



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

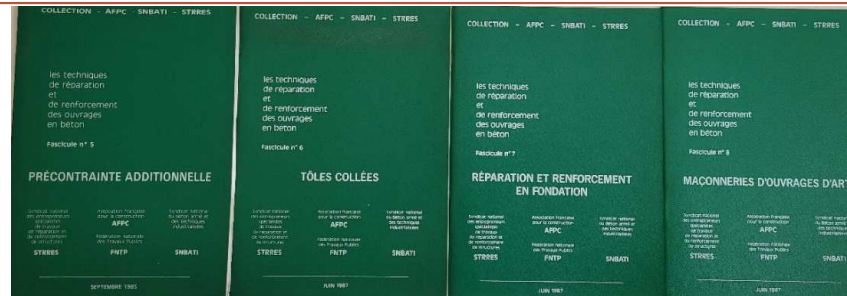
Introduction (présentation de Christian TOURNEUR)

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 – FNTP –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)

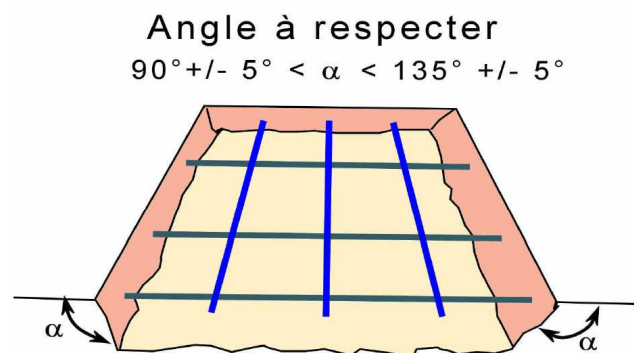
Les normes réparation OA

Quelques éléments marquants (suite) :

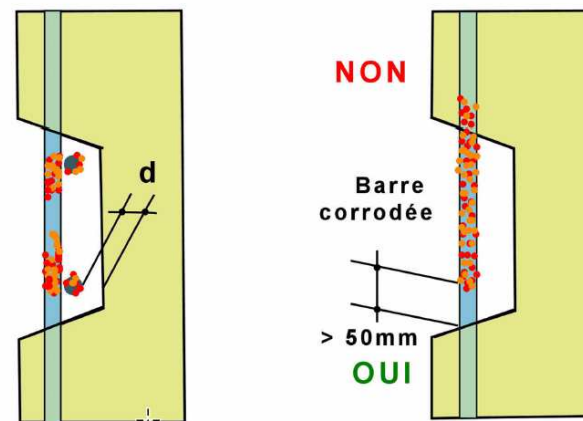
- **définition et limites d'utilisation dans le domaine d'application OA des méthodes de protection, réparation et renforcement numérotées définies dans la norme NF EN 1504-9 ;**
- **rappel des grands choix communs à la série des normes NF P95-100 :**
 - **indispensables études de diagnostic et de réparation 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):

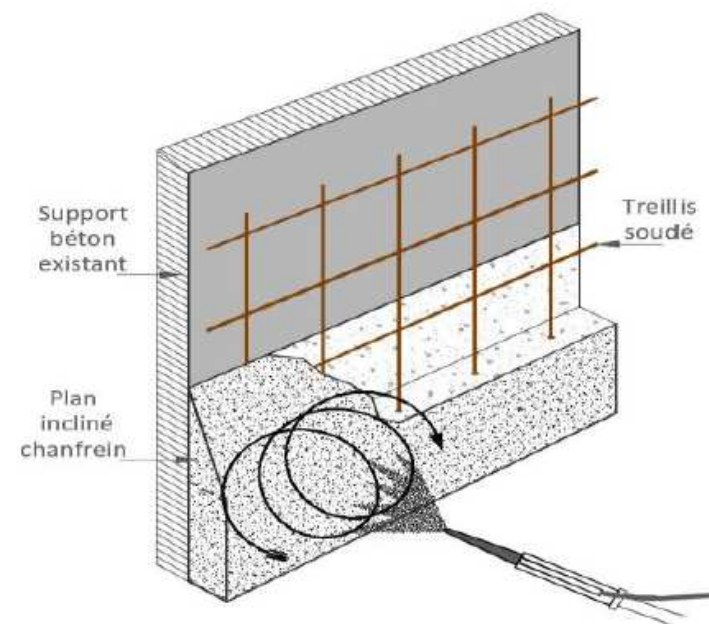
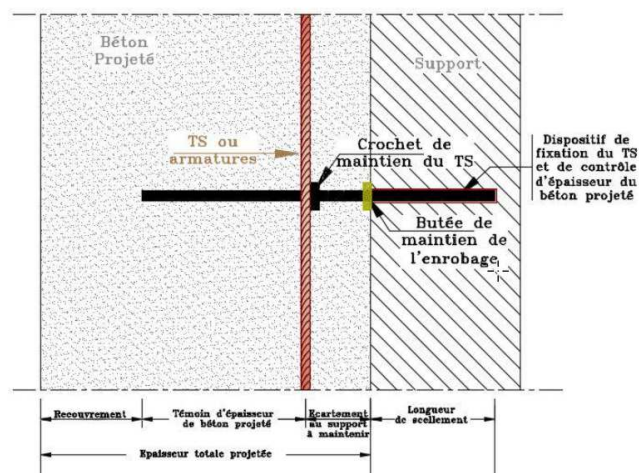
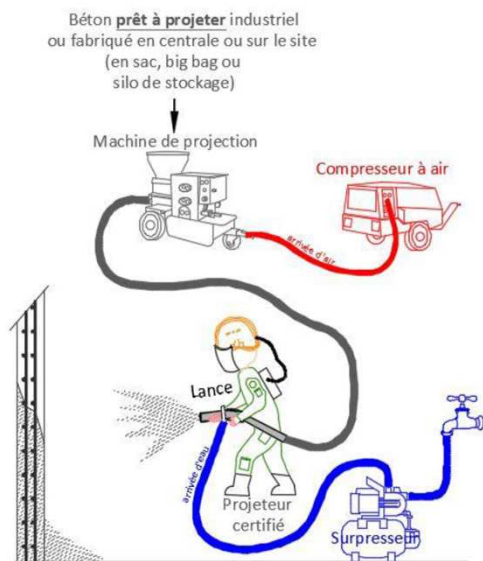
- choix des produits tenant compte des **classes d'exposition de la NF EN 206/CN** => attestation du fournisseur si non explicitement indiqué dans la notice technique ;
- si **produit de réparation en contact avec les armatures** => mortier ou béton à base de liants hydrauliques (CC ou PCC) (exigences 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 BÉTON » (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.

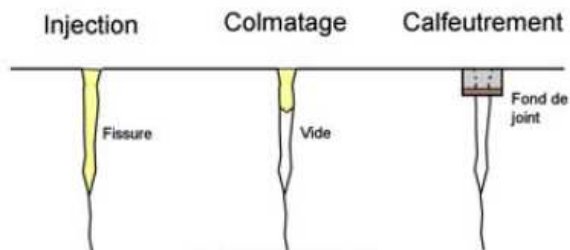
Norme en cours de rédaction ; espoir de publication en 2026.

Quelques éléments marquants :

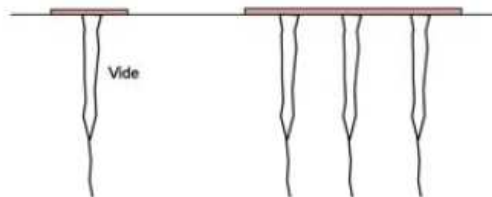
- décision prise par la CN ROA de séparer en 2 la norme NF P95-102 « béton projeté » => **suppression de la norme NF P95-102** à la publication de la norme NF P95-102-1 ;
- la norme NF P95-102-2 complètera la norme NF P95-102-1 pour des spécificités liées aux travaux sur ouvrages en maçonnerie ;
- elle 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



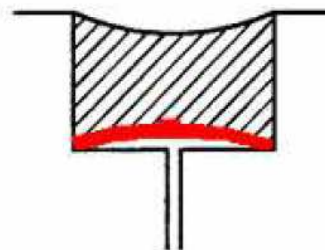
Le colmatage est appelé :
NF EN1504-9 : Colmatage des fissures
NF EN1504-10 : Remplissage des fissures



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



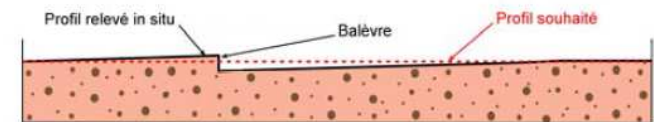
Imprégnation hydrophobe
(également appelée hydrofuge
de surface)



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

Imprégnation

Revêtement



Zone traitée par :
repiquage, fraisage, ponçage

Zone repiquée pour éliminer
le sifflet

Ragréage en queue de billard

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

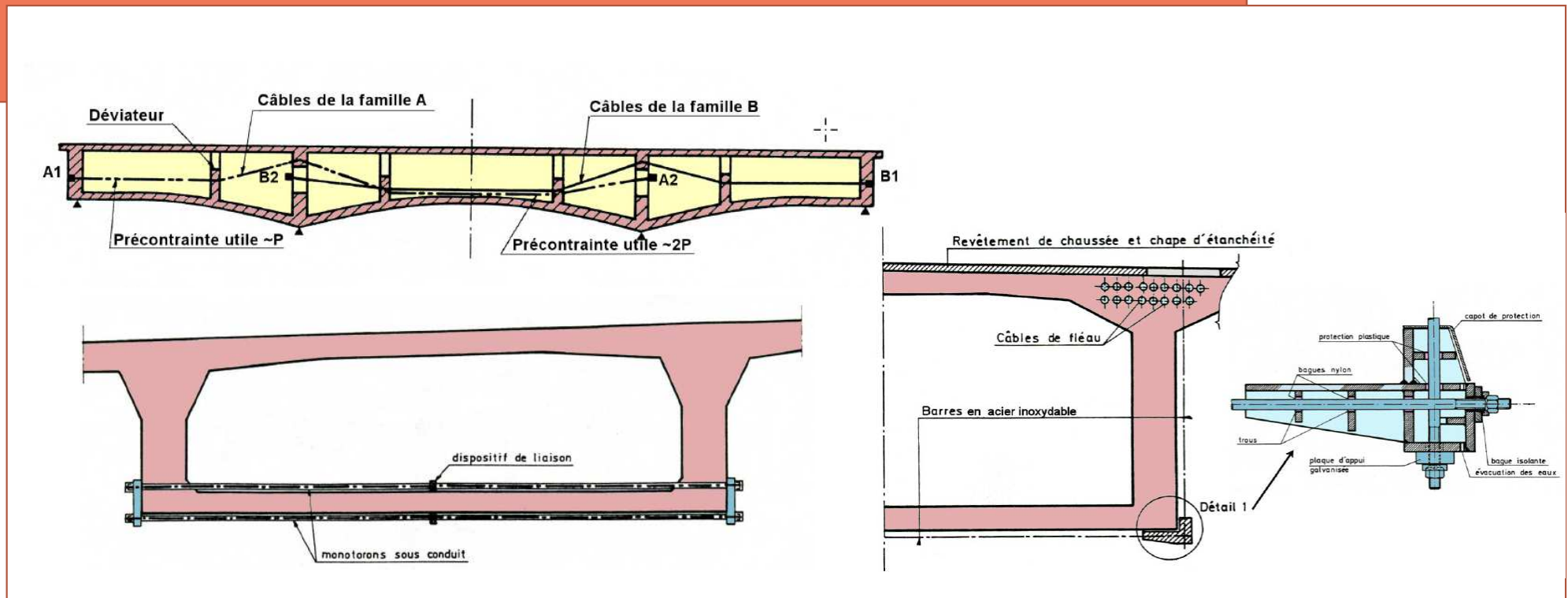
Quelques éléments marquants (suite):

- 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 ≥ 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, épinglage...), **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