-François SEIGNOL (Université Gustave Eiffel) lancé en janvier 2024.

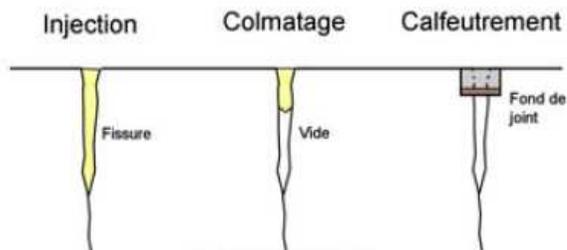
**Norme en cours de rédaction** ; espoir de publication en 2026.

### Quelques éléments marquants :

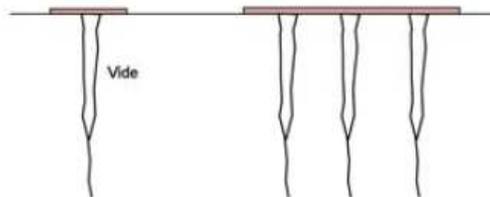
- décision prise par la CN ROA de séparer en 2 la norme NF P95-102 « béton projeté » => **suppression de la norme NF P95-102** à la publication de la norme NF P95-102-1 ;
- la norme NF P95-102-2 complètera la norme NF P95-102-1 pour des spécificités liées aux travaux sur ouvrages en maçonnerie ;
- elle traitera du **rejointoiement des maçonneries**, des reconstitutions localisées sans modification de fonctionnement structurel des ouvrages ;
- elle traitera de l'apport de renforts en béton projeté armé (**contre-voûtes, contreforts...**) sur des maçonneries existantes dans le but de renforcer et donc de modifier leur fonctionnement.

# NF P95-103 « TRAITEMENT DES FISSURES ET PROTECTION DU BÉTON » (JUIN 2014)

## Les normes réparation OA



Le colmatage est appelé :  
NF EN1504-9 : Colmatage des fissures  
NF EN1504-10 : Remplissage des fissures



Pontage et Protection localisée  
sont appelés  
NF EN1504-9 : Colmatage superficiel  
NF EN1504-10 : Colmatage local



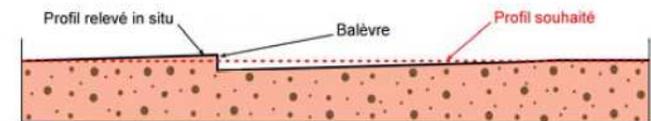
Imprégnation hydrophobe  
(également appelée hydrofuge  
de surface)



Imprégnation



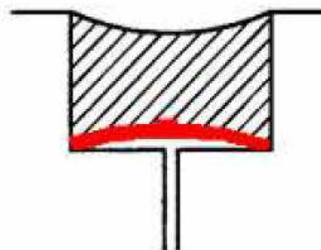
Revêtement



Zone traitée par :  
repiquage, fraisage, ponçage

Zone repiquée pour éliminer  
le sifflet

Ragréage en queue de billard



Rainure en U avec fond de joint  
(déformation du joint)

# NF P95-103 « TRAITEMENT DES FISSURES ET PROTECTION DU BÉTON » (JUIN 2014)

## Les normes réparation OA

**Norme à réviser**, 10 ans après sa publication, compte-tenu des retours d'expérience et des travaux menés par la commission ROA depuis.

**Sa révision est une des priorités de la CN ROA à partir de 2026** (dans l'attente cependant des révisions des normes EN 1504-5 et 2...).

### Quelques éléments marquants:

- **2 normes en une: traitement des fissures, des vides et interstices et protection généralisée de la surface du béton ;**
- méthodes de réparation de la norme EN 1504-9 concernées :
  - 1.4 Colmatage superficiel des fissurations (pontage des fissures)
  - 1.5 Colmatage des fissures (NF EN 1504-5)
  - 1.6 Transformation de fissures en joints
  - 4.5 Injection dans les fissures, les vides ou les interstices (NF EN 1504-5)
- et calfeutrement des fissures

# NF P95-103 « TRAITEMENT DES FISSURES ET PROTECTION DU BÉTON » (JUIN 2014)

## Les normes réparation OA

- méthodes de réparation de la norme EN 1504-9 concernées (suite) :
  - 1.1 Imprégnation hydrophobe (NF EN 1504-2)
  - 1.2 Imprégnation (NF EN 1504-2)
  - 1.3 Revêtement (NF EN 1504-2)
  - 2.1 Imprégnation hydrophobe (NF EN 1504-2)
  - ~~2.2 Imprégnation (non prise en compte dans la norme NF EN 1504-2)~~
  - 2.3 Revêtement (NF EN 1504-2)
  - 5.1 Revêtement (NF EN 1504-2)
  - 5.2 Imprégnation (NF EN 1504-2)
  - 5.3 Ajout de mortier ou béton (NF EN 1504-3)
  - 6.1 Revêtement (NF EN 1504-2)
  - ~~6.2 Imprégnation (non prise en compte dans la norme NF EN 1504-2)~~
  - 6.3 Ajout de mortier ou béton (NF EN 1504-3)
  - 8.1 Imprégnation hydrophobe (NF EN 1504-2)
  - ~~8.2 Imprégnation (non prise en compte dans la norme NF EN 1504-2)~~
  - 8.3 Revêtement (NF EN 1504-2)

# NF P95-103 « TRAITEMENT DES FISSURES ET PROTECTION DU BÉTON » (JUIN 2014)

## Les normes réparation OA

### Quelques éléments marquants (suite):

- **produits d'injection / colmatage** marqués CE (EVCP 2+) suivant l'EN 1504-5 méthodes 4.5 / 1.5 ;
  - produits de classe F -U(F1) W(généralement > 2)- prescrits pour la méthode 4.5 ;
  - produits de classes F, D ou S pouvant être utilisés pour la méthode 1.5 ;
- **imprégnations hydrophobes, revêtements de protection** marqués CE (EVCP 2+) suivant l'EN 1504-2 pour les méthodes concernées ;

NOTE: système de protection « imprégnation hydrophobe + revêtement compatibles » possible, voire recommandé.

- **imprégnations hydrophobes de niveau de performance 2** au sens du **GA P18-902** pour la **fonction principale de base** (tableau 5), avec exigence de pénétration minimale dans le béton à protéger (de 3 à 6 mm suivant l'environnement) (tableau 6);
- **revêtements de protection** normalement de **niveau de performance 2** au sens du **GA P18-902** pour la **fonction principale de base** (tableau 4), avec un choix à faire sur la **perméabilité à la vapeur d'eau**, entre **classe I « perméable »** pour permettre les échanges hydriques avec le milieu extérieur (**obligatoire pour intrados**; à étudier pour parements verticaux) et classe III « imperméable » ;

# NF P95-103 « TRAITEMENT DES FISSURES ET PROTECTION DU BÉTON » (JUIN 2014)

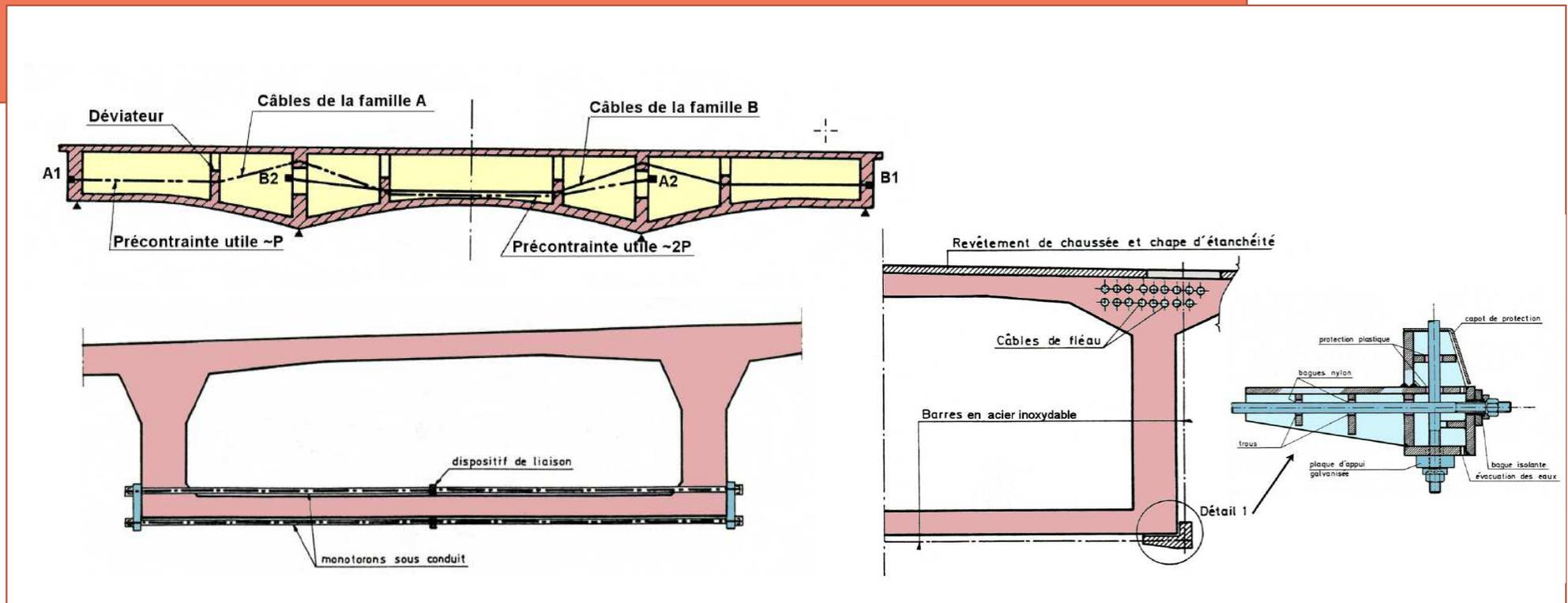
## Les normes réparation OA

### Quelques éléments marquants (suite):

- pour la protection du béton, le **contrat** doit définir les **éventuelles fonctions principale optionnelles et optionnelles complémentaires du GA P18-902** ;
- le **contrat** doit préciser les caractéristiques de performance et durabilité obligatoires des produits / systèmes et fixer les niveaux de performance requis ;
- le calfeutrement de fissures actives de souffle > 1 mm nécessite l'utilisation d'un fond de joint ;
- protection généralisée: importance de la **préparation du support** (suivant type de produit / système) ;
- teneur des épreuves de convenance et de contrôle (voire d'étude) à préciser par le **contrat** ;
  
- Annexe A (informative) « Essais d'abrasion et de choc de la CNR »
- Annexe B (informative) « Éléments pour le choix des techniques utilisables et des produits et systèmes pour satisfaire à des fonctions » ;
- Annexe C (informative) « Qualités comparées des produits et systèmes » ;
- Annexe D (informative) « Durabilité des réparations - Evaluation de l'efficacité d'une protection généralisée – **Garanties** » (contrôle basé sur l'existence d'altérations visibles ou sur une démarche performancielle) => **se reporter désormais au chapitre 11 du F65 du CCTG version 2025**

# NF P95-104 « PRÉCONTRAINTÉ ADDITIONNELLE » (JUILLET 2020)

## Les normes réparation OA



# NF P95-104 « PRÉCONTRAINTE ADDITIONNELLE » (JUILLET 2020)

## Les normes réparation OA

### Quelques éléments marquants:

- **précontrainte longitudinale ou transversale additionnelle ; étriers actifs ; précontrainte de clouage...** ;
- méthode de réparation de la norme EN 1504-9 concernée :
  - 4.7 Précontrainte par post-tension ;
- prise en compte des fascicule 65 version 2018, NF EN 13670/CN, ETAG 013 et désormais **DÉE n°160004-00-0301 et n°160027-00-0301**, des **ÉTE**, etc. ;
- démontage des câbles d'une précontrainte extérieure abordé avec rappel qu'une précontrainte extérieure provisoire peut être nécessaire (renvoi au guide STRRES FABEM 8) ;
- conception de la précontrainte additionnelle: indication des **rayons minimaux de courbure à respecter** au niveau des déviateurs et des ancrages ; **dispositions constructives élargies présentées** en annexe informative B « Dispositions technologiques usuelles » ;
- obligation d'un **conduit collectif** pour protéger les faisceaux d'armatures constituant le câble **sur toute leur longueur** ;
- **caractère obligatoirement démontable et remplaçable** de la précontrainte additionnelle ; le **contrat** peut en outre spécifier que la précontrainte puisse être retendue ;

# NF P95-104 « PRÉCONTRAINTE ADDITIONNELLE » (JUILLET 2020)

## Les normes réparation OA

### Quelques éléments marquants (suite) :

- **procédé de précontrainte** devant faire l'objet d'une **ÉTE** et être marqué **CE** ;
- **armatures à haute résistance** devant bénéficier d'une attestation de conformité au règlement **ASQPE**; torons gainés-protégés du type « coulissant » (P) ;
- sauf cas exceptionnels, **produits d'injection** souples ou rigides devant bénéficier d'un marquage **CE**;
- conduits en PEHD ou acier ; rappel des diamètres minimaux intérieurs des conduits ;
- **conduits en PEHD** conformes aux normes NF EN 12-201-1 et -2+A1, devant appartenir au « groupe 2 » (PE 80 ou 100) avec pression de fonctionnement  $\geq 1$  MPa et être résistants aux UV ;
- produits de scellement à base de liants hydrauliques marqués CE suivant la norme EN 1504-6 : introduction anticipée des prescriptions du FD P18-823 (mars 2024) ;
- **mise en œuvre de la précontrainte** assurée par une **entreprise spécialisée bénéficiant d'une certification ASQPE** « Mise en œuvre des procédés de précontrainte par post-tension » ou équivalent et effectuée sous la direction d'un (ou plusieurs) **CMP**, dont la compétence est reconnue ;

# NF P95-104 « PRÉCONTRAINTE ADDITIONNELLE » (JUILLET 2020)

## Les normes réparation OA

### Quelques éléments marquants (suite) :

- exigences pour la **préparation de surface du béton pour la fixation des déviateurs et ancrages** : cf. tableau 5, complété par le tableau A.1 de l'annexe A proposant des **coefficients de frottement** en cohérence avec les valeurs de l'Eurocode 2-1-1 (**pas de modification dans les dimensionnements par rapport aux pratiques antérieures**) ;
- 3 méthodes utilisables pour le **raccordement soudé des conduits en PEHD** : soudure « au miroir »; par manchon électro-soudable ou soudure par air chaud avec produit d'apport ;
- suppression de la limite à 0,75 (resp 0,70)  $F_{prg}$  sur la tension des câbles longitudinaux (resp barres) ;
- Annexe informative A « **Dimensionnement des dispositifs d'accrochage des massifs et bossages d'ancrage et des déviateurs** »: guide d'application de la formule 6.25 de l'article 6.2.5 de l'Eurocode 2-1-1 ;
- Annexe C (Informative) « Diamètres des conduits cylindriques en PEHD ».

# NF P95-105 « ARMATURES PASSIVES ADDITIONNELLES À BASE DE PRF COLLÉES EN SURFACE (EBR) OU EN ENGRAVURES (NSM) » (EN COURS D'ÉCRITURE)

## Les normes réparation OA

GT piloté par C. Aubagnac (Cerema) et E. Leprêtre (UGE) ; nombreuses réunions et **expérimentations menées** depuis novembre 2018 ; **coordination avec le GT de la CN EC2 du BNTRA chargé de rédiger l'annexe J/NA de la révision 2025 de la NF EN 1992-1-1/NA** ; espoir de publication de la norme en 2025.

### Quelques éléments marquants:

- méthodes de réparation de la norme EN 1504-9 concernées :
  - 4.1 « Ajout ou remplacement de barres de renforcement incorporées ou externes »
  - 4.2 « Ajout d'armature ancrée dans des trous pré-creusés ou forés »
  - 4.3 « Collage d'une plaque de renforcement »
- ouvrages en béton armé ou précontraint présentant un **déficit démontré d'armatures passives** (vis-à-vis de la flexion, de l'effort tranchant, du poinçonnement, de la diffusion des efforts concentrés) **ou un déficit de résistance à la compression du béton** (dans le cas du confinement) ;
- évaluation préalable de l'ouvrage à réparer ou à renforcer indispensable ;
- **procédés** de renforcement : ils doivent être **identifiables** et disposer d'un **avis technique délivré par un organisme habilité** ;

# NF P95-105 « ARMATURES PASSIVES ADDITIONNELLES À BASE DE PRF COLLÉES EN SURFACE (EBR) OU EN ENGRAVURES (NSM) » (EN COURS D'ÉCRITURE)

## Les normes réparation OA

### Quelques éléments marquants (suite) :

- systèmes pris en compte par la norme :
  - à base de **fibres longues continues de carbone, verre, basalte ou aramide** ;
  - à **matrice polymère** de nature thermodurcissable (époxyde, vinylester, polyester...), voire thermoplastique ; adhésifs associés aux systèmes en plats ou barres le plus souvent de nature thermodurcissable (époxyde) » ;
  - **plats (ou lamelles)**, fabriqués en usine puis collés sur le support ;
  - **tissus secs**, matricés sur le support par imprégnation d'une matrice polymère ;
  - **tissus préimprégnés in situ**, stratifiés au contact du support ;
  - **barres (ou joncs) et plats**, collés au moyen d'un adhésif polymère dans des engravures (ou rainures) ;
- les **adhésifs** associés aux systèmes en plats ou joncs **et les matrices polymères** des systèmes à base de tissu PRF doivent faire l'objet d'un **marquage CE sur la base de la norme harmonisée EN 1504-4**, pour la méthode de réparation 4.3 « renforcement par plaque collée » ;

# NF P95-105 « ARMATURES PASSIVES ADDITIONNELLES À BASE DE PRF COLLÉES EN SURFACE (EBR) OU EN ENGRAVURES (NSM) » (EN COURS D'ÉCRITURE)

## Les normes réparation OA

### Quelques éléments marquants (suite) :

- **cadre commun fixé** pour la description des composites par les entreprises détentrices de procédés (cf. paragraphe 5.5 « **Fiche d'identification composite de réparation ou de renforcement** »), qui précise les **modes opératoires d'essais ou de mesures pour chaque caractéristique physique, mécanique ou de durabilité fondamentale retenue par la norme NF P95-105 et les unités associées aux caractéristiques chiffrées** ;
- la fiche d'identification ne s'applique qu'à **une seule désignation de « composite »**, à savoir :
  - pour un tissu PRF EBR : un unique type de fibres (pour les deux directions dans le cas d'un tissu bidirectionnel), ainsi qu'une unique association d'un éventuel produit d'imprégnation du support, d'un éventuel produit de pré-imprégnation du tissu in situ et de l'adhésif de collage ;
  - pour un plat PRF EBR : un unique type de fibres, un unique module d'élasticité de plat, ainsi qu'une unique association d'un éventuel produit d'imprégnation du support et de l'adhésif de collage ;
  - pour une barre PRF NSM : un unique type de fibres, un unique module d'élasticité, ainsi qu'un unique adhésif de collage ;

# NF P95-105 « ARMATURES PASSIVES ADDITIONNELLES À BASE DE PRF COLLÉES EN SURFACE (EBR) OU EN ENGRAVURES (NSM) » (EN COURS D'ÉCRITURE)

## Les normes réparation OA

### Quelques éléments marquants (suite) :

- fiche d'identification composite (suite) :
  - modes opératoires: normes européennes voire internationales, pouvant être complétées par des **annexes normatives de la NF P95-105** (par exemple annexe C en complément de la NF EN 12614 pour la détermination de la température de transition vitreuse des adhésifs) ;
  - intégration des caractéristiques de performance des produits / systèmes introduites par **l'annexe J/NA de la norme NF EN 1992-1-1/NA (2025)** (par exemple normes ISO 10406 pour les propriétés en traction dites « de court terme ») ;
  - attestation de la **compatibilité avec les classes d'exposition de la NF EN 206/CN**, de la **stabilité des performances mécaniques du composite soumis aux UV ou à certains environnements agressifs particuliers (forte humidité très fréquente ou permanente...)** : l'annexe normative H définit, **suite à des expérimentations**, un protocole de vieillissement accéléré permettant de présumer de la durabilité d'une « famille » de **composites PRF collés**, sans ou avec revêtement de protection, basé notamment sur la norme NF T30-049 « Peintures et vernis - Revêtements à usage extérieur - Essai de vieillissement artificiel » ;

# NF P95-105 « ARMATURES PASSIVES ADDITIONNELLES À BASE DE PRF COLLÉES EN SURFACE (EBR) OU EN ENGRAVURES (NSM) » (EN COURS D'ÉCRITURE)

## Les normes réparation OA

### Quelques éléments marquants (suite) :

- fiche d'identification composite (suite) :
  - mention de la **température maximale de tenue du renforcement en service** (stabilité des performances mécaniques) : l'annexe normative G définit, **suite à des expérimentations**, un protocole pour la caractérisation mécanique des renforts composites collés sur béton aux températures élevées ;  
Par défaut, température maximale de tenue du renforcement en service  $\leq T_g - 10^\circ\text{C}$ ;
  - dans le cas où des **solutions techniques d'ancrage, de reprise des poussées au vide, de couture de continuité ou d'épingleage** font partie intégrante du procédé de renforcement, **les modes opératoires** des essais de justification réalisés par l'entreprise détentrice du procédé **doivent être précisés** ; néanmoins l'annexe normative F propose, **suite à des expérimentations**, 2 méthodes d'essais pour caractériser la résistance à la traction des mèches d'ancrage en PRFC scellées ;

# NF P95-105 « ARMATURES PASSIVES ADDITIONNELLES À BASE DE PRF COLLÉES EN SURFACE (EBR) OU EN ENGRAVURES (NSM) » (EN COURS D'ÉCRITURE)

## Les normes réparation OA

### Quelques éléments marquants (suite) :

- l'**article 6** précise des **dispositions constructives** (c'est une nouveauté !) correspondant:
  - soit à des **dispositions de pose devant être systématiquement appliquées** pour respecter les règles de l'art (ex: distance minimale des renforts PRF collés EBR ou NSM par rapport aux bords ; longueurs d'ancrage -200 mm mini- et de recouvrement -300 mm mini- ; etc.),
  - soit à des **dispositions particulières**, visant à répondre à des **besoins particuliers des projets** (ancrage d'extrémité, reprise de poussée au vide, continuité de renforcement, franchissement d'obstacle, épingleage...), **définies au stade des études de projet** et pour lesquelles les entreprises proposent des **solutions techniques** lors de la remise des offres ;
- **l'entreprise spécialisée doit être détentrice d'une qualification structures et gros œuvre en béton armé ou précontraint** (qualification FNTF 7276 « réparation et renforcement par armature passive additionnelle extérieure au béton » recommandée) ;
- qualification des opérateurs (**ORC**) et responsables (**CARC**) pour les procédés appliqués ;
- importance de la **préparation du support** : exigences définies, **suite expérimentations**, au paragraphe 7.2...

# NF P95-106 « FONDATION DES OUVRAGES » (AOÛT 1993)

## Les normes réparation OA

Cette norme est **obsolète**, mais la CN ROA a décidé de la maintenir en raison de l'**intérêt que présentent certaines dispositions constructives permettant d'assurer la connexion entre les fondations et l'ouvrage existant pour les transferts de charges et d'efforts.**

**La CN ROA ne prévoit pas la révision de la NF P95-106** (existence de normes européennes et françaises sur les techniques d'exécution de fondations, du fascicule 68 du CCTG...) mais souhaite valoriser certaines dispositions constructives présentées (liaisons structure / nouveaux éléments de fondation) dans un autre document normatif (vraisemblablement la prochaine révision de la NF P95-107). La norme NF P95-106 sera alors supprimée.

# NF P95-107 « RÉPARATION ET RENFORCEMENT DES MAÇONNERIES » (AVRIL 2002)

## Les normes réparation OA

**Norme à réviser ; sa révision est une des priorités de la CN ROA à partir de 2026.**

Révision de la NF P95-107 à réaliser impérativement préalablement à l'écriture du futur FD P95-100-2 « OA en maçonnerie ».

Rappel: plusieurs dispositions constructives de la NF P95-106 à reprendre (liaisons structure / nouveaux éléments de fondation).

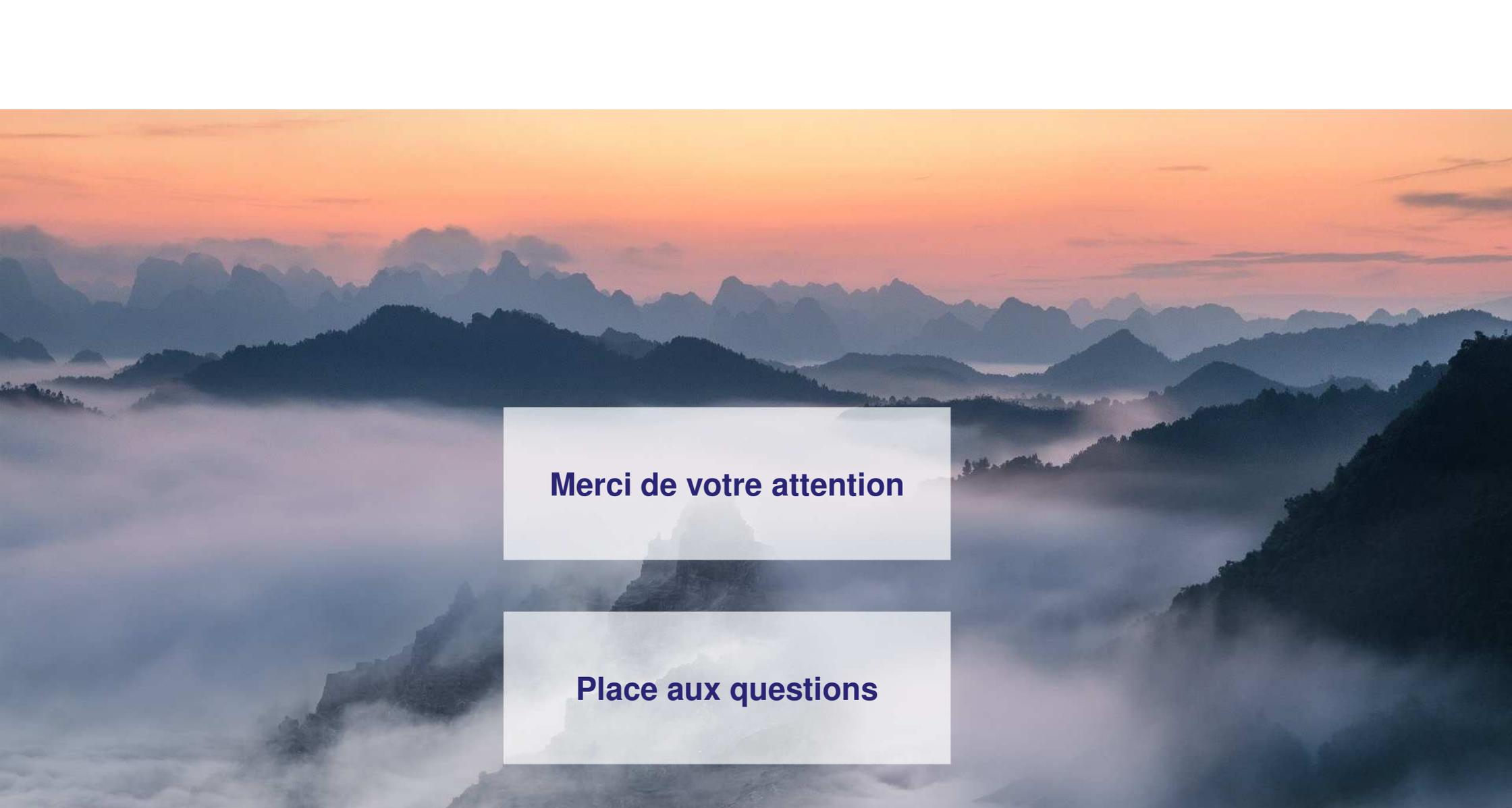
# PERSPECTIVES DE COMPLEMENTS

## Les normes réparation OA

Du travail en perspective pour la CN ROA dans les prochaines années: outre les révisions nécessaires des normes NF P95-103, NF P95-107 puis la rédaction d'un FD P95-100-2, est souhaitée la rédaction d'une **nouvelle norme sur les travaux de vérinage, calages**, appuis provisoires, transferts de charge des ouvrages d'art.

Des révisions des normes NF P95-100 s'imposeront en outre avec la **révision ou la publication à venir de normes européennes « produits, systèmes » harmonisées** (nouveau RPC publié au JOUE le 18/12/2024).

La normalisation est un travail sans fin...



**Merci de votre attention**

**Place aux questions**