

Fiche Aide Mémoire

Ragréage d'éléments en béton en milieu marin



Sommaire

1. Contexte et champs d'application de la fiche «Aide-mémoire»

- . Référentiel technique
- . Généralités sur le ragréage
- . Domaine d'application de la technique

2. Description sommaire de la technique

3. Éléments nécessaires à l'établissement du CCTP

- . Recherche documentaire
- . Evaluation visuelle
- . Diagnostic complémentaire

4. Prescriptions à apporter au CCTP

- . Chapitre 1 du CCTP : Consistance et description des travaux
- . Chapitre 2 du CCTP : Préparation et organisation du chantier
- . Chapitre 3 du CCTP : Provenance, qualité et préparation des matériaux
- . Chapitre 4 du CCTP : Mode d'exécution des travaux
- . Garanties

5. Contrôles des travaux

- . Généralités
- . Epreuves de convenances
- . Réception des produits
- . Contrôles d'exécution

La conduite d'opérations de réhabilitation des structures de génie civil d'une manière générale, et des structures en environnement portuaire en particulier, nécessite de mobiliser des équipes de maîtrise d'ouvrage et/ou de maîtrise d'œuvre à chaque étape du projet : notamment en amont pour l'établissement des CCTP et en phase de chantier pour la réalisation des contrôles.

L'établissement des CCTP nécessite une maîtrise des référentiels normatifs/réglementaires et une bonne connaissance des produits/matériaux/techniques et des conditions d'exécution pour pouvoir spécifier des exigences adaptées au projet et au contexte.

De même, en phase travaux, cette maîtrise est nécessaire afin d'effectuer les vérifications et contrôles sur la base de critères spécifiques en lien avec les clauses du CCTP.

La présente fiche constitue un document méthodologique simple et synthétique traitant des opérations d'entretien spécialisé d'ouvrages en milieu maritime, notamment lors des phases d'établissement du projet de travaux et de préciser les étapes importantes et le rôle de chacun des acteurs.

Il s'agit d'un document à destination des équipes en charge de l'élaboration ou de la vérification du projet (CCTP notamment) et des équipes en charge du suivi des chantiers.

Cette fiche concerne les travaux de réfections localisées et de surface, d'éléments en béton, armé ou non, en partie plane ou en angle, ne nécessitant pas de remplacement d'armature. Dans cette fiche, ces travaux sont désignés par le terme « ragréage ».

Référentiel technique

Ces travaux de ragréages localisés font l'objet d'un référentiel technique constitué de règlements, de normes et de guides. La liste suivante, sans être exhaustive, recense les principaux documents encadrant ces opérations* :

RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE

- [1] Guide CETMEF – Altération du béton en site maritime – 2011.
<https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/alteration-du-beton-site-maritime>
- [2] Guide CETMEF – Réparation des bétons altérés – 2011.
<https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/reparation-betons-alteres>
- [3] Documents scientifiques et techniques AFGC CEFACOR – Réhabilitation du béton armé dégradé par la corrosion – 2003.
<https://www.concretecorrosion.net/docs/Rehabilitation-du-beton-arme.pdf>
- [4] Guide du STRRES FABEM 1- Reprise des bétons dégradés – 2008.
http://www.strres.org/beton_et_maconnerie_fabem-225fr.php
- [5] PETRA – Réparation.
http://www.setra.fr/html/logicielsOA/PETRA/Bible_OA/bible_old.html
- [6] Norme NF P 95-101 Ouvrages d'art - Réparation des ouvrages en béton et en maçonnerie – Réparation de surface des bétons – Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés - 2017
<https://www.afnor.org/acheter-une-norme/>
- [7] Norme NF EN 1504-3. Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton. Définitions, exigences, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité . Partie 3. Réparation structurale et réparation non structurale - 2006
<https://www.afnor.org/acheter-une-norme/>

RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE

- [8] Norme NF EN 1504-9. Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton. Définitions, exigences, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité . Partie 9. Principes généraux d'utilisation des produits - 2008
<https://www.afnor.org/acheter-une-norme/>
- [9] Référentiel NF 030. Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydrauliques.
<http://marque-nf.com/categories/materiaux-de-construction/nf-produits-speciaux-constructions-beton-hydraulique-nf030/>
- [10] CCAG Travaux – Cahier des Clauses Administratives générales. 2009
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000021089735&dateTexte=&categorieLien=id>
- [11] Fascicules n°2 et 31 de l'Instruction Technique sur la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art: « Généralités sur la surveillance », « Ponts en béton non armé et en béton armé ».
<http://www.piles.setra.developpement-durable.gouv.fr/itseoa-r447.html>
- [12] Fascicule 4 Guide des choix des classes d'exposition
<http://www.egfbtp.com/egf-btp-activites/publications>

* En complément, des normes de référence (essais, produits ou exécution) sont également citées dans le texte.

Généralités sur le ragréage

Voir Article 1 Réf [2]

Le ragréage fait partie du panel de techniques de réparations ayant pour objectif de maintenir les ouvrages en béton dans un état de service satisfaisant. Il s'agit d'une action dite d'entretien spécialisé qui permet de remédier à des dégradations non structurelles.

Le ragréage n'est pas une action d'entretien courant car des moyens particuliers sont souvent nécessaires pour le réaliser (échafaudages, batardeaux, entreprises spécialisées notamment).

La présente fiche a pour but de donner les éléments nécessaires à chaque étape du projet de réparation pour assurer une efficacité et une pérennité de ces travaux de ragréage.



Le retour d'expériences sur les travaux de ragréage montre que bien souvent, ces réparations sont peu pérennes et cela même pour des infrastructures terrestres où les conditions de réalisation sont généralement plus favorables et l'exposition aux agents agressifs moins sévère qu'en environnement maritime.

Ces échecs sont généralement dus à :

- un mauvais diagnostic des dégradations,
- une mauvaise préparation des zones à traiter,
- un choix de produit inadapté,
- une mauvaise mise en œuvre du produit.

Il convient donc d'être particulièrement vigilant dans la conduite de ces opérations.

Domaine d'application de la technique

Les ragréages permettent de traiter les dégradations de surface dues à des défauts :

- d'exécution : défaut de planéité, épaufrures superficielles, défaut de remplissage des coffrages, nids de cailloux par exemple,
- d'origine accidentelle : chocs, incendies par exemple,
- dus au vieillissement (corrosion des armatures),
- dus à des actions sur l'ouvrage : attaques chimiques, érosion et abrasion par exemple.

Voir Article 6.2.3 Réf [8]

Les dégradations concernées peuvent atteindre les premières armatures (étriers, armatures de travail proche des parements et les armatures de peau).

Cette fiche concerne les travaux de réfection d'éléments en béton, armé ou non, présentant des dégradations localisées et superficielles.

Les ragréages sont réalisés manuellement, en partie plane ou en angle, pour des opérations pouvant se réaliser hors d'eau ou dans les zones de marnage.

Défauts, dégradations relevant du domaine d'application :

Fissure due à la corrosion



Épaufrures (choc)



Éclat dû à la corrosion



Nid de cailloux



Défauts de bétonnage



La technique de ragréage, telle que décrite dans la présente fiche, n'est pas adaptée lorsque les dégradations sont étendues, généralisées et/ou profondes ou lorsque les armatures apparentes présentent des pertes significatives de section. Dans ce cas, il convient de s'orienter vers des techniques mobilisant des moyens de mise en œuvre spécifiques : coulage ou projection par voie sèche d'un béton ou d'un produit de réparation (voire injection) avec ou sans adjonction d'armatures.

Défauts, dégradations exclus du domaine d'application :

Décollement généralisé de l'enrobage



Perte significative de section d'armature



La technique de ragréage est également utilisée en préalable de la mise en œuvre des techniques de réhabilitations électrochimiques (protections cathodiques par exemple) afin de traiter les zones de béton non cohésives.



Lorsque les dégradations sont dues à la corrosion et que le ragréage ne permet pas d'assurer un enrobage suffisant des armatures (de l'ordre de 5 cm attendus en général), l'opération peut être complétée par l'application généralisée d'une protection de surface. Le ragréage relève des principes 3 et 7 définis dans la série des normes NF EN 1504 et plus particulièrement dans la norme NF EN 1504-9 (voir tableau ci-après) :

Principes de réparation	Méthode de réparation	Commentaires
Principes et méthodes relatifs aux défauts dans le béton		
Principe 3 - Restauration du béton	3.1. Application manuelle de mortier	
Principe et méthodes relatifs à la corrosion de l'armature		
Principe 7 - Préservation ou restauration de la passivité	7.2. Remplacement du béton pollué ou carbonaté	L'expression «béton pollué» signifie béton pollué par chlorures, les sulfates d'origine externe, etc...

Tableau 1 - Principes et méthodes de réparation

Voir Réf [4]

Les travaux de ragréage consistent à purger le béton pollué ou non-adhérent, nettoyer les armatures, avant d'appliquer un produit de réparation.

Ils se décomposent selon les opérations suivantes :

1. Élimination des parties non-adhérentes par piquage manuel.

En cas de dégradations dues à la corrosion des armatures (voir figure ci-après)

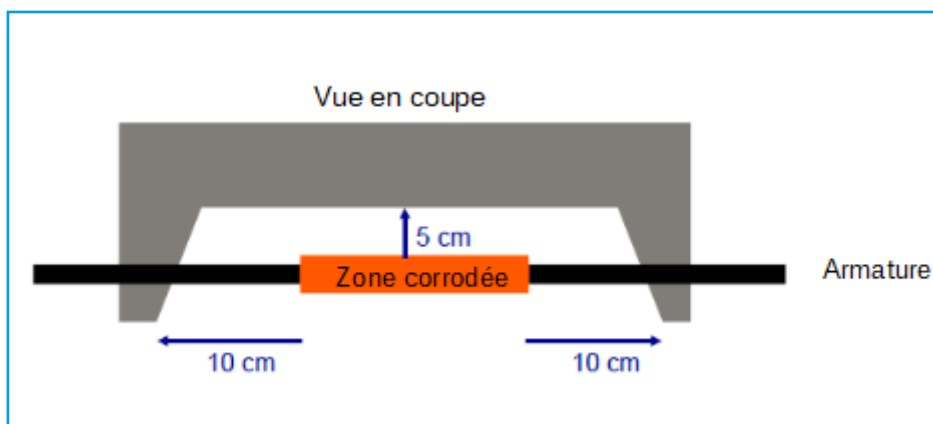
2. Élimination du béton pollué (piquage manuel ou marteau pneumatique léger) :

- Purge du béton en profondeur et au moins 2 cm derrière les armatures (opération de détournage) pour permettre une bonne mise en œuvre du produit et assurer une protection suffisante des armatures,
- Purge du béton le long des armatures jusqu'à obtenir au moins 10 cm d'armature saine et sur une largeur d'au moins 5 cm de part et d'autre de l'armature concernée.

3. Préparation de la surface de reprise pour obtenir un support sain, propre et rugueux afin d'assurer une bonne adhérence du produit. En périphérie de la zone à réparer, les champs devront être les plus droits possible afin de prévenir les risques de décollement du produit de réparation en périphérie.

En cas de dégradations dues à la corrosion des armatures (voir figure ci-après) :

4. Nettoyage des armatures corrodées par brossage, sablage ou nettoyage haute pression,
5. Nettoyage général de la zone à l'eau douce,
6. Application manuelle du produit de réparation (Nota : lorsque l'enrobage est insuffisant, l'application du produit de réparation peut être effectuée en surépaisseur du parement existant).



Ragréer un éclat de béton ne consiste pas uniquement à venir le combler par un matériau de réparation.

Il est souvent nécessaire de purger le béton sur plus ou moins de profondeur, ou de dégager les armatures sur une certaine longueur, pour éviter un phénomène de macro-pile.

**Phénomène de macro-pile :**

Phénomène électrochimique susceptible de se produire à la périphérie d'une réparation et pouvant conduire à un amorçage et une accélération de la corrosion des armatures autour de la zone traitée.

Recherche documentaire

A réaliser par le Maître d'ouvrage gestionnaire

Un examen du dossier d'ouvrage (archives et documents de référence) est à réaliser afin de recueillir les informations suivantes :

- travaux de réparation antérieurs (type de réparation et de produits, parties concernées, enrobages constatés, etc.),
- actions de surveillance effectuées sur l'ouvrage (visites d'évaluation, inspections détaillées, diagnostics, etc.),
- éléments relatifs à la construction de l'ouvrage (plans d'exécutions, notes de calculs notamment) afin de connaître les enrobages théoriques, la nature des armatures, la composition du béton, etc.).

Évaluation visuelle

conduite à l'initiative et sous la direction du maître d'ouvrage gestionnaire par un organisme spécialisé

L'établissement du marché de travaux doit être précédé a minima d'un examen visuel approfondi (de type inspection détaillée selon la définition de [11]). Cet examen visuel est programmé lors de périodes propices à l'observation des désordres (horaires de marée permettant un examen rapproché des parements).

L'évaluation visuelle comprend a minima :

- un relevé exhaustif des désordres et un report sur plans,
- une synthèse des désordres observés comprenant notamment leur caractérisation qualitative (nature précise des désordres : fissuration, lacunes, éclatements de béton, armatures apparentes, etc.) et quantitative (étendue, linéaire, profondeur),
- une analyse et une interprétation des désordres observés : défauts de construction, chocs, vieillissement du matériau (corrosion), abrasion, insuffisance mécanique, etc.
- des suggestions d'actions d'entretien et/ou de réparation et d'éventuelles investigations complémentaires ; en intégrant dans ces propositions les conditions d'accès aux structures.



Selon le contexte, l'évaluation visuelle pourra nécessiter un nettoyage général ou partiel de l'ouvrage afin d'éliminer tout ce qui pourrait masquer des défauts : végétations, algues et mollusques.

L'évaluation visuelle est indispensable. Elle permet :

- d'aboutir à un pré-diagnostic (causes probables et conséquences) ainsi qu'à un programme d'investigations si nécessaire (en cas de doute sur l'origine des désordres par exemple),
- de définir la nature et l'ampleur de l'opération d'entretien à réaliser.



L'évaluation visuelle doit permettre de s'assurer que la structure relève bien de travaux de ragréages : absence de problème structurel, de pathologies spécifiques (réactions de gonflement interne du béton, attaques chimiques), de dégradations avancées (corrosion généralisée et/ou avec perte de section d'armatures par exemple). En cas de doute ou d'insuffisance d'information, un diagnostic complémentaire devra être programmé.

Si les désordres constatés relèvent d'une insuffisance structurelle, une étude spécifique devra être initiée.

Si les désordres sont dus à des phénomènes mécaniques (chocs, abrasion), il pourra être nécessaire de compléter la réparation par la mise en place de protections (protection d'angles par cornière métallique, défenses par exemple).

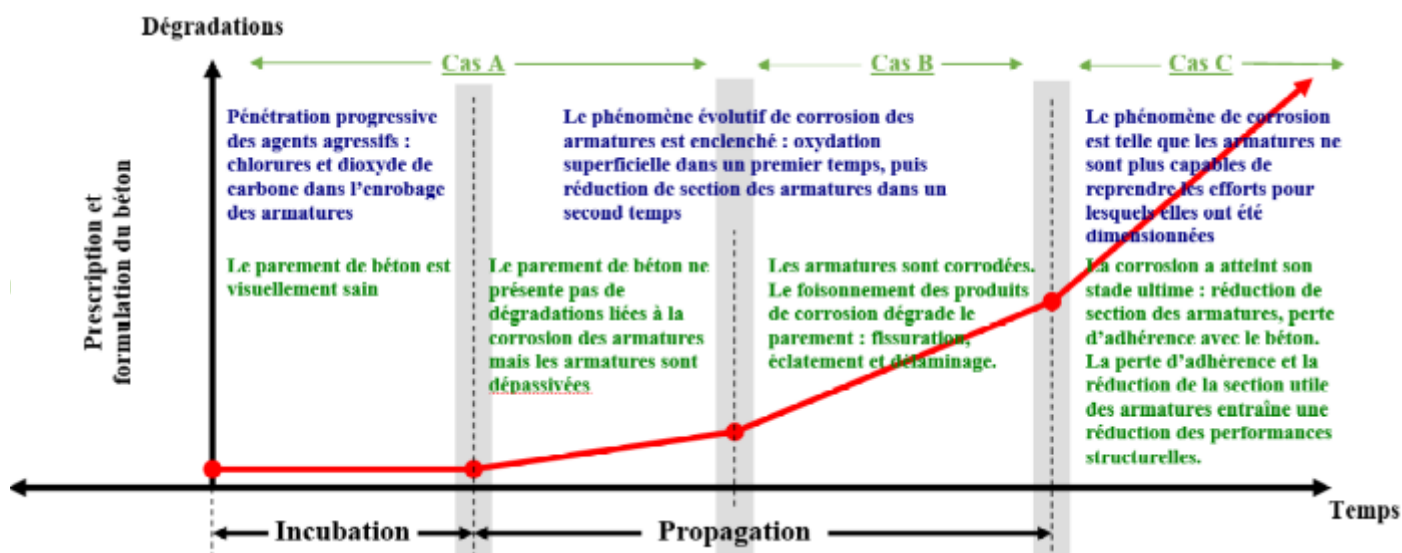
Diagnostic complémentaire

Dans le cas où les désordres observés ont pour origine la corrosion des armatures (fissurations, éclatements du béton dus au foisonnement des armatures corrodées), l'évaluation visuelle doit être complétée par un diagnostic afin de confirmer la pertinence des travaux de ragréage.

Voir Article 2 et 3.1. Réf [2]

conduit à l'initiative et sous la direction du maître d'ouvrage gestionnaire par un organisme spécialisé

Le diagnostic complémentaire permet notamment de définir le stade d'avancement du processus de corrosion. Les travaux de ragréage permettent de traiter certaines situations relevant du cas B défini dans la figure ci-après.



Extrait de l'annexe 2 [1] Guide CETMEF – Altération du béton en site maritime – 2011

Informations à disposer à l'issue du diagnostic

• Enrobages

La connaissance des valeurs d'enrobages des armatures permettra notamment de savoir s'il est nécessaire de prévoir une surépaisseur du ragréage par rapport à ce qui existe ou d'envisager, en complément du ragréage, la mise en œuvre d'une protection de surface.

• Pénétration des chlorures

En milieu marin, le processus de corrosion est généralement dû à la pénétration des chlorures. La profondeur de pénétration des ions chlorures dans le béton doit donc être connue. Cette épaisseur de béton contaminée devra être purgée.

• Profondeurs de carbonatation

Même si en milieu marin, le phénomène de carbonatation du béton est rarement à l'origine de la corrosion des armatures, il est néanmoins recommandé de connaître la profondeur de carbonatation du béton.

• Corrosion des armatures

Dans la mesure du possible, il conviendra de s'assurer de l'absence de perte de section des armatures apparentes.

Dans les premiers stades d'avancement (incubation et initiation), il n'y a pas de manifestations visibles de la corrosion sur le parement. Il est donc recommandé la réalisation de mesures de potentiels d'armatures dans les zones adjacentes afin d'évaluer le risque de corrosion là où le parement est visuellement sain.

• Autres investigations :

Si l'évaluation visuelle a conclu à une suspicion de pathologies particulières (alcali-réaction, réaction sulfatique interne, attaques chimiques, réaction sulfatique externe), le diagnostic devra les confirmer ou non et préciser leur stade d'avancement.

En complément et dans la perspective des travaux, le diagnostic devra permettre de disposer des informations suivantes : résistance à la compression, cohésion de surface du béton.

Chapitre 1 du CCTP : Consistance et description des travaux

Voir PETRA - Réparation Réf [5]

Contexte climatique et environnemental

Voir fascicule 4 du Guide des choix des classes d'exposition [12]

Le CCTP indique les classes d'exposition XC et XS correspondantes à chacune des parties à traiter. Dans la plupart des cas, en milieu marin, on retiendra les classes XC4 et XS3.



Classes d'exposition :

La norme NF EN 206/CN définit différentes classes d'exposition permettant de décrire l'environnement dans lequel se trouve le béton (armé ou non). En fonction des classes d'exposition considérées, des spécifications particulières sont exigées au produit de réparation.

Vis à vis de la corrosion due aux chlorures	
Classe d'exposition	Description
XS1	Exposé à l'air marin mais pas en contact direct avec l'eau de mer. Structure sur ou à proximité d'une cote
XS2	Immergé en permanence. Éléments de structures marines
XS3	Zones de marnage, zones soumises à des projections ou embruns. Éléments de structures marines
Vis à vis de la corrosion due à la carbonatation	
Classe d'exposition	Description
XC1	Sec ou humide en permanence
XC2	Humide, rarement sec
XC3	Humidité modérée
XC4	Alternance d'humidité et de séchage

Description de l'ouvrage

Le détail des structures faisant l'objet des travaux est à décrire :

- Description de la nature de la structure (mur voile en béton armé, dalle en béton armé, mur poids en béton non armé ou faiblement armé, poutres sous dalle en béton armé, etc.)
- Divers : enrobage théorique, plans de ferrailage, nature du béton, etc.
- En cas d'exposition au marnage : cotes marines caractéristiques (PHMA, PMVE, PMME, NM, BMME, BMVE, PBMA)
- Description détaillée de l'état de la structure
- Description des désordres à réparer
- Résultats du diagnostic

Nature des travaux

Le CCTP précise les travaux à prévoir :

- Nature des travaux en rappelant la définition du ragréage
- Surfaces et localisation des zones à traiter en les délimitant si nécessaire par les côtes marines

Enrobages

Pour chaque partie d'ouvrage à traiter, le CCTP précise l'enrobage des armatures nécessaire.

Un enrobage de 5 cm est recommandé. Selon les enrobages en place, cette disposition pourra obliger l'entreprise à réaliser des ragréages en surépaisseur par rapport au parement existant. Dans le cas où les surépaisseurs ne pourraient être réalisées, la mise en œuvre d'une protection de surface généralisée pourra être envisagée (technique non traitée dans cette fiche).

Contraintes particulières imposées au chantier

Le CCTP décrit les parties à traiter en précisant les conditions de marnage le cas échéant et les contraintes d'accès (abaissement de plan d'eau, mise en place de batardeaux, etc.) et les contraintes liées à l'exploitation de l'ouvrage concerné (sécurité, accessibilité au site, etc.).

Chapitre 2 du CCTP : Préparation et organisation du chantier

**L'entreprise a l'obligation de
fournir un Plan Qualité**

Il comporte :

- des dispositions et documents d'organisation générale,
- des dispositions d'exécution,
- des dispositions de suivi d'exécution.

Les dispositions et documents d'organisation générale traitent les points définis ci-après :

- identification des parties concernées : maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprise titulaire, sous-traitants et fournisseurs principaux,
- organigramme et encadrement responsable de l'opération, avec indication de sa qualification et de ses références professionnelles,
- désignation d'un responsable pour chaque tâche de contrôle,
- principes et conditions d'organisation du contrôle avec définition des points d'arrêts et des points critiques.

Les dispositions et documents d'exécution (procédures, modes opératoires, instructions etc ...) comprennent, pour l'essentiel :

- les listes des moyens utilisés (produits, personnel et matériel),
- les épreuves de convenances à réaliser avant travaux,
- le mode de mise en place du ferrailage éventuel, et ses liaisons avec la structure,
- la description des méthodes, modalités, modes opératoires de mise en œuvre des travaux,
- la liste et les modalités des opérations de contrôles et vérifications à effectuer.



Exigences environnementales :

L'entreprise doit fournir un Plan de Respect de l'Environnement (PRE), détaillant notamment les dispositions mises en place pour récupérer et traiter les déchets. Les déchets doivent être récupérés et leur traitement doit être réalisé conformément aux prescriptions du PRE.

Produits pour les ragréages

Les produits utilisés et les contrôles effectués doivent être conformes et répondre aux spécifications de la norme NF P95-101. Le CCTP exigera des produits ou système de produits bénéficiant du droit d'usage de la marque NF « produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique » (règlement NF 030) et marqués CE (voir réf [7]).



L'utilisation d'un mortier fabriqué sur le chantier est à proscrire, car les phénomènes de retraits doivent être compensés pour garantir une adhérence satisfaisante. **Seuls les produits prêts à l'emploi peuvent avoir ces performances.**

Bien que la réparation ne soit pas structurante, la classe performantielle des produits utilisés sera au minimum R3 ou R4 en fonction de la classe d'exposition de la partie d'ouvrage concernée.



Catégorie «Ri» des produits de réparation :

L'annexe A de [6] impose :				
Classe d'exposition	Classe minimale du produit (NF EN 1504-3)		Exigences complémentaires	
XS1	R 3 avec $R_c > 37\text{MPa}$ ou R4		Tenue à l'eau de mer selon NF P18-837 (gonflement < 600 microns/m) (a)	
XS2				
XS3	R 4			
(a) Les mortiers à base de ciment PM sont réputés résistants à l'eau de mer				
Exigences de performances mécaniques (extrait du tableau 3 de la NF ZN 1504-3[7]) :				
	Exigences			
	Structurale		Non structurale	
	Classe R4	Classe R3	Classe R2	Classe R1
Résistance en compression	> 45 MPa	> 25 MPa	> 15 MPa	> 10 MPa
Adhérence	> 2,0 MPa	> 1,5 MPa	> 0,8 MPa	
Pour les autres caractéristiques de performances de durabilité, voir tableau 3 de la NF EN 1504-3[7]				

Les produits proposés par l'entreprise devront disposer d'informations relatives à leur résistance à la pénétration aux chlorures (mesurée suivant la norme NF EN 13396) et à leur absorption capillaire.

Dans le cas de travaux en zone de marnage, le CCTP exigera un produit ayant un temps de prise compatible avec les conditions de réalisation.

Les produits PCC sont à privilégier pour les raisons suivantes :

- ils sont à base de liants hydrauliques, donc proche de la composition du béton support,
- ils apportent un effet passivant aux armatures (il n'y a donc pas lieu d'appliquer au préalable sur les armatures un produit passivant),
- ils sont bien adaptés aux ouvrages maritimes du fait de leur application possible sur support humide.



Les différents types de produits de réparation :

Les produits de réparation de type CC :

Mortier hydraulique à base de liant hydraulique, granulats et éventuellement adjuvants, et/ou ajouts (fibres par exemple)

Les produits et systèmes à base de résines synthétiques, désignés par PC :

Mélange de liant polymère et de granulats calibrés dont la prise se fait par réaction de polymérisation.

Les produits à base de liants hydrauliques, désignés par PCC :

Mortier hydraulique à base de liant hydraulique modifié par ajout de polymères, granulats, et éventuellement d'adjuvant et/ou ajouts.

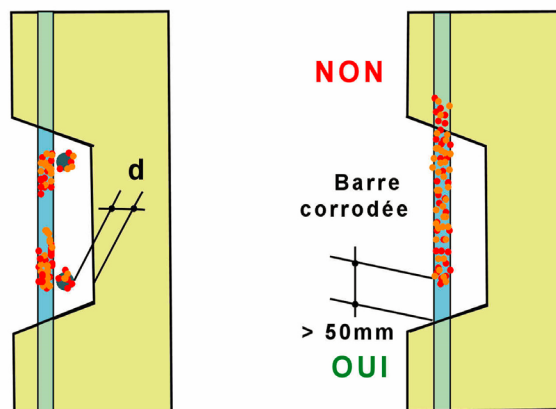
Anciennement appelés LHM (Liants Hydrauliques Modifiés), c'est la catégorie de produit à privilégier, car ils sont le plus proche du béton d'origine.

Chapitre 4 du CCTP : Mode d'exécution des travaux

Préparation du support

Le CCTP exigera que la préparation des zones à traiter soit réalisée conformément à l'art 6.2.2 de la Norme NF P95-101, notamment :

- purge du béton effectuée au-delà des zones où les armatures sont corrodées,
- réalisation de surfaces de reprises franches et cohésives,
- détournage « d » des armatures : $d = \max(20 \text{ mm}, D)$ avec $D = D_{\text{max}}$ du produit de réparation + 5 mm



Il est impératif de respecter les dispositions des Fiches Techniques Produits (FTP) :

- stockages,
- mode de préparation,
- matériel et méthodes d'application,
- épaisseurs des couches,
- temps de séchage entre couches,
- Temps d'Utilisation du Produit (TUP).



L'application d'un produit passivant sur l'armature n'est pas nécessaire : l'application d'un produit de réparation à base de liant hydraulique (PCC) va naturellement passiver les armatures.

L'emploi d'un produit passivant peut même être préjudiciable à l'adhérence entre le produit d'apport et le béton support.

Garanties

Les exigences en termes de garanties sont à indiquer dans le CCAP (Cahier des Clauses Administratives Particulières).

Il est rappelé que conformément à l'article 2.4 du CCAG Travaux, l'entreprise titulaire demeure responsable, en cas de sous-traitance, du respect de toutes les obligations résultant du marché envers le maître de l'ouvrage.

Elle est tenue de fournir la preuve que les obligations contractuelles sont répercutées dans son contrat de sous-traitance.

Le contrat peut, en outre, inclure une garantie particulière sur la tenue de la réparation, par exemple l'absence de décollement et de fissuration anormales, etc.

5 CONTRÔLES DES TRAVAUX

5

Généralités

Le marché précise les dispositions particulières propres au chantier, qui viennent en complément des exigences de l'art. 7 de la norme NF P95-101 pour les essais et contrôles à réaliser lors des phases suivantes :

- réception des produits et matériaux,
- convenances,
- contrôles d'exécution des travaux,
- réception des travaux.

Le Plan Qualité de l'entreprise (PAQ) établira précisément, pour chaque phase, ce qui relève des contrôles internes, externes et extérieurs ; les essais et contrôles à réaliser ; ainsi que la liste des points critiques et d'arrêt.

Les points d'arrêt ne peuvent être levés que par le maître d'œuvre ou son représentant. Ils sont fixés dans le CCTP :

- Validation du PAQ, du PRE et des procédures d'exécution => Autorisation de procéder à l'épreuve de convenance.
- Validation de l'épreuve de convenance (vérification de l'adéquation des moyens mis en œuvre par l'entreprise pour exécuter l'ensemble de l'opération : qualification, produits, matériels, techniques, qualité de parement)
- Validation des zones à traiter => Autorisation de procéder aux purges.
- Validation des purges et des préparations de surfaces => Autorisation de réaliser les ragréages.
- Réception des travaux

Épreuves de convenances

Le marché fixe le contenu des épreuves de convenances à réaliser afin de vérifier :

- le choix des produits,
- la préparation du support,
- la mise en œuvre,
- la qualification du personnel.

Ces épreuves permettent de valider la procédure d'exécution. En général, elles relèvent du contrôle interne quand il n'y a pas d'essais et du contrôle externe dans le cas contraire.

Lors de ces épreuves, il sera vérifié :

- l'approvisionnement et le stockage des produits,
- le matériel ,
- la qualification du personnel,
- le respect des dosages et du malaxage du produit,
- l'application du produit : préparation et humidification du support, détournage et la préparation des armatures, épaisseurs et nombre de couches, respect du temps d'utilisation du produit (TUP), enrobages et durée de la cure,
- les caractéristiques physiques et mécaniques (résistance à la compression),
- l'adhérence par contrôle sonore,
- l'adhérence par essais de traction directe suivant les principes (voir art 7.2.3.2 de la norme NF P95-101). Ces essais d'adhérence sont à réserver aux chantiers où les zones de ragréage sont très nombreuses et effectués sur une épaisseur importante.

La validation des épreuves de convenance par le maître d'œuvre constitue un point d'arrêt de l'exécution. Après validation, les zones traitées lors de l'épreuve de convenance sont conservées et servent de zones de références pour le suivi du chantier.

Réception des produits

Elle relève du contrôle interne. Son but est de vérifier que :

- les produits livrés sont conformes au produit agréé par le maître d'œuvre (conformité par rapport à la norme NF EN 1504-3 et marquage NF 030),
- les conditions de stockage sont respectées par rapport aux FTP.

Contrôle d'exécution

Ils comprennent à la fois :

- les contrôles intérieurs (internes et externes) à la charge de l'entreprise,
- les contrôles extérieurs que le maître d'œuvre exécute ou fait exécuter, pour le compte du maître d'ouvrage.

Le plan de contrôle contractuel en fixe la teneur et les fréquences de contrôles.

Ils portent sur les points suivants :

- acceptation des supports préparés avant application du produit de ragréage,
- préparation des armatures existantes,
- mise en œuvre des produits.

Lexique

Contrôle extérieur : Ensemble des opérations de surveillance, de vérification et d'essais, que le maître d'œuvre exécute ou fait exécuter par un organisme indépendant du titulaire, pour le compte du maître d'ouvrage.

Contrôle intérieur : Contrôle exercé par le titulaire ou pour son compte, sur ses propres actions, ou celles de ses sous-traitants.

Il peut prendre l'une ou l'autre, ou les deux modalités suivantes, selon le contexte de l'opération :

- **contrôle interne** : Ensemble des opérations de surveillance, de vérification et d'essais exercés sous l'autorité du (ou des) responsable(s) de la fabrication ou de l'exécution, dans les conditions définies par le Plan Qualité
- **contrôle externe** : Ensemble des opérations de surveillance, de vérification et d'essais exercés sous l'autorité ou à la demande d'un responsable indépendant de la chaîne de production ou du chantier d'exécution, mandaté par le titulaire.

Côtes marines pour :

PHMA : Plus Haute Mer Astronomique,

PMVE : Pleines Mers de Vives-Eaux,

PMME : Pleines Mers de Mortes-Eaux,

NM : Niveau Moyen

BMME : Basses Mers de Mortes-Eaux

BMVE : Basses Mers de Vives-Eaux

PBMA : Plus Basse Mer Astronomique

FTP : Fiches techniques produits

DCE : Dossier de Consultation des Entreprises

PAQ : Plan qualité de l'entreprise

Point d'arrêt

Un point d'arrêt marque la fin d'une ou de plusieurs phases de l'opération. Pour sa levée, c'est-à-dire pour autoriser la conduite des phases suivantes, un point d'arrêt donne lieu :

- à la production de documents remis au maître d'œuvre et prouvant qu'un certain nombre de vérifications et de contrôles ont été effectués lors de la ou des phases en question,
- à un accord préalable et explicite du maître d'œuvre. Pour émettre cet accord, le maître d'œuvre dispose d'un délai de réponse.

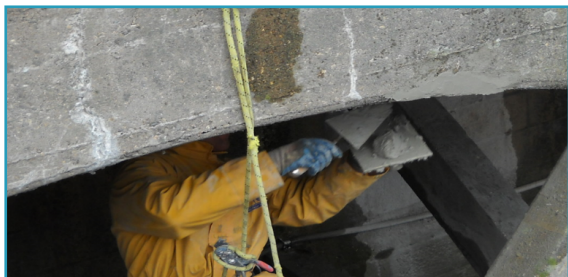
Point critique

Un point critique est une phase importante de l'opération qui est signalée au maître d'œuvre afin qu'il puisse intervenir. Il donne lieu :

- à la mise à disposition du maître d'œuvre, sur les lieux des travaux, de documents de suivi d'exécution de cette phase,
- à un délai de préavis à respecter pour l'entreprise pour prévenir le maître d'œuvre et lui permettre d'intervenir (lui-même ou son contrôle extérieur)

PRE : Plan de Respect de l'Environnement

TUP : Durée pendant laquelle le produit est applicable conformément aux prescriptions du fabricant, dans les conditions du chantier



Contacts Cerema Ouest

Département Laboratoire de Saint-Brieuc

- Michel Menguy - Groupe Ouvrages d'Art et Maritimes - michel.menguy@cerema.fr
- Benoit Thauvin - Groupe Ouvrages d'Art et Maritimes - benoit.thauvin@cerema.fr



MAN - 9 rue René Viviani
BP 46223 - 44262 Nantes cedex 2
Tél. : +33 (0)2 40 12 83 01