

4
VERSION 2

BÉTON ET MAÇONNERIE

Protection des bétons

Une édition du syndicat
national des entrepreneurs
spécialistes de travaux
de réparation et renforcement
de structures (STRRES)

Juillet 2017

Le présent guide s'adresse aux entrepreneurs qui ont à réaliser la mise en œuvre **d'un produit ou d'un système de protection de surface pour béton répondant à certaines fonctions.**

Le terme de **système de revêtement**, plus général, est également utilisé mais surtout dans le domaine du bâtiment.

Le support en béton pouvant être neuf ou ancien, revêtu ou non.

Le présent document concerne aussi les deux autres acteurs de l'opération que sont le prescripteur et le contrôleur (le maître d'œuvre ou son représentant).

■ **Les produits et systèmes de protection de surface pour béton** visés par le présent guide dans **le domaine des ouvrages d'art et du génie civil** ont pour **fonction principale de base** la protection du subjectile (le béton) contre des agents agressifs liquides ou gazeux tels que l'eau, le dioxyde de carbone. Ils peuvent avoir **pour fonctions principales optionnelles** la protection contre la pénétration des chlorures, contre l'écaillage de surface du béton dû au gel/dégel... Ils peuvent enfin, si nécessaire, satisfaire à **d'autres fonctions optionnelles complémentaires** telles que la décoration, la bonne tenue au lessivage, la résistance à de fortes agressions physiques ou chimiques... **Ils n'ont pas pour fonction principale l'étanchéité.**

■ **Les produits et systèmes de protection de surface pour béton** visés par le présent guide dans **le domaine du bâtiment assurent diverses fonctions** : l'esthétique, l'imperméabilité et aussi, si besoin est, la protection contre certaines agressions liées à l'environnement ou à l'utilisation de l'ouvrage (actions physiques ou chimiques...).

La mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection sur **un support fissuré** ou non est traitée dans le présent document qui fait référence en tant que de besoin au **guide FABEM 2** relatif au traitement des fissures par calfeutrement, pontage... et au **guide FABEM 3** relatif au traitement des fissures par injection.

Les inhibiteurs de corrosion sont traités dans **le guide FABEM 1**. Ils l'étaient aussi dans le guide **FABEM 4** de 2008. Pour éviter des redites inutiles, il a été décidé de supprimer toute référence à ce sujet dans le présent guide.

La réparation de diverses étanchéités est traitée en détail dans le guide FAEQ 2 mais uniquement pour les ouvrages suivants :

- les ponts-routes et ponts-rails ;
- les ouvrages souterrains ;
- les bassins étanchés par géomembranes.

Les étanchéités d'autres ouvrages du domaine du bâtiment et leurs réparations sont évoquées dans le guide FAEQ 2 qui renvoie en sus à d'autres documents et ce, pour les ouvrages suivants :

- les cuvelages ;
- les ouvrages ne recouvrant pas des locaux clos (balcons, loggias, tribunes...) ;
- les ouvrages recouvrant des locaux clos (planchers intérieurs, plages de piscines couvertes, locaux techniques...)
- les parcs de stationnement et leurs rampes d'accès ;
- les toitures-terrasses et inclinées...

Avertissement sur la validité des normes : une norme fait appel pour son application à des documents de référence. Si ceux-ci sont :

- datés, seule l'édition citée s'applique ;
- non datés, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

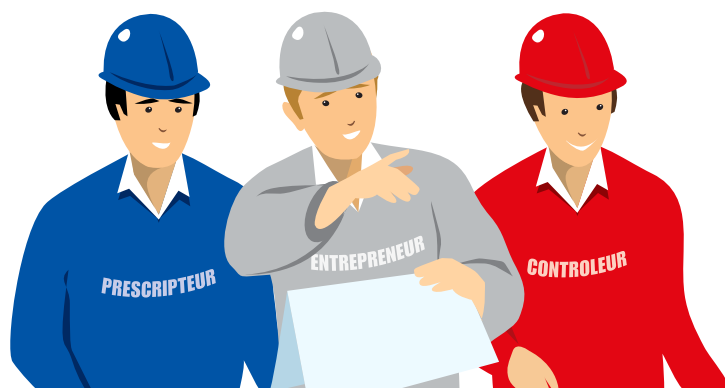


Figure n° 1 : les trois intervenants : le maître d'œuvre (le prescripteur), l'entrepreneur et le contrôleur.

SOMMAIRE

MODE D'EMPLOI DU PRÉSENT GUIDE.	8
INTRODUCTION	13
1. DÉFINITIONS – GÉNÉRALITÉS.	19
1.1 SITUATION DES DIFFÉRENTS DOCUMENTS TECHNIQUES ET ADMINISTRATIFS	20
1.1.1 LA NORMALISATION FRANÇAISE.	20
1.1.2 LA NORMALISATION EUROPÉENNE.	20
1.2 LES DÉFINITIONS.	23
1.2.1 Les principales définitions des textes de base du présent guide.	23
1.2.1.1 Les principales définitions de la norme homologuée NF P95-103	23
1.2.1.2 Les principales définitions de la norme homologuée NF EN 1062-1	24
1.2.1.3 Les principales définitions de la norme homologuée NF EN 1504-1	26
1.2.1.4 Les principales définitions de la norme harmonisée NF EN 1504-2	26
1.2.1.5 Autres définitions.	27
1.2.2 Les épaisseurs sèches totales des principales familles de produits et systèmes.	28
2. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE.	29
3. ÉTUDES PRÉLIMINAIRES.	33
4. PRÉPARATION GÉNÉRALE DE L'OPÉRATION.	37
4.1 GÉNÉRALITÉS.	38
4.2 CHOIX DES PRODUITS ET SYSTÈMES DE PROTECTION.	42
4.2.1 Normes harmonisées – Exigences de performance – Marquage CE – Niveau d'EVCP – Niveau de réaction au feu - Certification volontaire	42
4.2.1.1 Normes harmonisées – Marquage CE.	42

4.2.1.2	Caractéristiques de performance.	44
4.2.1.3	Niveau du système d'EVCP.	44
4.2.1.4	Niveau de réaction au feu.	44
4.2.1.5	Certification volontaire – Marques de qualité.	44
4.2.2	Les produits et systèmes de protection généralisée du béton.	45
4.2.2.1	Généralités sur les familles de produits et systèmes utilisables.	45
4.2.2.2	Familles de produits et systèmes - Domaine des ouvrages d'art et de génie civil, voire du bâtiment.	46
4.2.2.3	Familles de produits et systèmes - Domaine du bâtiment, voire des ouvrages d'art et de génie civil.	46
4.2.3	Critères de choix communs à tous les produits et systèmes de protection.	50
4.2.3.1	Généralités.	50
4.2.3.2	Critères de choix liés aux spécificités du travail à exécuter.	50
4.2.4	Critères de choix spécifiques aux produits et systèmes de protection.	88
4.2.4.1	Généralités - Définitions.	88
4.2.4.2	Critères de choix spécifiques dans le domaine du génie civil.	92
4.2.4.3	Critères de choix spécifiques dans le domaine du bâtiment.	115
4.2.5	Épreuve d'étude.	144
4.2.5.1	Dans le domaine du génie civil.	144
4.2.5.2	Dans le domaine du bâtiment.	145
4.3	CONDITIONNEMENT DES PRODUITS.	146
4.3.1	Les différents produits.	146
4.3.2	Conditionnement des produits prêts à l'emploi.	147
4.3.2.1	Généralités.	147
4.3.2.2	Marquage – Étiquetage.	147
4.3.3	Conditionnement des produits fabriqués en centrale et livrés sur le chantier ...	151
4.3.4	Conditionnement des produits fabriqués sur le chantier.	151
4.4	TRANSPORT ET STOCKAGE DES PRODUITS.	152
4.5	MATÉRIELS À UTILISER.	153
4.5.1	Généralités.	153
4.5.2	Matériels de préparation du support.	153
4.5.3	Matériels de préparation des produits.	153
4.5.3.1	Préparation de produits prêts à l'emploi monocomposant solvantés ou non à base de liants organiques et hydrocarbonés.	153
4.5.3.2	Préparation de produits prêts à l'emploi multicomposant à base de liants organiques ou hydrauliques et organiques.	154
4.5.3.3	Préparation des produits à base de liants hydrauliques.	155

4.5.4 Matériels de mise en œuvre des produits.....	156
4.5.4.1 Matériels de mise en œuvre des produits prêts à l'emploi monocomposant solvantés ou non à base de liants organiques.....	157
4.5.4.2 Matériels de mise en œuvre des produits prêts à l'emploi multicomposant à base de liants organiques ou hydrauliques et organiques.....	159
4.5.4.3 Matériels de mise en œuvre des produits à base de liants hydrauliques. .	160
5. MODES OPÉRATOIRES.....	163
5.1 GÉNÉRALITÉS.....	164
5.2 PRÉPARATION DU SUPPORT.....	165
5.2.1 Généralités – Le relevé des défauts du support.....	165
5.2.2 Qualité du support à obtenir après préparation – Travaux de préparation du support.....	166
5.2.2.1 Généralités.....	166
5.2.2.2 Préparation du support béton des ouvrages de génie civil.....	168
5.2.2.3 Préparation du support béton des ouvrages de bâtiment.....	182
5.3 PRÉPARATION ET RÉALISATION DE L'OPÉRATION.....	203
5.3.1 Généralités – préparation de l'opération.....	203
5.3.2 Préparation des produits.....	204
5.3.2.1 Généralités.....	204
5.3.2.2 Préparation des produits prêts à l'emploi.....	205
5.3.2.3 Préparation des produits fabriqués sur le chantier ou en centrale.....	205
5.3.2.4 Préparation des armatures textiles.....	205
5.3.3 Réalisation de l'opération – Mise en œuvre des différentes protections de surface du béton.....	206
5.3.3.1 Généralités.....	206
5.3.3.2 Domaine du génie civil - Mise en œuvre des produits et système de protection du béton.....	207
5.3.3.3 Domaine du bâtiment – Mise en œuvre des produits et systèmes de protection du béton.....	209
5.3.3.4 Techniques de mise en œuvre des protections de surface du béton les plus courantes.....	219
5.3.3.5 Traitement des points particuliers.....	226
6. ESSAIS ET CONTRÔLES.....	229
6.1 GÉNÉRALITÉS.....	230
6.1.1 Domaine du génie civil.....	230
6.1.2 Domaine du bâtiment.....	231

6.2 CONTRÔLES DE RÉCEPTION DES PRODUITS.	235
6.2.1 Généralités.	235
6.2.2 Domaine du génie civil – Contrôle de réception des produits.	237
6.2.2.1 Contrôle de réception des produits et systèmes prêts à l'emploi	237
6.2.2.2 Contrôle de réception des produits fabriqués sur le chantier.	237
6.2.3 Domaine du bâtiment – contrôle de réception des produits.	237
6.3 ÉPREUVE DE CONVENANCE.	238
6.3.1 Généralités.	238
6.3.1.1 Domaine du génie civil – Épreuve de convenance.	239
6.3.1.2 Domaine du bâtiment – Épreuve de convenance.	239
6.3.2 Épreuve de convenance de préparation du support.	240
6.3.2.1 Domaine du génie civil.	240
6.3.2.2 Domaine du bâtiment.	241
6.3.3 Épreuve de convenance d'une opération de mise en œuvre d'une protection de surface du béton	241
6.4 CONTRÔLES D'EXÉCUTION.	243
6.4.1 Généralités.	243
6.4.1.1 Domaine du génie civil – Contrôles d'exécution de préparation du support.	243
6.4.1.2 Domaine du bâtiment – Contrôles d'exécution de la préparation du support.	247
6.4.2 Contrôles d'exécution de l'opération de mise en œuvre d'une protection de surface de sa préparation à son achèvement	251
6.4.2.1 Contrôles d'exécution de la préparation de l'opération.	251
6.4.2.2 Contrôles d'exécution de la préparation des produits.	252
6.4.2.3 Levée du point d'arrêt avant la réalisation de l'opération.	255
6.4.2.4 Contrôles d'exécution de la mise en œuvre d'une protection de surface.	255
6.4.2.5 Contrôles d'exécution après mise en œuvre d'une protection de surface du béton	266
6.5 RÉCEPTION DES TRAVAUX.	290
6.5.1 Généralités.	290
6.5.2 Responsabilités et garanties.	290
6.5.2.1 Domaine du génie civil.	290
6.5.2.2 Domaine du bâtiment.	296

7. HYGIÈNE ET SÉCURITÉ.....	297
8. GESTION DES DÉCHETS DU CHANTIER.....	301
8.1 RAPPEL DES OBLIGATIONS.....	302
8.2 CAS D'UN CHANTIER DE MISE EN ŒUVRE D'UN SYSTÈME DE PROTECTION DE SURFACE POUR BÉTON.....	304
9. FICHE SYNTHÉTIQUE DU PAQ.....	305

ANNEXE : DOCUMENTS DE REFERENCE

1. LES NORMES

1.1 REGLEMENTATION EUROPEENNE RELATIVE AUX PRODUITS
DE CONSTRUCTIONS

1.2 L'ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION

1.3 LES MARQUES NF

2. DIFFÉRENTS DOCUMENTS VISÉS PAR LE GUIDE

2.1 INCIDENCES DE LA NORMALISATION EUROPÉENNE

2.2 NORMES FRANÇAISES

3. FASCICULES DU CCGT

4. GUIDES, REGLES PROFESSIONNELLES ET DOCUMENTS TECHNIQUES

5. DOCUMENTS DIVERS

AVERTISSEMENT

Le présent document a été rédigé dans l'optique d'une opération de **mise en œuvre de protections de surface pour béton dans le cadre d'une opération lourde et complexe**. Il peut être adapté à l'importance du chantier mais sans oublier les conséquences qui résulteraient d'une mauvaise exécution de la protection. Il est indispensable que soient respectées les exigences des normes et autres documents visés en référence et en annexe au présent **guide** (sous réserve qu'ils soient applicables à l'opération) ainsi que la démarche qualité développée dans le présent texte.

MODE D'EMPLOI DU PRÉSENT GUIDE

Nota : pour faciliter l'utilisation du présent guide, les clauses concernant le domaine du bâtiment et celles concernant le domaine du génie civil ont été séparées quand cela s'est avéré nécessaire (par exemple, en cas de divergences entre les textes de référence).

1. **Premier cas : le système de protection du béton** à mettre en œuvre seul ou associé à une méthode de réparation ou de renforcement a été fixé à la suite d'une étude (recherche des causes des désordres et mise au point d'un projet de réparation). Il reste à choisir les produits ou systèmes et le matériel de mise en œuvre, à appliquer les produits ou systèmes et à contrôler l'ensemble de l'opération. Il suffit donc de suivre les indications à toutes les étapes de l'opération qui figurent dans les parties suivantes du présent guide :

> **Article 4 préparation générale de l'opération ;**

- 4.2 choix des produits,
- 4.4 transport et stockage des produits,
- 4.5 matériels à utiliser ;

> **Article 5 modes opératoires :**

- 5.1 préparation du support,
- 5.2 préparation et réalisation de l'opération ;

> **Article 6 essais et contrôles :**

- 6.2 contrôles de réception des produits,
- 6.3 épreuves de convenance,
- 6.4 contrôles d'exécution,
- 6.5 réception des travaux

2. **Deuxième cas** : la structure présente des désordres dont les causes restent incertaines et, bien entendu, la technique de réparation et/ou renforcement à mettre en œuvre n'a pas été fixée. Dans un tel cas, avant de commencer les travaux, il est indispensable de lancer une **opération d'expertise et de diagnostic** puis un projet de réparation en s'appuyant sur le **guide FABEM 1** qui décrit dans les parties suivantes et pour les structures en béton armé et précontraint :

a) la méthodologie à suivre lors de la réalisation d'une expertise dans le but d'aboutir à un diagnostic et un pronostic,

b) la consistance d'un projet de réparation ou de renforcement,

c) les différents désordres et leurs causes,

d) les différentes techniques de réparation ou de renforcement à mettre en œuvre en fonction des désordres constatés et de leurs causes (cette partie du guide renvoie au guide du STRRES appartenant à la collection qui traite de la technique à mettre en œuvre).

MODIFICATIONS APPORTÉES AU GUIDE FABEM 4 DE 2008

ATTENTION, le présent guide a été élaboré en se basant sur les textes existants mais aussi sur six normes européennes, une norme française et un fascicule du CCTG révisés ou en cours de révision. Le présent guide indique les modifications qu'apportent ou pourraient apporter ces nouveaux textes et leurs éventuelles incidences sur d'autres textes existants. Les sept textes en cause sont les suivants :

- 1. norme en révision NF EN1504-2** : Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 2 : Systèmes de protection de surface pour le béton ;
- 2. norme en révision NF EN1504-3** : Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 3 : Réparation structurale et non structurale ;
- 3. norme en révision NF EN 1504-9** : Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 9 : Principes généraux d'utilisation des produits et systèmes ;
- 4. norme révisée NF EN 1504-8** : Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et EVCP - Partie 8 : maîtrise de la qualité et évaluation et vérification de la constance des performances (EVCP) ;
- 5. norme en révision NF EN1504-10** : Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 10 : Application sur site des produits et systèmes et contrôle de la qualité des travaux ;
- 6. norme révisée NF P95-101** : Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie – Reprise du béton dégradé superficiellement – Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés ;
- 7. fascicule révisé 65 du CCTG** : Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint par post-tension.

Note : La norme NF P95-101 révisée devrait paraître en 2017. La norme NF EN 1504-8 est parue en juin 2016. Le fascicule 65 est terminé mais n'a pas encore été publié.

> La version précédente du guide FABEM 4, datée de 2008, s'appuyait sur :

- 1. la norme NF EN 1504-2** de 2004 transposée en 2005 (Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 2 : Systèmes de protection de surface pour le béton) ;
- 2. la norme NF EN 1504-8** de mars 2005 (Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 8 : Maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité) ;
- 3. la norme XP ENV 1504-9** de 1997 (Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 9 : Principes généraux d'utilisation des produits et systèmes) ;
- 4. la norme NF EN 1504-10** de 2004 (Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 10 : Application sur site des produits et systèmes et contrôle de la qualité des travaux) ;

5. la norme **NF EN 1062-1** d'octobre 2004 (Produits et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs – Partie 1 : classification) et la norme expérimentale **XP T 34-722** (Peintures et vernis – Produits de peinture et systèmes de revêtement pour la maçonnerie et le béton extérieurs - Adaptation des revêtements de façade à la nouvelle classification européenne) ;
6. la norme **NF P95-103** de juin 1993 (Ouvrages d'art - Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie - Traitement des fissures et protection du béton - Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés) ;
7. le fascicule **65A du CCTG** et sur son additif de mai 2000 qui traitaient des parements et des surfaces coffrées (supports des revêtements) ainsi que des travaux peintures pour béton (systèmes pouvant améliorer la protection du béton¹, la sécurité, le nettoyage et l'esthétique) ;
8. le guide **GA P18-902** du 1er mai 2004 (Recommandations pour la sélection des systèmes de protection de surface des bétons destinés aux ouvrages de génie civil). Ce guide, devenu obsolète, visait explicitement la norme européenne **NF EN 1504-2** ;
9. les règles professionnelles **SEL** relatives aux systèmes d'étanchéité liquide de 1999 ;
10. les DTU suivants :
 - DTU 14.1 - NF P 11-221-1** : Travaux de bâtiment – Travaux de cuvelage,
 - DTU 26.1 - NF P 15-201-1** : Travaux de bâtiment – Enduits aux mortiers de ciments, de chaux et de mélange plâtre et chaux aérienne,
 - DTU 42.1 - NF P 84-404-1** : Norme d'exécution des travaux – Réfection des façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères,
 - DTU 59.1 - NF P 74-201-1** : Peinture – travaux de peinture des bâtiments,
 - DTU 59.2 - NF P 74-202-1** : Travaux de bâtiment – Revêtements plastiques épais sur béton et enduits à base de liants hydrauliques,
 - DTU 59.3 - NF P 74-203-1** : Travaux de bâtiment – Peinture de sols.

Depuis :

1. le fascicule **65 A du CCTG** a été révisé en 2008 pour devenir le fascicule **65** lequel, pour intégrer la norme **NF EN 13670/CN** (Exécution des structures en béton) a de nouveau été révisé mais pas publié ;
2. la norme **NF EN 1504-8** a été révisée avec une parution en juin 2016 ;
3. la norme expérimentale **XP ENV 1504-9** a été transformée en norme homologuée en novembre 2008 ;
4. le guide **GA P18-902** a été révisé en septembre 2014, la norme **NF P95-103** en juin 2014 et la révision de la norme **NF P95-101** est terminée ;
5. le **DTU 59.2** a été annulé et d'autres DTU ont été révisés et transposés en **NF DTU (NF DTU 26.1, NF DTU 42.1 et NF DTU 59.1)** ;
6. de nouvelles règles professionnelles **SEL** sont parues en 2010, 2012 et 2013...

Toutes ces modifications ont rendu obligatoire la révision du GUIDE FABEM 4. Il a été décidé d'exclure de la partie bâtiment tous les textes traitant de l'étanchéité (Rappel : pour le domaine des ouvrages d'art et du génie civil le sujet est traité dans le guide FAEQ 2).

¹/Aucune exigence n'étant fixée contrairement aux dispositions du **GA P18-902**.

En effet, il n'était pas possible de se limiter à l'intégration, dans ce nouveau texte, des seules **nouvelles règles professionnelles SEL** car, pour assurer la même **fonction**, d'autres **types d'étanchéité** comme ceux à base de liants hydrocarbonés peuvent être employés. Il aurait donc été nécessaire d'introduire les **normes DTU et NF DTU** relatifs à la réalisation des étanchéités mais aussi les trois règlements d'agrément technique européen sur le sujet.

De plus, pour les ouvrages neufs comme pour ceux existants, la mise en œuvre d'un système d'étanchéité impose une préparation du support. Il aurait donc été nécessaire des traiter des différents supports que l'on peut trouver dans le domaine du bâtiment.

Au total, il aurait fallu intégrer au guide FABEM 4 l'ensemble des textes suivants :

- les trois **ETAG (005, 022 et 033)** traitant des étanchéités (SEL, feuilles...) ;
- les **DTU** et les **NF DTU** traitant du même sujet (**DTU 43.1, DTU 43.5, NF DTU 43.6, NF DTU 43.11**) ;
- les **DTU** ou **NF DTU** traitant des supports (**DTU 13.3, DTU 20.12, DTU 52.1, DTU 52.2 et NF DTU 20.1**) ;

Note : le projet de révision de la norme NF EN 1504-2 a été mis à l'enquête en 2015. Ce nouveau texte, qui ne devrait pas voir le jour avant fin 2017, conduira à modifier le guide GA P18-902 et la norme NF P95-103. Les révisions des trois autres normes susvisées de la série 1504 sont très loin d'être achevées.

Note : le nouveau fascicule 65 du CCTG (le texte est disponible sur le SITE du CEREMA de Sourdon) doit paraître par voie d'arrêté. Le guide FABEM 4 tient compte du nouveau chapitre 11 de ce fascicule relatif à la mise en peinture des bétons.

Le présent **guide FABEM 4** fait aussi référence aux exigences en matière de **management de la qualité et de l'environnement** contenues dans la nouvelle norme **NF P95-103**, qui vise les principes du recueil de clauses communes du **Référentiel Génie Civil 2010**, lesquels seront repris dans les versions révisées des divers **fascicules du CCTG dont le fascicule 65**.

Pour les produits de construction, le marquage CE se faisait jusqu'au 1er juillet 2013 dans le cadre de la **Directive Produits de Construction (DPC)** du 21 décembre 1988 ; depuis, elle se fait dans le cadre du **Règlement Produits de Construction (RPC)**.

Les produits bénéficiant du **marquage CE** dans le cadre de la **DPC** conservent actuellement leur marquage dans le cadre du **RPC**.

Il est rappelé que le **marquage CE** des produits et systèmes conformes à cette norme est obligatoire en France depuis l'**arrêté du 3 juillet 2006** dans le cadre du **décret n°92-647 du 8 juillet 1992**.

Des explications complémentaires sur le marquage CE et l'étiquetage dans le cadre du RPC figurent à l'article 4.3.2.2 ci-après.

Les articles nouveaux et ceux ayant subi les plus grandes modifications sont listés dans le tableau ci-après :

N° des articles	Titre	Modifications et compléments
Sans objet	Mode d'emploi du présent guide	Article nouveau que l'on trouve dans les guides FABEM les plus récents.
Sans objet	Introduction	Article fortement modifié qui comporte : - une présentation des normes de la série NF EN 1504-** applicables, - l'introduction de deux notions : le principe (dans le sens de fonction) et les méthodes de réparation associées. Ces notions apparaissent dans les normes NF EN 1504-9 et NF EN 1504-10 .
1	Définitions	Article légèrement modifié avec l'introduction de définitions nouvelles.
3	Étude préliminaire	Article nouveau, qui rappelle la nécessité impérative de rechercher les causes des désordres avant de procéder aux opérations de protection et de réparation et qui donne la démarche à suivre conformément à la norme NF EN 1504-9 .
4	Préparation de l'opération, choix des produits et du matériel	Dans le domaine du génie civil, le texte a été modifié et complété pour prendre en compte la norme NF P95-103 révisée. Dans le domaine du bâtiment, de nombreux DTU ont été révisés, de nouvelles normes ont vu le jour. Enfin le Règlement Produits de Construction a remplacé le Directive Produits de Construction .
5	Mode opératoire	Le mode opératoire comporte maintenant deux parties, une sur le génie civil et une autre sur le bâtiment. Ces deux parties sont nettement plus développées et précises que l'ancienne.
6	Essais et contrôles	Ici encore, ont été séparés les deux domaines et les contrôles sont beaucoup plus développés et mieux ciblés sur le type de produit ou système à mettre en œuvre.
ANNEXE	Documents de référence	Mise à jour complète pour supprimer les normes, normes-DTU... obsolètes, introduire les nouveaux textes à caractère normatif. De plus, la mise à jour porte sur toutes les dates de valeur des normes listées.

Tableau n° 1 : principales modifications apportées au GUIDE FABEM 4 de 2008

En principe, lorsqu'un **texte important** (norme produit, fascicule du CCTG, DTU, guide technique, règles ou recommandations professionnelles, revue...) est cité pour la première fois dans le présent guide, il apparaît avec son **titre en toutes lettres** et sa **date de valeur**. Pour les autres textes comme les très nombreuses normes d'essais, pour ne pas alourdir le document, leur titre et leur date de valeur sont reportés dans **l'annexe** du présent guide.

INTRODUCTION

Le présent guide vise à la fois le domaine des ouvrages d'art et de génie civil et celui du bâtiment.

AVERTISSEMENT : Pour certains éléments de structures, pour certaines utilisations particulières et pour satisfaire à certaines fonctions, certains produits et systèmes utilisés dans le **domaine du génie civil** peuvent être utilisés dans le **domaine du bâtiment** et vice-versa.

Dans le domaine des ouvrages d'art et de génie civil, la réalisation d'une protection de surface pour béton relève de la norme **NF P95-1032**². Cette norme s'applique à tous les ouvrages et structures en béton non armé, armé ou précontraint, neufs ou anciens, qui nécessitent une protection de leur béton aux exceptions près visées ci-dessous. Cette protection peut être mise en œuvre à titre préventif sur un support (ou subjectile) en béton pas ou peu fissuré, voire pouvant se fissurer ou ayant fait l'objet d'une réparation.

Cette protection concerne aussi le traitement du **faiencage** qui peut être local ou général.

Note : la norme européenne NF EN 1504-2 ne vise que trois sortes de produits ou systèmes de protection du béton (imprégnations hydrophobes, imprégnations et revêtements). La norme NF P95-103 vise, en plus, d'autres produits ou systèmes comme les enduits épais ou minces à base de ciment hydraulique modifiés ou non, voire des bétons ajoutés...

Il y a aussi lieu de noter que la norme européenne considère que les peintures et les lasures sont à rattacher aux revêtements. La correspondance entre les produits et systèmes disponibles chez les fabricants et ceux visés par la norme européenne figure dans le tableau ci-dessous. Cette notion de revêtement n'a pas été retenue par le fascicule 65 du CCTG dont le chapitre 11 s'intitule « peintures ».

Ancienne Terminologie	Terminologie de la norme européenne NF EN 1504-2	
Imprégnations	Selon qu'elles sont ou non hydrophobes, elles sont rattachées dans la norme européenne :	
	- soit aux imprégnations hydrophobes	§ 3.1 de la norme
	- soit aux imprégnations	§ 3.2 de la norme
Lasures	Les lasures d'épaisseur $\geq 100 \mu\text{m}$ sont rattachées aux revêtements	§ 3.3 de la norme
Peintures et revêtements	Sont tous les deux attachés aux revêtements	§ 3.3 de la norme

Tableau n° 2 : terminologie de la norme NF EN1504-2

Dans le domaine du bâtiment, la réalisation d'un revêtement de surface, qui peut jouer le rôle d'une protection du support ou de la surface, relève normalement des **Documents Techniques Unifiés (DTU) et/ou de règles professionnelles**. Ces différents textes sont visés dans la suite du présent guide. Cependant, pour un marché particulier et si nécessaire, il est possible de faire appel aux dispositions de la norme **NF P95-103**.

*Note : depuis 1993, les DTU sont devenus des normes françaises homologuées désignées par le sigle NF P**.* ** auquel s'ajoute le numéro du DTU**.* ** Actuellement, au fur et à mesure de leur révision, ils sont désignés par le sigle NF DTU auquel s'ajoute son indice de classement P**.* **.*

^{2/ Il est rappelé que cette norme s'applique aussi au traitement des fissures par injection, pontage...}

Les anciens DTU sont identifiés par un numéro de norme. Par exemple : NF P84-208 désigne le DTU 43.5.

Les NF DTU comportent trois parties auxquelles peuvent s'ajouter d'autres parties informatives telles que guides, mémentos, règles de calcul... :

- la partie 1-1 est le cahier des clauses techniques types (CCT),
- la partie 1-2 concerne les critères généraux de choix des matériaux (CGM),
- la partie 2 est le cahier des clauses administratives spéciales types (CCAS).

Dans un but de simplification, dans la suite du guide, chaque DTU associé à une norme de référence est remplacé par le terme : **norme-DTU** afin d'éviter d'avoir à citer à chaque fois le sigle de la norme de référence. **Les NF DTU ne sont pas concernés par cette simplification.**

Les normes-DTU et les NF DTU visés dans le présent **guide** ont généralement un domaine d'emploi englobant à la fois les **ouvrages neufs et existants**. Les réparations doivent donc être effectuées en tenant compte des dispositions de la partie de ces textes traitant des **ouvrages existants** mais la mise en œuvre des produits et systèmes se réfère généralement à la **partie travaux neufs**. C'est la raison pour laquelle le présent guide s'appuie sur les exigences concernant aussi bien les **ouvrages existants** que les **ouvrages neufs**.

Remarque : certains des textes (**normes, normes-DTU, NF DTU et guides**) visés dans le guide utilisent préférentiellement le terme « **subjectile** » à la place du terme « **support** ». Dans la suite du présent guide, les deux termes sont utilisés.

Il est rappelé que les fissures, sous réserve qu'elles n'engagent pas la **résistance structurale**, peuvent relever d'autres techniques comme le calfeutrement, l'injection...qui sont développées dans les guides du **STRRES de la famille FABEM** suivants :

- **guide FABEM 2** : Traitement des fissures par : calfeutrement ou pontage et protection localisée ou création d'un joint de dilatation ;
- **guide FABEM 3** : Traitement des fissures par injection ;

Note : le traitement des fissures de certaines structures peut nécessiter la mise en œuvre de techniques particulières, c'est le cas des ouvrages souterrains, immergés, des réservoirs, etc. Ces techniques font généralement l'objet de référentiels complémentaires.

Dans le cas où la fissuration est causée par une **insuffisance structurale**, la **réparation ou le renforcement** associent alors un **traitement des fissures**, permettant de reconstituer la **continuité de la matière**, à d'autres **méthodes de réparation** comme l'**ajout de matière** (béton ou armatures passives) ou **de forces** (armatures actives, déformations imposées), méthodes qui sont traitées dans **les six guides du STRRES** suivants :

- **guide FABEM 1** : Reprise des bétons dégradés ;
- **guide FABEM 5** : Béton projeté ;
- **guide FABEM 6** : Réparation et renforcement des maçonneries ;
- **guide FABEM 7** : Réparation et renforcement des structures par armatures passives additionnelles ;

- **guide FABEM 8** : Réparation et renforcement des structures par précontrainte additionnelle ;
- **guide FAFO 1** : Réparation et renforcement des fondations.

Il convient de rappeler, qu'après une **réparation structurelle** telle qu'une injection des fissures suivie par l'ajout d'une précontrainte additionnelle, **un revêtement de protection** peut être mis en œuvre, soit pour **améliorer l'aspect visuel** de la structure, soit pour **augmenter la durabilité de la réparation**.

La protection de surface répond **aux principes suivants** listés dans la norme **NF EN 1504-2** (Systèmes de protection de surface pour le béton) et issus de la norme **NF EN 1504-9** qui définit tous les principes et les méthodes de réparation associées :

Principe 1 : protection contre les risques de pénétrations ;

Principe 2 : contrôle de l'humidité (contrôle du taux d'humidité du béton) ;

Principe 5 : résistance physique / amélioration de la surface (amélioration de la résistance de la surface du béton aux actions physiques : chocs, abrasion...) ;

Principe 6 : résistance aux produits chimiques (amélioration de la résistance du béton aux actions des environnements visés par la norme **NF EN 206** de décembre 2014, **NF EN 206/A1** de 2016 et son complément national **NF EN 206/CN** de décembre 2014 [béton partie 1 : spécifications, performances, production et conformité] et/ou à une forte attaque chimique) ;

Principe 8 : augmentation de la résistivité (cette augmentation est obtenue par une limitation de la teneur en eau du béton).

Le guide GA P18-902 a introduit la notion de **fonction** (par exemple, la protection contre le gaz carbonique, qui entraîne la carbonatation du béton, est une **fonction** qui est englobée dans **le principe général P1** : protection contre les risques de pénétration). Cette notion de **fonction** complète celle de **principe**, trop générique. Ce guide a introduit :

- 1. la fonction principale de base** (protection contre les risques de pénétration des agents agressifs) ;
- 2. les fonctions principales optionnelles**, comme la protection vis-à-vis de la pénétration des chlorures, la protection contre l'écaillage dû au gel/dégel, la résistance à la fissuration... ;
- 3. les fonctions optionnelles complémentaires**, comme la résistance au nettoyage à l'eau sous pression... (fonctions non visées par la norme **NF EN 1504-2** et qui doivent être fixées par le marché).

Les fonctions optionnelles complémentaires peuvent être étendues à d'autres exigences ne relevant pas de la norme **NF EN 1504-2** comme l'esthétique (cf. la norme **NF EN 1062-1** pour le domaine du bâtiment), la résistance à de fortes agressions physique ou chimiques...

Note : La norme harmonisée NF EN 1504-2 et la norme homologuée NF EN 1062-1 d'octobre 2004 (produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et bétons extérieurs – Partie 1 : classification) visent, pour la première, les performances auxquelles doivent satisfaire les imprégnations, les revêtements, etc. et, pour la seconde, des classes de performances des différents produits de peinture et systèmes de revêtements. Il s'agit dans les deux normes, par exemple, de la perméabilité à la vapeur d'eau, à l'eau liquide, au CO₂, de la résistance à la fissuration. Ces deux normes ont aussi des méthodes d'essai communes. Cependant, toutes les caractéristiques méthodes d'essai visées ne sont pas communes. De plus, un produit conforme aux exigences de performance de la norme NF EN 1504-2 ne satisfait pas forcément aux classes de performances de l'autre norme (c'est notamment le cas pour la perméabilité à la vapeur d'eau mais pas seulement).

Rappel : La perméabilité à l'eau d'une paroi en béton, d'un revêtement... correspond à la propriété de l'élément, du produit... de laisser passer l'eau. Par application de la loi de **Darcy**, elle se mesure par le coefficient K qui correspond au volume d'eau qui percole pendant l'unité de temps au travers de l'unité de surface, le tout à 20°C.

ATTENTION, la norme NF EN 1062-1 n'est pas une norme harmonisée, elle ne fixe aucun niveau de performance à respecter, ne comporte pas d'annexe ZA et n'est donc pas liée à un marquage CE.

En conclusion, le choix de la technique à mettre en œuvre dépend :

1. du domaine auquel appartient la construction (génie civil ou bâtiment) ;
2. des objectifs recherchés ;
3. des produits et systèmes disponibles ;
4. de l'état des supports ;
5. des conditions de travail possibles ou réalisables ;
6. du délai d'intervention et de remise en service imposé...

LA STRATÉGIE DE GESTION DES OUVRAGES

La norme NF EN 1504-9 identifie **les options et les facteurs** à prendre en compte dans le **choix d'une stratégie de gestion d'une structure donnée**. Cette stratégie doit être basée sur les exigences du **maître d'ouvrage**.

Tous les travaux de protection et de réparation d'une structure doivent être conformes à cette norme c'est-à-dire appropriés :

1. à la cause ou à la combinaison de causes des désordres et à leur étendue ;
2. aux futures conditions de service de la structure.

Cette norme indique dans son annexe A au caractère informatif que, dans les structures en béton bien conçues et construites conformément aux règles en vigueur prenant en compte les conditions d'exposition à l'environnement, les actions physiques et chimiques, voire accidentelles prévisibles..., **l'enrobage des armatures protège celles-ci contre la corrosion**.

Ces notions de durabilité sont traitées également dans le guide de juillet 2004 de l'AFGC (conception des bétons pour une durée de vie donnée des ouvrages dans le cadre d'une approche performantielle et prédictive sur la base d'indicateurs de durabilité), le fascicule 65 du CCTG et les documents de la collection CIMbéton T.48 (la durabilité du béton) de novembre 2004 et T.81 (béton armé d'innox - le choix de la durée) d'avril 2004.

En conséquence, la mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection du béton peut être envisagée comme suit, en conformité avec les exigences du maître d'ouvrage :

1. Pour les ouvrages neufs sans défaut d'exécution :

- **dans le domaine des ouvrages d'art et du génie civil**, seuls, sont normalement à prévoir les **traitements de protection indispensables**, comme, par exemple, les revêtements des tunnels, les revêtements de protection des corniches très exposées (gel et fondants routiers), les chapes d'étanchéité sur les ponts-routes, les chapes de protection des fondations contre les remontées de sels dans les sols de certains pays, etc. ;
- **dans le domaine du bâtiment**, par exemple, la mise en œuvre d'un revêtement plus performant que les revêtements traditionnels utilisés pour les façades.

Note : il faut être conscient que les traitements de protection ont une durée de vie plus courte que celle de la structure et, qu'en conséquence, ils doivent être renouvelés.

2. Pour les ouvrages neufs présentant des défauts d'exécution localisés :

- En cas de défauts d'exécution, des problèmes de **responsabilités** et de **garanties** se posent, ils ne sont pas traités dans le présent guide.
- **Dans le domaine des ouvrages d'art et du génie civil et celui du bâtiment**, par exemple, dans le cas d'un non-respect de l'enrobage des armatures, de traces profondes de ressuage et/ou un bullage excessif. De tels défauts, qui ont des incidences sur la durabilité et l'aspect, peuvent être corrigés par un traitement approprié, tel que la mise en place d'une protection de surface qui peut aussi avoir un rôle esthétique. D'autres solutions sont possibles.

3. Pour les ouvrages existants, deux cas se présentent :

- **Cas des ouvrages réparés** : une protection de surface est mise en œuvre, par exemple, après la réparation d'une construction qui a nécessité la réalisation de nombreux ragréages localisés. Cette protection, sous forme d'un revêtement, donne à l'ensemble de la surface une protection homogène et évite la pénétration des agents agressifs dans les parties non ragréées et aux interfaces entre le béton support et les ragréages, zones où le retrait différentiel engendre souvent une fissuration. Elle permet aussi d'obtenir un aspect visuel satisfaisant des parements ;
- **Cas des ouvrages relevant d'une approche performantielle et prédictive sur la base d'indicateurs de durabilité** : une protection de surface est mise en œuvre dans ce cadre sur un ouvrage dans le béton duquel **la pénétration et le dosage des agents agressifs est contrôlée périodiquement**. Cette protection, au titre d'un **entretien préventif**, est appliquée avant que les agents agressifs n'atteignent les armatures ce qui évite de coûteuses réparations ultérieures (se reporter au **guide FABEM 1** : Reprise des bétons dégradés).

1

Définitions - Généralités

1.1

Situation des différents documents techniques et administratifs disponibles

1.2

Les définitions

1.1.1 LA NORMALISATION FRANÇAISE

Dans le domaine des ouvrages d'art et du génie civil

La normalisation des produits et systèmes de protection des bétons était, jusqu'aux années 90, beaucoup moins avancée que celle concernant les produits de réparation (produits d'injection, de ragréage, de calage et de scellement). Par exemple, la plupart des produits et systèmes de protection visés par **la norme NF P95-103** de 1993 étaient essentiellement des produits utilisés dans le domaine du bâtiment.

Dans les années 90, les travaux effectués sous la direction du **LCPC** (devenu **l'IFSTTAR**) avaient permis de mettre au point **une procédure de qualification des produits et systèmes de protection** dans le cadre du **guide technique de 2002 du LCPC** intitulé : Protection des bétons par application de produits à la surface du parement. Plus récemment, cette procédure a dû être adaptée aux dispositions des nouvelles normes européennes de la **série 1504-**** par l'intermédiaire du **guide d'application de l'AFNOR GA P18-902**. Enfin, la norme **NF P95-103** a été révisée

Dans le domaine du bâtiment

Les fonctions auxquelles doivent satisfaire **les produits et systèmes de protection** étaient identifiées dans les **normes** des produits élaborées dans les années 90. Elles concernent essentiellement la protection contre l'eau de pluie et la décoration. Ces **fonctions** sont également visées par les **normes** de mise en œuvre que sont les **Documents Techniques Unifiés** (les **normes-DTU**) et **certaines Avis Techniques**. La plupart de ces textes s'appliquait aussi bien **aux travaux neufs qu'à ceux de rénovation**. Cependant, **cette classification française** des produits et systèmes de protection a été, en partie, remise en cause par la parution **des nouvelles normes européennes** et, en particulier la norme **NF EN 1062-1**.

1.1.2 LA NORMALISATION EUROPÉENNE

Les produits de construction **marqués CE** peuvent librement circuler dans l'espace économique européen.

Dans le cadre du **RPC**, lorsqu'un **produit de construction** est couvert par une **norme harmonisée** ou est conforme à une **Évaluation Technique Européenne (ÉTE)**, le fabricant établit une **Déclaration des Performances (DdP** sigle anglais **DoP**) pour ce produit lors de sa mise sur le **marché** (article 4). Cela indique que le produit satisfait aux **7 exigences fondamentales du RPC**. Cependant il existe trois cas de dérogation permettant au fabricant de ne pas établir la **DdP** (se reporter à l'article 5 du **RPC**).

Note : le marquage CE d'un produit peut aussi avoir été obtenu dans le cadre de la DPC, qui imposait le respect de 6 exigences essentielles, soit par l'intermédiaire d'une norme harmonisée, soit par celui d'un Agrément Technique Européen (ATE). Ce marquage reste acquis pour le moment.

Au début des années 2000, le rythme de parution des **normes européennes** s'est accru et leur substitution aux **normes nationales** a eu lieu ; c'est le cas pour les **normes homologuées** européennes des séries suivantes :

- **Série NF EN 1062-*** et, en particulier, la norme homologuée **NF EN 1062-1** de 2004 ;
- **Série NF EN 1504-***** : cette série de normes est relative à la protection et à la réparation de structures en béton. Les normes de cette série relatives aux produits et systèmes sont harmonisées.

Remarques importantes :

- Toutes les **normes** de ces séries sont des « **normes françaises homologuées** », la transposition étant obligatoire. Celles qui concernent les **exigences de performance** relatives à un produit ou un système font l'objet d'un **mandat de la Commission Européenne** et sont qualifiées d'**harmonisées**. Dans chaque norme le paragraphe « **analyse** » permet de connaître le n° du mandat.
- Conformément à la **DPC, une norme harmonisée**, dans son **annexe ZA** informative, définit l'étiquetage et le **marquage CE**. Ce n'est plus le cas avec le **RPC**, qui fixe dans son article 9 les informations qui doivent être marquée, soit sur les produits, soit sur les étiquettes ou sur les documents d'accompagnement en sus du sigle CE.
- **Attention, l'annexe ZA** des normes harmonisées, comme la norme **NF EN 1504-2**, ne fixe pas un **niveau de performance**. Elle fixe une valeur seuil (« plancher ») ou la classe déclarée (par le fabricant) si la norme prévoit plusieurs classes (niveaux de performance). Il appartient donc **au marché**, soit de fixer le niveau requis ou la classe nécessaire, soit dans le cas d'un **usage particulier** de s'appuyer sur les résultats d'une **épreuve d'étude ou de convenue**. Bien entendu, la consistance de l'épreuve est à définir au **marché**.
- **Par exemple, pour les produits de protection du béton, l'annexe ZA autorise dans le cadre du RPC :**
 - pour les performances des produits, deux systèmes d'Évaluation et de Vérification de la Constance des Performances (systèmes d'EVCP) vis-à-vis des sept exigences fondamentales mais de niveaux très différents :
 - pour les produits à faibles performances (cas des imprégnations) : **le système 4** (déclaration du fabricant),
 - pour d'autres produits (cas des revêtements) : le système 2+ (vérification initiale et surveillance du système de contrôle de production) ;

Note : dans le cadre de la DPC, existaient deux systèmes d'attestation de conformité vis-à-vis des six exigences essentielles avec les mêmes de niveaux (4 et 2+).

- pour les produits soumis aux réglementations relatives à la réaction au feu, trois systèmes d'EVCP (1, 3 et 4) en liaison avec les euroclasses.

Il est donc important que le **marché** fixe, pour les produits de protection à fournir et à mettre en œuvre et en fonction des **usages prévus**, les niveaux d'EVCP.

Ces normes européennes font appel à **de nouvelles classifications des produits et systèmes**. Cette exigence **de nouvelles fonctions** a été rendue possible par les progrès importants réalisés ces trente dernières années dans la connaissance des causes et des mécanismes conduisant à la dégradation des structures en béton armé ou non (dégradation du matériau béton et corrosion des armatures).

Pour pouvoir passer des **classifications nationales aux classifications européennes**, et, surtout, pour pouvoir utiliser ces nouvelles normes européennes, **des textes passerelles ont été élaborés**. Ces textes ont été rendus également nécessaires pour les deux raisons supplémentaires suivantes :

- le contenu des normes européennes n'est pas encore stabilisé et tous les textes de référence français n'ont pas encore été mis à jour ;
- les normes européennes introduisent pour certaines fonctions **des exigences de performances comportant plusieurs niveaux**, mais, malheureusement, sans donner les critères de choix des niveaux.

Note : dans le domaine du bâtiment s'ajoutent les Avis Techniques (Atec) et les Documents Techniques d'Application (DTA) délivrés par la commission ad hoc du CSTB. La suite du présent guide explicite les raisons et l'usage de ces documents.

Les trois textes passerelles sur les produits et systèmes sont les suivants :

- la norme homologuée **NF T34-722** de novembre 2016 (Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs - Classification des revêtements de façades - Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs - Adaptation des revêtements de façade à la nouvelle classification européenne), qui assure la liaison avec la norme homologuée **NF EN 1062-1** d'octobre 2004 ;
- le guide d'application de l'**AFNOR GA P18-902** de septembre 2014, qui assure la liaison entre la norme harmonisée **NF EN 1504-2** d'avril 2005 (systèmes de protection de surface pour béton) et les différents guides techniques du **LCPC (IFSTTAR)** visés ci-devant ;
- la norme **NF P95-103**, qui s'appuie principalement sur les normes européennes **NF EN 1504-5** de mars 2005 (Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton - Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité - Partie 5 : produits et systèmes d'injection du béton) et **NF EN 1504-2**, déjà citée.

Les deux normes européennes susvisées peuvent s'appliquer aux deux domaines : **le bâtiment et le génie civil**. La norme homologuée **NF EN 1062-1** vise plutôt **le domaine du bâtiment** car elle présente des fonctions moins nombreuses que la norme harmonisée **NF EN 1504-2**. En effet, elle ne vise pas les protections contre les chlorures, les effets du gel... Au contraire, la norme harmonisée **NF EN 1504-2** peut venir en appui de la **NF EN 1062-1** dans le domaine du bâtiment.

Note : l'article du présent guide consacrée au choix des produits utilisés dans le domaine du bâtiment vise d'autres normes, par exemple celles concernant les mortiers pour enduits organiques et minéraux utilisés pour le revêtement des façades...

Cet article regroupe, d'une part, les principales définitions des textes de base listés dans le présent guide et, d'autre part, indique l'épaisseur sèche totale après application des principales familles de produits et systèmes visés par le présent guide.

1.2.1 LES PRINCIPALES DÉFINITIONS DES TEXTES DE BASE DU PRÉSENT GUIDE

Les définitions ci-après se trouvent dans les textes listés ci-après :

- la norme homologuée **NF P95-103** et déjà citée ;
- la norme homologuée **NF EN 1062-1** déjà citée ;
- la norme homologuée **NF EN 1504-1** de décembre 2005 (Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 1 : Définitions) ;
- la norme harmonisée **NF EN 1504-2** déjà citée.

1.2.1.1 Les principales définitions de la norme homologuée NF P95-103

- **Faïençage** : réseau de microfissures (fissures de largeur inférieure à 0,2 mm), se présentant sous forme d'un dessin géométrique à mailles irrégulières et qui s'inscrivent généralement dans un carré n'excédant pas 20 centimètres de côté. Ce réseau n'intéresse le plus souvent que la couche superficielle de béton (ou de l'enduit à base de liants hydrauliques) ;
- **Protection de surface** : la protection de surface a pour objet de traiter la surface du béton pour éviter la pénétration de l'eau et des agents agressifs. La protection de surface peut être localisée ou généralisée dans le but d'augmenter la durabilité du béton et des structures en béton armé ou précontraint ;
- **Subjectile – Support** : surface sur laquelle l'applicateur met en œuvre une couche d'enduit, de peinture ou de vernis. Dans le présent document le terme «support» est aussi utilisé ;
- **Temps d'utilisation des produits** : le «délai maximal d'utilisation», la «durée de vie en pot», le «délai d'utilisation», la «durée pratique d'utilisation», le «temps d'utilisation», le «temps ouvert» sont des termes utilisés dans les normes **NF EN 1504-2** et **NF EN 1504-5**.

ATTENTION, tous ces termes, dont certains correspondent à des divergences de traduction, recouvrent des mesures effectuées en laboratoire sur des quantités définies de produits mélangés pour une gamme de températures définie. Les résultats de ces mesures servent principalement à identifier un produit.

Sur un chantier, les conditions d'application sont variables et différentes de celles du laboratoire : les quantités de produits mélangées, les techniques utilisées, les conditions hygrothermiques ambiantes et du support ne sont pas les mêmes. Elles influencent le «temps d'utilisation réel» du produit. Ce temps peut être estimé lors des essais de convenance si les travaux se déroulent dans les mêmes conditions thermo-hygrométriques que celles des essais.

1.2.1.2 Les principales définitions de la norme homologuée NF EN 1062-1

- **produit de peinture** : produit liquide ou en pâte ou en poudre qui, appliqué sur un support, forme un feuillet doté de qualités protectrices, décoratives et/ou spécifiques ;
- **système de revêtement** : ensemble des couches de produits de peinture qui sont appliquées sur le support ;
- **décoration** : traitement dont l'objet principal est de modifier ou restaurer l'aspect du support ;
- **préservation** : traitement dont l'objet principal est de maintenir un support dans un état aussi proche que possible de son état et de son aspect de brillant, couleur et texture d'origine ;
- **protection** : traitement dont l'objet principal est de protéger le support contre une ou plusieurs des actions suivantes : eau, intempéries, agents chimiques, biologiques, mécaniques ou autres.

Les photos ci-après illustrent les désordres que peut subir le béton d'une structure sous différentes actions chimiques, physiques susvisées. **ATTENTION**, de tels désordres ne relèvent pas de la simple mise en œuvre d'une protection de surface mais des diverses techniques de réparation et renforcement développées dans le **guide FABEM 1** complétées, si nécessaire, en final par l'application d'une protection de surface.

> Exemples d'actions chimiques :

- la carbonatation de la chaux libre (la portlandite) du béton d'enrobage des armatures sous les effets du gaz carbonique de l'air réduit le pH du béton. Cette réaction, dès que le pH descend en dessous de 9, supprime la passivation des armatures et entraîne, en présence d'humidité et d'oxygène, leur corrosion ;
- la pénétration des chlorures (eau de mer et fondants routiers) en quantité suffisante dans le béton (pourcentage de chlorures atteignant ou dépassant environ 0,4% du poids du ciment ou 0,1% du poids du béton) réduit également brutalement le pH du béton, ce qui entraîne la corrosion des armatures ;
- la présence de sulfates (eaux séléniteuses, eaux résiduaires, eaux de mer...) au contact de la pâte de ciment d'un béton dont le ciment n'est pas de type **ES** (ciment pour travaux en eaux à haute teneur en sulfates) ou **PM** (ciment pour travaux à la mer) peut entraîner la formation d'ettringite gonflante (sel de Candlot) qui provoque la destruction progressive de la pièce de béton de l'extérieur vers l'intérieur...



Photo n° 1 : désordres dus à la corrosion des armatures
(crédit photo Poineau)

> Exemples de réactions physiques :

- l'eau en mouvement (cours d'eau à caractère torrentiel) provoque une érosion progressive du béton avec lequel elle rentre en contact ;
- le gel-dégel peut entraîner la dégradation d'un béton dans sa masse (gel interne) et/ou de la peau du béton (écaillage) ;
- une forte température (incendie) développe une pression de vapeur dans les capillaires du béton, ce qui entraîne un phénomène d'écaillage qui est plus marqué si la compacité du béton est élevée. Les bétons de type haute performance (BHP) sont plus sensibles à ce phénomène que les bétons courants... Puis, progressivement, on aboutit à la destruction du béton.



Photo n° 2 : désordres dus au gel interne du béton
(crédit photo Poineau)



Photo n° 3 : désordres dus au gel de surface ou écaillage
(crédit photo Poineau)

> Exemples de réactions physico-chimiques :

- la réaction électrochimique de corrosion des armatures provoque la formation de rouille fortement expansive autour des barres attaquées, ce qui entraîne par réaction physique la fissuration puis la fracturation du béton d'enrobage, la chute de morceaux de béton et, enfin, la destruction totale des armatures (dans un milieu saturé en chlorures, il peut y avoir formation de « rouille verte » avec dissolution des armatures sans expansion. Dans un tel cas, la corrosion ne prévient pas !) ;
- une forte température (incendie) provoque aussi une décomposition des différents constituants du béton et, en particulier, des granulats ;
- la formation d'ettringite différée, c'est-à-dire après le durcissement du béton, peut se produire dans certaines conditions. Elle est appelée **réaction sulfatique interne (RSI)**. Ce phénomène entraîne, par effet physique de gonflement interne, la fissuration puis la fracturation du béton et, enfin, sa destruction.

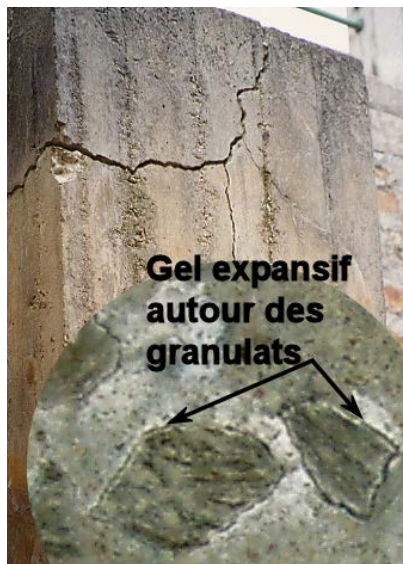


Photo n° 4 : désordres dus à une alcali-réaction
(crédit photo Parexlanco et Poineau)

Remarque importante : dans le cas d'une attaque interne du béton telle que l'**alcali-réaction (AR)** ou la **réaction sulfatique interne (RSI)**, un traitement par la mise en place d'un **revêtement de protection** peut ralentir le développement de l'attaque. Il ne peut être cependant considéré comme une technique curative définitive. Se reporter au **Guide méthodologique LCPC** : Aide à la gestion des ouvrages atteints de réactions de gonflement interne de novembre 2003.

1.1.1.3 Les principales définitions de la norme homologuée NF EN 1504-1

- **produit** : constituant formulé pour la réparation ou la protection des structures en béton ;
- **système** : ensemble de deux ou plusieurs produits utilisés conjointement ou consécutivement, pour effectuer des réparations ou pour protéger les structures en béton ;
- **produits et systèmes de protection de surface** : produits et systèmes qui, lorsqu'ils sont appliqués, améliorent la durabilité du béton et renforcent les structures en béton.

1.1.1.4 Les principales définitions de la norme harmonisée NF EN 1504-2

Les dessins ci-dessous illustrent les différences entre **les trois traitements de surface** développés dans la norme européenne :



Imprégnation hydrophobe
(également appelée hydrofuge de surface)



Imprégnation



Revêtement

Figure n° 2 : Différentes techniques pour la protection généralisée du béton

Note : les dessins ci-dessus sont issus de la version anglaise de la norme NF EN 1504-2. En effet, le dessin relatif aux imprégnations de la version française d'avril 2005 est erroné.

- **imprégnation hydrophobe (H) :** traitement du béton destiné à produire une surface hydrofuge. La surface intérieure des pores est revêtue mais les pores ne sont pas remplis. Aucun film ne se forme à la surface du béton et l'aspect de ce dernier n'est que peu ou pas modifié (les composants actifs sont, par exemple, des silanes ou des siloxanes) ;

Note : l'imprégnation hydrophobe est un traitement qui rend la peau du béton hydrophobe c'est-à-dire répulsive vis-à-vis de l'eau liquide.

- **Imprégnation (I) :** traitement du béton destiné à réduire la porosité de surface et à renforcer la surface, les pores et les capillaires étant partiellement ou complètement remplis. Le traitement forme généralement un film discontinu à la surface du béton (les liants sont, par exemple, des polymères organiques) ;

Rappel : la porosité d'une pierre, d'un élément en béton... correspond au rapport entre le volume des vides (pores, cavités) et le volume total de l'élément. Lorsque la mesure ne tient compte que des pores débouchant à la surface de l'élément, il s'agit de la **porosité ouverte**. Lorsque les pores ne débouchent pas, il s'agit de la **porosité fermée** ; dans ce cas l'élément n'est pas perméable.

ATTENTION, l'appellation « hydrofuge de surface » est utilisée dans certains documents techniques de fabricants, ce qui peut générer des confusions avec la terminologie de la norme NF EN 1504-2.

- **Revêtement (C) :** traitement destiné à produire une couche protectrice continue à la surface du béton (les liants sont, par exemple, des polymères organiques³ ou des polymères organiques avec une charge de ciment ou un liant hydraulique modifié par une dispersion de polymère). L'épaisseur du feuillet est généralement comprise entre 0,1 mm et 5 mm, voire plus.

Future désignation des produits de protection de surface issue du projet de révision de la NF EN 1504-2 :

- Imprégnation hydrophobe : **SPP-H** ;
- Imprégnation : **SPP-I** ;
- Revêtement : **SPP-C**.

Note : le projet de la future norme NF EN 1504-2 mis à l'enquête traite des produits de protection comme celle de 2005 et aussi des systèmes de protection. Les résultats de l'enquête de validation de la norme conduisent à douter du maintien de la notion de système dans le texte final.

1.1.1.5 Autres définitions

Il s'agit de définitions extraites de l'ancienne norme **NF P95-103** de 1993 mais non reprises dans la norme de 2014, qui permettent de comprendre les diverses appellations appliquées aux produits utilisés dans le domaine du **bâtiment** et assurant une protection contre la pénétration de l'eau de certains éléments de structures (façades, soubassements, toitures...).

3/ Les polymères organiques sont aussi appelés liants de synthèse.

- **imperméabilisation** : traitement qui permet de réduire le cheminement de l'eau (eau de pluie) dans un support non fissuré ou présentant des fissures actives ou non au moment de son application ;
- **complément d'imperméabilisation** : traitement apte à limiter dans certaines conditions, qui lui sont propres, la pénétration des eaux de pluie (éventuellement d'autres liquides) dans les supports sur lequel il est appliqué ;
- **étanchéité** : traitement empêchant la pénétration de l'eau dans un support fissuré ou susceptible de l'être après son application.

1.2.2

LES ÉPAISSEURS SÈCHES TOTALES DES PRINCIPALES FAMILLES DE PRODUITS ET SYSTÈMES

La liste qui suit donne les épaisseurs sèches habituelles des principales familles de produits et systèmes de visées dans le présent guide :

- **les imprégnations hydrofuges** sont destinées à pénétrer de quelques millimètres à l'intérieur du béton. Elles ne forment pas un film à la surface du béton ;
- **les imprégnations** sont destinées à pénétrer de quelques millimètres à l'intérieur du béton pour revêtir la surface intérieure des pores sans les remplir. Elles forment un film discontinu de très faible épaisseur à la surface du béton ;
- **les lasures** (rattachées aux imprégnations) forment un film mince à la surface du béton d'une épaisseur minimale de l'ordre de 50 μm (0,05 mm). À partir de 100 μm elles sont classées comme **revêtement**, lequel peut remplir des fonctions de protection ;
- **les peintures** classées également comme **revêtement** forment un film continu à la surface d'un béton dont l'épaisseur varie de 50 μm (0,05 mm) à 300 μm (0,3 mm), voire pouvant atteindre et dépasser 1 000 μm (1 mm) ;
- **les revêtements** forment également un film continu à la surface d'un béton dont l'épaisseur varie de 300 μm (0,3 mm) à 3 mm et même jusqu'à 6 mm ;
- **les enduits traditionnels** à base de liants hydrauliques atteignent une épaisseur de l'ordre de 15 à 20 mm et les **enduits de finition** une épaisseur de 5 à 8 mm.

2

Documents de référence

L'évolution continue des documents de référence et, en particulier, des normes rend très rapidement caduc tout document imprimé. La liste des documents de référence visés dans le présent guide a donc été reportée dans une annexe avec **les dates de valeur de ces documents**. Il est à noter que les références normatives d'un certain nombre de textes comme les DTU, les divers guides, y compris celles qui sont listées dans des normes, ne sont pas toujours à jour.

Les mises à jour des documents de référence peuvent être recherchées sur les sites des organismes liés à la réparation dont une liste est annexée au GUIDE O.

Rappel important : en général, les normes et les guides ne fixent ni le rôle de chacun des intervenants, ni **les conditions de choix des produits** et de leur **mise en œuvre**, ni la consistance exacte des **épreuves d'étude et de convenance** ou des **contrôles** (par exemple, types et nombre d'essais). Ils ne traitent pas non plus de ce qui relève des **contrôles internes ou externes** ou extérieurs à l'entreprise, etc. **Il appartient donc au marché de fixer les exigences correspondantes.**

Il est fait référence, dans les différents chapitres du présent guide, à un certain nombre de textes actuellement en vigueur (**normes, normes-DTU et fascicules du CCTG...**). À cause de nouvelles normes européennes ou de leur révision, **certaines de ces textes vont devoir être modifiés ou retirés ces prochaines années**. Le présent guide prend cependant en compte, si nécessaire, certaines des modifications ainsi apportées. De plus, dans la mesure du possible, ce guide pointe les textes dont les références normatives ne sont pas à jour.

Il est rappelé que, dans un **marché**, la contractualisation d'un texte tel qu'un **fascicule du CCTG, un DTU (norme-DTU ou NF DTU), une norme, voire une partie d'un guide...** doit le plus souvent être complétée par **des exigences additionnelles** adaptées aux dispositions du texte et aux conditions de réalisation des travaux de réparation ou de renforcement à effectuer. Par exemple :

- dans un **guide**, normalement, seules certaines parties peuvent relever de la contractualisation ;
- dans un **DTU (norme-DTU ou NF DTU)**, la liste des travaux relatifs **au corps d'état concerné** par celui-ci est fixée. Le **DTU** peut attribuer à **d'autres corps d'état** certains des travaux préparatoires. Enfin, il renvoie **aux documents particuliers du marché (DPM)** pour fixer certains des travaux du corps d'état qui n'ont pas été retenus dans la liste susvisée (ce point est explicité dans la remarque ci-après, compte tenu de son incidence sur la rédaction des pièces du **marché**) ;
- **plusieurs niveaux de performances** pouvant être proposés dans une **norme**, un choix est à faire ;
- **les conditions climatiques** (température et hygrométrie) retenues dans une **norme** pour les essais des produits peuvent ne pas correspondre à celles du site de l'ouvrage...

L'extrait ci-après de la norme homologuée **NF EN 1062-1** montre la nécessité de fixer pour un système de revêtement à la fois le **niveau de performance** (ici l'ouverture des fissures du support existantes ou attendues) et une ou plusieurs **températures d'essai** en fonction des conditions climatiques du lieu où est située la construction à protéger.

Choix des classes de résistance à la fissuration

Tableau 6 — Classes de résistance à la fissuration (A)

Classe	Exigence	
	μm	à la vitesse mm/min
A ₀	Aucune exigence	
A ₁	> 100	
A ₂	> 250	0,05
A ₃	> 500	0,05
A ₄	> 1 250	0,5
A ₅	> 2 500	0,5

Choix des températures des essais

La température d'essai pour la classe A₁ est de 23 °C. Une température de - 10 °C est recommandée comme température d'essai pour les classes A₂ à A₅. D'autres températures d'essai peuvent être convenues entre les parties intéressées, par exemple 10 °C, 0 °C, - 10 °C, - 20°C, - 30 °C et - 40 °C. Dans ce cas, la température d'essai doit être indiquée entre parenthèse après la classe, par exemple A₄ (- 20 °C).

(Extrait de la norme NF EN 1062-1)

Figure n° 3 : extrait de la norme homologuée NF EN 1062-1 d'octobre 2004

REMARQUE IMPORTANTE :

Un marché de bâtiment est décomposé le plus souvent en plusieurs marchés attribués à différents corps d'état.

Un marché de génie civil fait appel le plus souvent à une entreprise générale ou à un groupement d'entreprises.

Les textes officiels concernant ces deux domaines sont rédigés en conséquence. Il faut en tenir compte lors de la rédaction d'un marché de réparation. Dans la mesure du possible, le présent guide attire l'attention sur les particularités des deux domaines.

> Les deux paragraphes qui suivent illustrent cette remarque :

- Dans le domaine du génie civil, le fascicule 65 du CCTG⁴ vise les ouvrages neufs en béton même si, parfois, il traite de la reprise de défauts d'exécution. Il est à noter que, dans ce texte, les prescriptions concernant les différents points visés dans le paragraphe ci-dessus sont nettement moins développées que dans les DTU (norme-DTU et NF DTU), même si certaines exigences sont plus sévères que celles des DTU. Elles doivent donc être complétées dans les pièces du marché, en s'appuyant, par exemple, sur les guides du LCPC (IFSTTAR) et du CEREMA.
- Dans le domaine du bâtiment, différents DTU (norme-DTU et NF DTU) sont relatifs à la réalisation de travaux de peinture, de systèmes de revêtements, d'enduits... :
 - le NF DTU 42.1 : Travaux de bâtiment - Réfection de façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères (3 volumes) de novembre 2007 ;
 - le NF DTU 59.1 : Travaux de bâtiment — Revêtements de peinture en feuil mince, semi-épais, ou épais (3 volumes) de juin 2013 ;
 - la NF P74-203 (DTU 59.3)⁵ : Travaux de bâtiment — Peintures de sols (2 volumes) d'octobre 2000.

4/ Rappel : le présent guide s'appuie sur le futur fascicule 65 du CCTG qui succédera à la version de 2008.

5/ Le DTU 59.2 (revêtement en plastiques épais sur béton) a été rendu obsolète par la norme NF EN 15824 et le DTU 59.1 a été révisé pour prendre en compte ces revêtements.

> **Ces différents NF DTU et normes-DTU permettent de définir avec une bonne précision :**

- si les travaux peuvent concerner les supports neufs ou existants ;
- le domaine d'application (par exemple, les parois et murs en béton banché) ;
- les fonctions recherchées (décoration, imperméabilisation, complément d'imperméabilisation, étanchéité...) ;
- les différents types de matériaux à utiliser (impression pénétrante, impression opacifiante, sous-couche, couche de finition...ainsi que les quantités minimales à mettre en place) ;
- les caractéristiques des supports sur lesquels l'application des produits est, soit autorisée, soit interdite et les conditions de reconnaissance du support limitées, le plus souvent, à un examen visuel ;
- les travaux préparatoires, ceux d'apprêt et d'application à exécuter par le corps de métier concerné, si les supports satisfont aux dispositions des **normes-DTU et NF DTU** les concernant (par exemple, **le NF DTU 23.1** de mai 1993 (Travaux de bâtiment - Murs en béton banché - Cahier des clauses techniques)) ;
- les travaux préparatoires complémentaires relevant du corps d'état concerné par le **NF DTU ou norme-DTU**, tel le peintre (rebouchage du bullage du béton) ou d'un autre corps d'état, tel le maçon (reprise d'épaufrures, ragréages importants...) et dont l'exigence relève des **Documents Particuliers du Marché (DPM)** ;
- les conditions de réception d'une surface de référence utilisée ensuite pour la réception des travaux (aspect de la surface, adhérence du produit sur son support, épaisseur de produit...). Là encore, les opérations de réception sont le plus souvent visuelles.

Note : *la majeure partie des contrôles relève de l'entrepreneur mais ces contrôles ne sont pas détaillés, comme c'est le cas dans les fascicules du CCTG.*

Il est donc conseillé au rédacteur d'un marché de mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection sur une structure existante, soit de bâtiment, soit de génie civil, de se familiariser avec les textes concernant les deux domaines à la fois pour un enrichissement personnel et une meilleure efficacité. La liste des textes figure dans l'annexe du présent guide relative aux documents de référence.

3

Études préliminaires

Comme l'introduction commune à l'ensemble des guides du STRES le rappelle, l'expérience montre que, dans un certain nombre d'opérations de réparation, lors des travaux, **des dérapages dans les quantités et les coûts se produisent** ou bien, rapidement, voire quelques années après les travaux, **de nouveaux désordres apparaissent à proximité de la réparation ou celle-ci ne tient pas**. Toutes ces déconvenues sont, le plus souvent, **dues à la faiblesse du diagnostic lors des études préliminaires**.

En effet, certains **maîtres d'ouvrage** croient qu'il suffit, pour réparer un ouvrage, de traiter **les désordres visibles** (par exemple, les épaufrures, les éclatements, les armatures endommagées...) et, qu'en conséquence, pour eux, **les études préliminaires** portent uniquement sur **le relevé des désordres apparents** et sur **le métré** qui s'y rapporte. Il faut, en fait, procéder à **une évaluation de la structure en béton** en suivant la procédure rappelée ci-après.

ATTENTION, la norme **NF EN 1504-9** impose que **l'évaluation de l'état réel d'une structure en béton soit effectuée avant de procéder aux opérations de protection et de réparation**. De plus, dans son annexe A (informative), elle en donne les lignes directrices.

La nécessité des études et investigations préalables à la consultation des entreprises pour la réalisation des travaux et la procédure à suivre est tirée de l'article 4 de la norme NF P95-103 qui fait référence à la norme NF EN 1504-9. Ces études et investigations sont, normalement, à la charge de la maîtrise d'ouvrage !

En cas de contentieux, l'absence ou l'insuffisance des **études préalables** pourrait être prise en compte dans les motifs de la décision d'un tribunal.

La démarche à suivre a aussi été développée dans le **guide FABEM 1**. Cette démarche est quasiment conforme au **processus** développés dans le guide technique de 1996 édité par le LCPC et dans le **guide de novembre 2003** édité par l'AFGC. Cette démarche est rappelée ci-après.

Toute opération de réparation a pour origine la prise en compte **d'observations alarmantes sur l'aspect d'une partie de bâtiment ou d'ouvrage**. Ces premières observations, après la prise **des premières mesures de sauvegarde** qui s'imposent, demandent évidemment à être approfondies et il faut entrer alors dans un **processus en sept étapes**, qui comporte en **4^{ème} position** une étape ⁶, parfois facultative, relative à la **mise en sécurité de l'ouvrage** en attendant les travaux ou pendant ceux-ci :

1. la détection de la dégradation ;
2. l'auscultation – le diagnostic – le pronostic ;
3. l'établissement du projet de réparation ;
4. la mise en sécurité de l'ouvrage ;
5. la mise en œuvre des produits ;
6. les contrôles et vérifications des résultats ;
7. la surveillance.

6/ Cette quatrième étape sur la mise en sécurité de l'ouvrage, qui est parfois incontournable, n'apparaît pas dans le guide technique de 1996 susvisé.

Il y a lieu de rappeler que la deuxième étape, qui porte sur « l'auscultation – le diagnostic – le pronostic », est **essentielle**. Elle doit permettre d'identifier la maladie, d'en estimer l'étendue et d'en identifier les causes. **La qualité de ce diagnostic** revêt une grande importance pour le choix de la méthode de réparation, sa réussite ou son échec et, notamment, sa durabilité.

Se rappeler « que toute réparation sans un diagnostic préalable ou issue d'un diagnostic erroné est vouée à l'échec ».

Ce processus est développé dans les paragraphes 322 à 326 du guide FABEM 1 qui sert d'introduction commune à tous les guides de la famille FABEM et que le lecteur est invité à consulter. Ces cinq paragraphes traitent :

1. de la manifestation des désordres ;
2. des causes de dégradation des matériaux (le béton et les armatures) et des structures ;
3. des objectifs spécifiques de la réparation qui découlent des pathologies qui affectent les matériaux et/ou les structures ;
4. de l'expertise préalable et du diagnostic, y compris la mise en jeu des responsabilités et garanties ;
5. de la méthodologie d'élaboration d'un projet de réparation et du choix de la réparation en fonction des désordres rencontrés (souvent plusieurs causes agissent de concert).

Le présent guide traitant de la **protection des bétons**, il est bien évident qu'il faut s'assurer lors des **études préliminaires** par des essais en nombre suffisant et dans les deux cas suivants :

1. **Cas d'un support non-revêtu** : que la cohésion du support est compatible avec les produits de protection à mettre en œuvre ;
2. **Cas d'un support revêtu** : que le revêtement existant présente une cohésion interne et une adhérence au support qui soient adaptées au produit de protection à mettre en œuvre et, de plus, que l'ancien produit et le nouveau soient compatibles.

L'expérience montre que, malgré les soins apportés à la mise au point d'un projet de réparation, il est parfois nécessaire d'y apporter certaines modifications lors des travaux, à cause des observations faites pendant ceux-ci (par exemple : l'absence de certaines des armatures, la non-concordance entre la position des armatures sur les plans et dans la structure, la présence de nids de cailloux ou de vides...).

Une étude primaire de qualité est un des éléments qui permet ensuite de mettre au point un **marché** à même de garantir, en évitant certains litiges, les intérêts des **différents intervenants** (maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre et entreprise).

Le présent guide attire l'attention sur tous les points qui doivent être repris dans un marché mais n'a pas vocation à traiter de la rédaction de celui-ci. Pour ce faire :

- dans le **domaine des ouvrages d'art**, le **Sétra (CEREMA)** édite des recueils de clauses de **marchés de réparation** ;
- dans le **domaine du bâtiment**, il existe, par exemple, un guide rédigé par l'**Union nationale des économistes de la construction (Untec)** et l'**ancienne union professionnelle peinture finitions (UPPF – FFB)** intitulé : Guide pratique pour l'établissement des descriptifs et des quantitatifs dont la dernière version date de 2007. Ce guide traite en particulier de la façon de rédiger les descriptifs et quantitatifs des travaux de peinture visés par le **NF DTU 59.1**, des travaux de peinture de sols visés par la norme **DTU 59-3** et des travaux de ravalements de façade visés par le **NF DTU 42.1**.

Note : la rubrique « références normatives » de ce guide Untec n'est cependant pas à jour du fait de l'évolution des documents normatifs (par exemple, la norme-DTU 59.2 a été supprimé pour être intégré au NF DTU 59.1 en juin 2013).

4

Préparation générale de l'opération

- 4.1 Généralités
- 4.2 Choix des produits et systèmes de protection
- 4.3 Conditionnement des produits
- 4.4 Transport et stockage des produits
- 4.5 Matériels à utiliser



Figure n° 4 : préparation d'une opération de réparation

L'entrepreneur fait mettre en place **les moyens d'accès et les équipements d'hygiène et de sécurité** sur le lieu où la mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection du béton est prévue en respectant les dispositions **du marché**, la législation en vigueur et les consignes du **coordonnateur sécurité et protection de la santé (coordinateur SPS)**.

> **L'entrepreneur doit prendre connaissance et disposer en permanence des documents de la liste suivante (non limitative) :**

- **les normes en vigueur et les autres documents de référence, qui sont cités dans le présent guide** (se reporter en annexe aux tableaux des textes de référence) et, en particulier, les textes suivants :
 - **l'ensemble des normes et guides relatifs aux produits et systèmes ainsi qu'aux techniques de protection des bétons (génie civil et bâtiment) :**
 - **NF P95-103** (déjà citée),
 - **NF EN 998-1** de décembre 2010 (Définitions et spécifications des mortiers pour maçonnerie - Partie 1 : mortiers d'enduits minéraux extérieurs et intérieurs),
 - **NF EN 1062-1** (déjà citée),
 - **NF EN 1504-2** (déjà citée),
 - **NF EN 1504-3** (déjà citée),
 - **NF EN 1504-9** (déjà citée),
 - **NF EN 1504-10** (déjà citée),
 - **NF EN 13813** de juin 2003 (Matériaux de chape et chapes - Matériaux de chapes - Propriétés et exigences),
 - **NF EN 13914-1** d'avril 2016 (Conception, préparation et mise en œuvre des enduits extérieurs - Partie 1 : enduits extérieurs),
 - **NF EN 15824** de septembre 2009 (Spécifications pour enduits de maçonnerie organiques extérieurs et intérieurs),
 - **NF EN 16566** de juillet 2014 (spécifications pour enduits de peintures pour travaux intérieurs et/ou extérieurs - Adaptation des enduits aux normes européennes),

- GA P18-902 (déjà cité),
- etc.

Note : l'ensemble des normes relatives aux produits et systèmes et techniques de réparation et de renforcement figurent dans un recueil de l'AFNOR.

- l'ensemble des NF DTU et normes-DTU relatives aux produits et systèmes ainsi qu'aux techniques de protection des bétons :
 - NF P11-221-1 et 2 (DTU 14.1) de mai 2000 (Travaux de bâtiment - Travaux de coulage - Partie 1 : cahier des clauses techniques - Partie 2 : cahier des clauses spéciales) (d),
 - NF DTU 26.1 d'avril 2008 (Travaux de bâtiment - Travaux d'enduits de mortiers - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux - Partie 2 : cahier des clauses spéciales) + (compléments en mai 2015) (b),
 - NF DTU 42.1 de novembre 2007 (Travaux de bâtiment - Réfection de façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux - Partie 2 : cahier des clauses spéciales) (c),
 - NF DTU 54.1 de janvier 2008 (Travaux de bâtiment - Revêtements de sol coulés à base de résine de synthèse - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux (CGM) - Partie 2 : cahier des clauses spéciales) (CCS) (a),
 - NF DTU 59.1 de juin 2013 (Travaux de bâtiment - Revêtements de peinture en feuil mince, semi-épais, ou épais - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques types - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux - Partie 2 : cahier des clauses administratives spéciales types) (b),
 - NF P74-203 (norme-DTU 59.3) d'octobre 2000 (Travaux de bâtiment - Peinture de sols - Partie 1 : cahier des clauses techniques - Partie 2 : cahier des clauses spéciales (référence commerciale des parties 1 et 2) - DTU 59.3. Travaux de bâtiment) + NF P74-203-1/A1 en octobre 2000) (b),
- etc.

Le domaine d'emploi de ces NF DTU et normes-DTU susvisés indique, suivant le cas, qu'il s'agit clairement de travaux neufs (a), ou de travaux neufs et de travaux sur existants (b) ou uniquement de travaux sur existants (c). Enfin, certaines normes-DTU ne précisent rien, cependant, leur lecture montre qu'elles s'appliquent, dans ce cas, aux travaux neufs (d).

Dans la pratique, en l'absence de textes spécifiques, la réalisation de travaux de réparation, en particulier ceux relatifs à la mise en œuvre d'une protection sur des parties de bâtiments existants, peut s'appuyer sur une norme-DTU visant uniquement des travaux neufs à la condition que le support soit remis en état. C'est d'autant vrai que certaines des normes-DTU susvisées, qui traitent uniquement de travaux sur existants, font référence à des normes-DTU associées aux travaux neufs.

Cette constatation a conduit le rédacteur du présent guide à retenir toutes les normes-DTU susvisées, quitte à n'en conserver que la partie utile à la protection du béton lors de réparations.

- l'ensemble des CCTG, et règles professionnelles en rapport avec l'objet du marché... ;

- les documents élaborés, les investigations effectuées et les essais réalisés durant **l'opération d'expertise et de diagnostic de l'ouvrage** à protéger avec les résultats des investigations et le rapport de diagnostic ;
- les articles du **marché** relatifs au traitement de protection ;
- **la procédure d'exécution relative** au traitement de protection annexée au **PAQ** ;
- **le cadre du document de suivi** du traitement de protection annexé au **PAQ** ;
- **la fiche technique** (ou notice d'emploi) de chacun des produits constituant le système de protection ;
- **La DdP (DoP)** des produits bénéficiant du **marquage CE** dans le cadre du **RPC** ;
- **la fiche de données de sécurité (FDS)** de chaque produit, fiche dont la présence sur le chantier est imposée par la réglementation ;
- **la fiche technique et le carnet d'entretien** des différents matériels nécessaires (par exemple, outils d'ouverture des fissures dans le cas du calfeutrement, outils de mélange, moyens de pesée, outils de mise en œuvre des produits, etc.) ;
- **le plan de contrôle global** rédigé par le **maître d'œuvre** et validé par le **maître d'ouvrage** ;
- les dispositions à respecter concernant **l'hygiène et la sécurité et la protection de l'environnement** et, en particulier, **la notice de respect de l'environnement (NRE)** ;
- etc.

Note : le plan de contrôle global organise, pour l'opération, la coordination et la complémentarité des opérations de contrôle intérieur des différents intervenants et de contrôle extérieur.

> L'entrepreneur doit organiser, exécuter et contrôler toutes les opérations suivantes :

- celles relatives à l'assurance de la qualité ;
- celles qui doivent précéder le traitement de protection ;
- celles qui relèvent du traitement de protection ;
- celles qui doivent suivre le traitement de protection ;
- celles relatives aux interventions **du laboratoire** chargé de certaines épreuves et de certaines mesures. Les contrôles demandés doivent être adaptés, si nécessaire, à la technique de traitement retenue en l'absence de norme spécifique ;
- l'amenée et la mise en place des moyens d'accès et des équipements d'hygiène et de sécurité ;
- l'approvisionnement des matériaux et produits nécessaires ;
- l'amenée et la mise en place des matériels nécessaires à l'opération ;
- la réalisation du **relevé contradictoire** avec le **maître d'œuvre** de l'état du **support**, qui est à reporter sur un plan avec les fissures éventuelles à traiter (numérotation, longueur, ouverture, activité ou non, etc.) ;

- la mise en œuvre des moyens de mesure destinés à contrôler l'efficacité du traitement de protection (si prévue au **marché**) ;
- etc.



Photo n° 5 : moyens d'accès nécessaires pour l'exécution des travaux (crédit photo Parexlanko)

4.2.1 NORMES HARMONISÉES – ÉXIGENCES DE PERFORMANCE – MARQUAGE CE – NIVEAU D'EVCP – NIVEAU DE RÉACTION AU FEU – CERTIFICATION VOLONTAIRE

Cet article rappelle les principes qui s'appliquent aux divers produits de construction et, en particulier, ceux visés par les normes harmonisées comme celles de la série **NF EN 1504-*** ******.

Le terme de « **propriétés ou caractères spécifiés** » s'applique à un produit qui doit satisfaire à des exigences de performances (par exemple, résistance, adhérence, perméabilité aux liquides ou aux gaz...) imposées par **une norme, un guide, le marché...** Par exemple, c'est le cas des bétons à **caractères ou propriétés spécifiés (BCS ou BPS)**.

Note : depuis au moins deux décennies, la tendance est au développement d'une « approche performantielle ou performancielle » pour les spécifications concernant la durabilité des bétons. Cette approche spécifique est explicitée dans la suite du présent article consacré au choix des produits et systèmes de protection. Des développements sur ces notions figurent dans le guide de l'AFGC de juillet 2004 susvisé, dans la norme NF EN 206/CN et dans la partie du fascicule 65 du CCTG consacrée aux bétons et opérations de bétonnage.

Le terme de « **recette** » ou de « **composition prescrite** » s'applique à un produit dont le dosage et les caractéristiques des composants sont fixés par **une norme, un guide, le marché...** Le respect de la composition permet d'obtenir un produit qui présente **un niveau de performance suffisant pour l'usage prévu** (par exemple, résistance minimale, durabilité assurée pour la classe d'environnement retenue...).

4.2.1.1 Normes harmonisées – Marquage CE

Les **normes harmonisées** relatives aux produits de construction sont basées sur **un mandat de la Commission Européenne**. Elles permettent le **marquage CE** de ces produits. Actuellement les conditions du **marquage CE et de l'étiquetage**, qui sont obligatoires, sont définies dans **l'article 9 du RPC** (nom et coordonnées du fabricant, performances des produits, numéro de l'organisme certifié...).

Le **marquage CE** d'un produit s'appuie sur **l'annexe ZA de la norme harmonisée**. Dans le cadre du RPC, **cette annexe ZA comporte plusieurs parties :**

1. la **partie ZA1** fixe le domaine d'application et liste les caractéristiques fondamentales applicables au **marquage CE** (valeurs seuils, valeurs déclarées...);
2. la **partie ZA2** traite en quelques lignes du système d'évaluation de vérification de la **constance des performances (EVCP)** ;
3. la **partie ZA3** attribue les tâches **d'EVCP** :
 - à la charge du fabricant,
 - à la charge de l'organisme notifié de certification et de contrôle de la production en usine.

Note : l'annexe ZA et ses trois parties existent depuis la mise en application de la DPC. Le RPC a introduit en 2015 une nouvelle annexe ZA qui ne traite plus dans sa partie ZA 3 du marquage CE avec un modèle d'étiquette et le sigle CE.

Le fabricant établit une **déclaration de performance (DdP ou DoP)** encadrée par le **niveau du système d'évaluation et de vérification de la constance de performances (1+, 1, 2+...)** qui permet le marquage CE.

L'attention des prescripteurs est attirée sur le fait que les **caractéristiques fondamentales «qualifiantes»** ne recouvrent pas forcément :

1. toutes les caractéristiques de performance, définies dans la norme pour les **différentes utilisations prévues**, qui permettent de satisfaire à un ou **plusieurs principes** et à **certaines fonctions**. Le niveau de performance peut être, suivant le fabricant, égal ou supérieur à la **valeur seuil** ou appartenir à une des **classes prévues** par la norme (ces utilisations sont classées en deux catégories : «**toutes les utilisations prévues**» (repérées dans les tableaux par le symbole ■) et «**certaines des utilisations prévues**» (repérées dans les tableaux par le symbole □) ;

Attention, un produit ou un système bénéficiant du marquage CE peut ne pas être qualifié vis-à-vis de toutes les caractéristiques fondamentales (ex-essentielles), qui figurent dans l'annexe ZA, en effet, certaines peuvent être considérées comme non pertinentes pour l'usage prévu (sigle NPD). Cette décision est du ressort du fabricant. De plus, le niveau de performance déclaré d'une caractéristique fondamentale (essentielle) peut être insuffisant.

2. toutes les exigences de performance pour «**des applications particulières**» qui sont, si elles existent, visées dans une annexe informative à la norme ;
3. toutes les **caractéristiques pertinentes** et les **exigences de performance** applicables à un **projet particulier**, compte-tenu des conditions relatives : à l'environnement, au climat, à la compatibilité avec les matériaux en place, etc.

Par exemple, sauf exception, les produits et systèmes de protection et de réparation des structures en béton doivent donc, **au minimum**, présenter les **caractéristiques exigées** par la série des normes **NF EN 1504-*** qui ont été établies sous le régime de la **DPC**. De plus, leur **système d'attestation de conformité au sens de la DPC (rappel : le RPC parle des systèmes d'évaluation et de vérification de la constance des performances)** doit appartenir :

- soit à la **classe 4**, qui concerne les produits et systèmes avec des exigences de performance peu élevées ;
- soit à la **classe 2+** dans le cas contraire (cas des ouvrages de génie civil sauf exception).

En outre, ils doivent satisfaire à une **réglementation en matière de réaction au feu** pour laquelle leur **système d'attestation de conformité** ou **d'EVCP** doit appartenir, suivant niveau de performance nécessaire, **aux classes 1, 3 ou 4**.

En conclusion et rappel, le marché doit fixer les **caractéristiques exigées** des **produits et systèmes** et leurs **niveaux de performance**, les **niveaux des systèmes d'attestation de conformité** ou **d'EVCP** ainsi que les **niveaux de performance en matière de réaction au feu** et les **diverses contraintes imposées au chantier**.

L'entrepreneur propose à l'acceptation du **maître d'œuvre** les produits et systèmes capables de satisfaire les exigences du **marché**. Les produits et systèmes ne sont définitivement retenus qu'au vu des résultats de l'**épreuve d'étude** éventuelle et de l'**épreuve de convenance**.

4.2.1.2 Caractéristiques de performance

La fixation des niveaux de performance requis peut nécessiter la réalisation **d'essais complémentaires spécifiques, voire des procédures d'exécution particulières.**

Par exemple, pour les produits de protection du béton, il est indispensable de consulter en premier la **norme NF P95-103** puis, si nécessaire, la norme relative au produit de la série NF EN 1504-2 et son annexe **ZA**, ainsi que les normes de référence **NF EN 1504-9** et **NF EN 1504-10**, avant de fixer les performances auxquelles doit satisfaire le produit ou système à mettre en œuvre pour satisfaire aux diverses exigences, ainsi qu'aux résultats des études et investigations préalables.

4.2.1.3 Niveau du système d'EVCP

De même, le **niveau du système d'EVCP** (ex-attestation de conformité de la **DPC**) des produits et systèmes est à fixer dans le **marché**. Il s'agit normalement du **niveau 2+** pour les **ouvrages de génie civil** comme l'indique la **norme NF P95-103**, qui exige des produits et systèmes de hautes performances, sauf disposition contraire **du contrat (le marché)**.

4.2.1.4 Niveau de réaction au feu

Lorsque ces produits et systèmes sont soumis à **une réglementation en matière** de réaction au feu, ils font l'objet **d'EVCP** de plusieurs niveaux en fonction de la performance exigée. Il appartient au marché de fixer les niveaux d'attestation de conformité exigés.

Lorsqu'elle est requise pour des ouvrages visés par une **réglementation de sécurité incendie** (cas des tunnels par exemple), une attestation **d'EVCP** (ex-attestation de conformité) complémentaire **de niveau 3** est à fournir.

Note : un rappel détaillé de la réglementation feu est développé dans la partie ci-après du guide consacrée au choix des produits.

4.2.1.5 Certification volontaire – Marques de qualité

Il est rappelé qu'il ne faut pas confondre **une marque de certification** et le **marquage CE**⁷. Se reporter à l'Introduction commune à tous les guides (GUIDE 0) qui explicite les règles du jeu.

*Note : avant l'apparition des normes européennes, compte tenu de l'existence en France d'une série complète de normes sur les produits de réparation (normes de la série P18-8**), l'AFNOR avait créé une marque spécifique « Marque NF-Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique ». Le règlement NF O30 de cette marque a été adapté aux normes NF EN 1504 - parties 3 à 6. De même, le CSTB délivre des Avis techniques (Atec) et des Documents Techniques d'Application (DTA). .*

7/ Les annexe ZA des normes européennes harmonisées fixent rarement la classe (le niveau de performance) que doit respecter un produit ou un système pour bénéficier du marquage CE lorsque la partie normative prévoit plusieurs classes. C'est la **DoP**, la fiche technique et l'étiquette qui renseignent sur la classe de performance de la norme que respecte le produit.

Le marché peut imposer que les produits fassent l'objet d'une **certification volontaire** comme la **marque NF** (produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique). Des marques équivalentes peuvent coexister avec la **Marque NF**. Il est à noter que l'exigence d'un produit bénéficiant du droit d'usage d'une marque n'est pas imposée par les textes réglementaires comme le **Code des marchés publics**.

Dans le domaine de la **protection généralisée**, il est possible, depuis janvier 2017, de se référer à la **marque ACQPA** « Revêtement par peinture des bétons de génie civil » dont le **référentiel technique** traite à la fois des fonctions esthétiques et de protection de surface des bétons (marquage CE au sens de la norme **NF EN 1504-2 en liaison avec le guide GA P18-902⁸**).

ATTENTION, cette marque ACQPA ne concerne que les systèmes de peintures pour béton dont les performances élevées permettent d'assurer la fonction principale de base au sens du GAP 18-902 : protection contre les risques de pénétration d'eau, du CO₂, de la vapeur d'eau. Elle assure aussi certaines fonctions optionnelles : résistance au nettoyage à l'eau sous pression...]

4.2.2 LES PRODUITS ET SYSTÈMES DE PROTECTION GÉNÉRALISÉE DU BÉTON

4.2.2.1 Généralités sur les familles de produits et systèmes utilisables

Il existe différents familles de produit et systèmes de protection du béton utilisables dans les domaines des ouvrages d'art et du génie civil et dans celui du bâtiment, voire dans les deux domaines.

Certains de ces produits et systèmes satisfont aux dispositions de la norme **NF P95-103** liée à la norme **NF EN 1504-2**, d'autres à certaines **normes comme les** : **NF EN 1062-1** (revêtements pour maçonnerie et revêtements extérieurs), **NF EN 998-1** (mortiers d'enduits minéraux), **NF EN 15824** (enduits organiques), **NF EN 13813** (matériaux de chapes pour planchers intérieurs) ou une **norme-DTU** en vigueur...

Note : suivant sa nature et ses caractéristiques, la fonction principale d'un produit ou système n'est pas toujours la protection du béton vis-à-vis de la pénétration des différents agents agressifs extérieurs en conformité avec la norme NF EN 1504-2. De plus, le niveau de protection peut être plus ou moins élevé. En particulier, dans le domaine du bâtiment, nombre de produits ou systèmes pour enduits d'imperméabilité ont aussi une importante fonction décorative (par exemple : la classification D). L'adaptation des revêtements de façade à la nouvelle classification européenne de la norme NF EN 1062-1 est assurée par la norme NF T34-722.

Rappel : certaines **normes-DTU** n'ont pas encore été transformées en **NF DTU**, elles restent référencées sous la forme d'une norme. Par exemple, la **norme-DTU 59.3** (peintures de sols) s'affiche : **NF P74-203**.

B/ Ne pas confondre le niveau de performance 2 visé par le guide GAP 18-902 avec le niveau 2+ du système d'évaluation et de vérification de la constance des performances (EVCP du RPC) ou du système d'attestation de conformité (DPC).

Il faut se rappeler qu'il appartient au **marché** de fixer la ou les **familles de produits et systèmes** utilisables, leurs **caractéristiques de performance** et les **contraintes d'exécution** de l'opération. **L'entrepreneur** propose à l'acceptation du **maître d'œuvre** les **produits et systèmes** capables de satisfaire les exigences du **marché**. Les **produits et systèmes** ne sont définitivement retenus qu'au vu de résultats satisfaisants aux **épreuves d'étude et de convenance**.

Pour le choix des produits et systèmes, il y a lieu de distinguer en séparant, si nécessaire, les **domaines des ouvrages d'art et du génie civil et celui du bâtiment** :

1. **Les critères de choix qualifiables de « communs »** qui font l'objet de l'article 4.2.3 ci-dessous ;
2. **Les critères spécifiques** pour satisfaire à une ou plusieurs fonctions particulières qui font l'objet de l'article 4.2.4 ci-dessous.

4.2.2.2 Familles de produits et systèmes - Domaine des ouvrages d'art et de génie civil, voire du bâtiment

Les familles de produits et systèmes utilisables sont listées ci-dessous :

> **Les trois familles de produits et systèmes visés dans la norme NF P 95-103 et conformes à la norme NF EN 1504-2 :**

- les imprégnations hydrophobes sous forme de liquide (dispersion aqueuse ou solvantée), de crème ou de gel ;
- les imprégnations (utilisation peu fréquente en génie civil) ;
- les revêtements (épaisseurs comprises entre 100 µm et 5 mm, voire plus) à base :
 - de résines époxydes et/ou polyuréthannes,
 - de résines acryliques pour des revêtements souples ou rigides,
 - de liants hydrauliques modifiés par des polymères comportant ou non des fibres...

> **Les autres familles de produits et systèmes :**

- les mortiers et bétons ajoutés :
 - mortiers et bétons traditionnels,
 - mortiers et bétons prêts à l'emploi.

4.2.2.3 Familles de produits et systèmes - Domaine du bâtiment, voire des ouvrages d'art et de génie civil

ATTENTION, en France, la loi 78-12 du 4 janvier 1978 dite « loi Spinetta » relative à la responsabilité et à l'assurance des travaux de bâtiment dans le domaine de la construction consacre le principe de présomption de responsabilité du constructeur (entrepreneur, promoteur immobilier, maître d'œuvre...) à l'égard du maître d'ouvrage... concernant les dommages qui compromettent la solidité de l'ouvrage ou le rendent impropre à sa destination (cf. l'article 1792 du Code Civil). Ce régime de responsabilité décennale nécessite la souscription à une assurance couvrant les dommages susvisés aux ouvrages

neufs ou existants (cas des travaux de réparations ou de renforcements et rénovations importantes hors travaux d'entretien courants).

Pour les assurances, les travaux de bâtiment sont classés en deux catégories :

■ *Travaux normalement garantis, c'est-à-dire les travaux décrits dans les :*

- Normes-DTU,
- Normes homologuées,
- Règles professionnelles acceptées,
- Atec et DTA sans mise en observation...

■ *Travaux nécessitant une déclaration préalable de la part de l'entreprise.*

Le maître d'ouvrage souscrit une assurance dommage-ouvrage (DO) permettant de préfinancer les dommages de nature décennale. La compagnie d'assurance fournissant cette garantie peut ensuite se retourner contre le ou les responsables des désordres constatés.

Les Avis Technique (Atec) et les Documents Techniques d'Application (DTA) du CSTB relèvent de l'arrêté du 21 mars 2012 et du règlement intérieur de la Commission d'aptitude à l'emploi des produits ou procédés ne faisant pas l'objet d'un marquage CE du 18 juin 2012

Les Atec portent sur l'aptitude à l'usage des ouvrages réalisés avec un produit ou un procédé innovant sans marquage CE. Il porte sur le domaine d'emploi, la mise en œuvre, la durabilité et l'entretien...

Les DTA remplacent les Atec lorsque la demande porte sur les conditions de mise en œuvre d'un produit ou d'un système faisant l'objet d'un marquage CE, c'est-à-dire relevant d'une norme harmonisée ou d'une ÉTE sous le RPC (ATE sous la DPC).

Le domaine du génie civil est également soumis au régime de la responsabilité décennale mais il n'y a point d'obligation d'assurance, sauf prescription contraire du marché ou choix du constructeur.

Notes :

- *l'intérêt du DTA apparait pour certains produits ou systèmes qui bénéficient d'un marquage CE. En effet, la norme, le Document d'Évaluation Européenne (DÉE) ou le guide d'ATE peut faire référence à plusieurs classes de performance dont certaines (trop basses) peuvent être incompatibles avec la garantie décennale. C'est le cas de certains systèmes d'étanchéité pour toitures-terrasses et inclinées relevant de l'ETAG 005 qui, dans sa partie « domaine d'application », retient trois durées de vie possibles : 5 ans (incompatible avec la décennale), 10 ans et 25 ans ;*
- *dans certaines norme-DTU, apparait le terme Document d'Application à la place de Document Technique d'Application ;*
- *le texte encadré ci-dessus ne concerne que les dommages de nature décennale et les responsabilités ou garanties associées. Il existe d'autres garanties comme celle de parfait achèvement... Il est conseillé au lecteur de consulter le Code Civil, celui des Assurances et les différents textes réglementaires existants, car il existe des exceptions, des jurisprudences...*

Les principales familles de produits et systèmes utilisables sont listées ci-dessous en fonction de leur destination :

1. **les produits et systèmes de protection des façades** (murs généralement verticaux ou faiblement inclinés) qui assurent **une fonction de protection contre les agressions de l'environnement** (fonction principale de base) tout en assurant une certaine **perméabilité à la vapeur d'eau**. Ils ont également, le plus souvent, **une fonction d'aspect** :

> Produits de peinture et systèmes de revêtements :

- produits de peinture pour revêtements minéraux à base :
 - de silicates,
 - de chaux,
- produits de peinture pour revêtements organiques à base de résines :
 - acryliques,
 - vinyliques....,
- produits de peinture pour revêtements organiques à base de :
 - silicone
- systèmes de revêtements organiques et minéraux :
 - revêtement de peinture épais (**RPE**),
 - revêtements de peinture semi-épais (**RPSE**),
 - revêtements souples d'imperméabilisation (**RSI**) ;

Notes :

- *ces produits et systèmes sont conformes à la norme NF EN 1062-1 complétée par la norme d'adaptation NF T34-722, voire à la norme NF EN 1504-2 (fonction principale de base uniquement). Le NF DTU 59.1 partie 1-2 concerne les critères de choix des produits de peinture et systèmes de revêtements et le NF DTU 42.1 traite du choix des produits pour la réfection des revêtements de façades.*
- *le sigle (RPE) désigne un revêtement de peinture épais et remplace le terme revêtement plastique épais.*
- *de même le sigle (RPSE) désigne un revêtement de peinture semi-épais et remplace le terme revêtement plastique semi-épais (RPSE).*
- *la norme NF EN 13300 de février (produits et systèmes de peinture en phase aqueuse pour murs et plafonds intérieurs) ne s'applique pas dans le cadre du présent guide.*

> Enduits d'imperméabilisation et de décoration minéraux :

- mortiers pour enduits de dressement à base de liants hydrauliques,
- mortiers pour enduits de ragréage avant mise en œuvre d'un revêtement organique de finition,
- mortiers pour enduits traditionnels à base de liants hydrauliques,
- mortiers industriels pour enduits à base de liants hydrauliques,
- enduits de maçonnerie organiques,
- etc.

Notes :

- certains de ces produits et systèmes sont conformes aux normes NF EN 1504-3 (mortiers de réparation), NF EN 15824 (mortiers pour enduits à base de liants organiques), NF EN 998-1 (mortiers pour enduits à base de liants minéraux), d'autres au NF DTU 26.1 (travaux d'enduits de mortiers).
- les normes NF EN 13914-1 de novembre 2006 et PR NF EN 19914-1 de novembre 2013 traitent de la mise en œuvre des enduits extérieurs, sauf ceux dont le liant principal est un polymère ; elles couvrent sensiblement le même domaine que le NF DTU 26.1, mais ne sont pas visées par celui-ci (absence d'une norme d'application).

2. les produits et systèmes d'imperméabilisation par l'intérieur ou l'extérieur d'ouvrages en béton⁹ partiellement enterrés, voire totalement :

- mortiers à base de liants hydrauliques hydrofugés en couche épaisse (5 à 20 mm) armés ou non,
- revêtements à base de liants hydrauliques modifiés par des polymères comportant ou non des fibres (revêtements flexibles) fibrés ou non,
- minéralisateurs de surface en couche mince (2 à 3 mm),
- etc.

Note : Les mortiers sont conformes à la norme-DTU 26.1 et aux normes associées (NF EN 15824 et NF EN 998-1 susvisées). Certains des produits et systèmes pour revêtements se réfèrent à la norme NF EN 1504-2. Les produits d'imperméabilisation, voire d'étanchéité des cuvelages, relèvent de la norme-DTU 14.1.

3. les produits et systèmes de protection des sols en béton utilisés à l'intérieur de locaux humides ou non :

- mortiers pour chapes adhérentes ou désolidarisées du support,
- béton pour dalles adhérentes ou désolidarisées du support,
- mortiers de réparation et de nivellement des sols généralement auto-nivelant ou auto-lissant de faible ou moyenne épaisseur à base de liants hydrauliques adjuvantés et de charges,
- revêtements de sols coulés à base de résines (n'assurant pas obligatoirement une fonction d'étanchéité),
- mortiers de résines et mortiers de pierres (pour mémoire).

Note : Les mortiers et bétons pour chapes sont conformes à la norme NF EN 13813 et au NF DTU 26.2. Les revêtements de sols coulés à base de résine de synthèse se réfèrent à la norme NF EN 13813 et au NF DTU 54.1.

⁹/Certains produits et systèmes concernent les murs en maçonnerie constitués de petits éléments (parpaing, briques...).

4. les produits et systèmes de protection des bétons contre des effluents et produits industriels très agressifs (pour mémoire se reporter aux produits et systèmes du domaine du génie civil ayant subi des essais pour résister à des actions physiques ou chimiques fortes) :

- certains mortiers de réparation,
- systèmes composés de plusieurs couches à base de résines époxydiques et polyuréthanes,
- peintures et revêtements de type brai-époxy...
- etc.

4.2.3 CRITÈRES DE CHOIX COMMUNS À TOUS LES PRODUITS ET SYSTÈMES DE PROTECTION

4.2.3.1 Généralités

Le choix des produits et des systèmes de protection du béton doit être fait en prenant en compte les critères suivants :

> la spécificité du travail à exécuter suivant l'état du support :

- avec la présence ou non de désordres (nids de cailloux, éclatements, délaminations...) dont les causes sont identifiées,
- avec la présence ou non de fissures à caractère structurel ou non ;

> les résultats des principaux essais de qualification du support ;

- des facteurs à prendre en compte lors du choix d'un produit ou d'un système de protection en fonction de l'état du support et de sa fissuration ;

> les exigences du maître d'ouvrage ;

> la protection de la santé, le respect des règles de sécurité, la protection de l'environnement ;

> la tenue au feu qui peut être une exigence réglementaire.

4.2.3.2 Critères de choix liés aux spécificités du travail à exécuter

4.2.3.2.1 Généralités

Le processus d'évaluation des défauts d'une structure en béton et de leurs causes est clairement détaillé dans la norme européenne **NF EN 1504-9** (partie 9 : principes généraux d'utilisation des produits et systèmes). Il en a été tenu compte lors de la rédaction du présent article.

Les différents points qui qualifient **l'état du support en béton d'un ouvrage existant** sont décrits dans les normes homologuées **NF P95-103** (susvisée) et **NF EN 1062-1** (annexe A informative). Dans le présent guide, de nouveaux points y ont été ajoutés ainsi que les principaux essais normalisés ou non de qualification de l'état d'un support.

La liste de ces points est nettement plus importante que celles visées dans les **normes-DTU** ou les **CCTG**. **Le marché** doit donc être rédigé en conséquence.

Par exemple, il peut imposer, à la charge de **l'entrepreneur**, l'intervention d'un **laboratoire spécialisé** afin de déterminer **l'état chimique du support** (présence de chlorures, d'une carbonatation avancée...). À cause du vieillissement des matériaux, plus l'ouvrage est âgé, plus cette qualification est primordiale.

Tous ces développements montrent qu'il est préférable de **qualifier le support** lors des **études préalables au diagnostic** et de ne pas attendre **l'exécution des travaux** pour le faire. L'état du support doit cependant faire impérativement l'objet d'un **relevé contradictoire** aux débuts des travaux.

Il est cependant possible de mettre cette qualification du support à la charge de **l'entrepreneur** sous réserve que le **marché** soit décomposé en une **tranche ferme** et une **tranche conditionnelle avec réévaluation des quantités**.

4.2.3.2.2 L'état du support (hors sa fissuration éventuelle)

Le cas de la fissuration du support (subjectile) est traité ci-après dans l'article suivant.

> **Se reporter aux documents suivants :**

- au fascicule de documentation **FD P18-503** (Surfaces et parements du béton – Éléments d'identification) ;
- au **guide technique** de 1991 du **LCPC** : Défauts d'aspect des parements en béton.

Note : *le fascicule susvisé n'est plus disponible sur le site de l'AFNOR, il est en cours de révision. Il concerne la planéité (P), la texture (E) et la teinte (T) et leurs défauts.*

> **Les caractéristiques à relever concernant le support sont les suivantes :**

- l'orientation du support :
 - parois verticales ou légèrement inclinées sur la verticale (<15°),
 - parois inclinées avec leur angle d'inclinaison,
 - parois horizontales ou quasi-horizontales,
 - parois protégées ou non du vent et de la pluie,
 - etc. ;

Les défauts géométriques d'ensemble du support sont fixés par différents textes qui traitent du classement et des tolérances du gros œuvre.



Photo n° 6 : exemple de défaut géométrique (crédit photo Poineau)

> Dans le domaine du bâtiment se reporter aux différentes normes-DTU et NF DTU comme :

- le **NF DTU 20.1** (Travaux de bâtiment - Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques types - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux - Partie 2 : cahier des clauses administratives spéciales types - Partie 3 : guide pour le choix des types de murs de façades en fonction du site - Partie 4 : règles de calcul et dispositions constructives minimales),
- le **NF DTU 21** de mars 2004 (Travaux de bâtiment - Exécution des ouvrages en béton - Cahier des clauses techniques),
- le **NF DTU 23.1** (Concerne les murs en béton banché)...

> Dans le domaine du génie civil se reporter au fascicule 65 du CCTG (voir également le fascicule de documentation FD P18-503 susvisé et en cours de révision).

■ Les défauts de planéité locale ou générale sont évalués, suivant les textes, au cordeau de 10 mètres, à la règle de 2 mètres et au réglet de 20 centimètres) :

- creux et bosses,
- balèvres,
- saillies,
- faux aplomb,
- arêtes irrégulières,
- ragréages en creux ou en relief,
- etc. ;

Note : les différentes normes-DTU qui traitent de la réalisation des revêtements de sols, de la mise en œuvre des enduits...imposent pour le gros œuvre les tolérances de réalisation susvisées, voire des tolérances particulières imposées par les travaux ultérieurs d'autres corps de métier. Se reporter, par exemple, aux NF DTU 54.1, 59.1...

■ les défauts de la structure superficielle du support ou défauts de texture :

- nids de sable et de cailloux,
- inclusions de débris,
- traces de ressuage,
- épaufrures, arrachements,
- armatures apparentes (défaut d'enrobage, épaufrure, etc.),
- soufflures ou bullage (nombre, surface et profondeur des bulles),
- laitance,

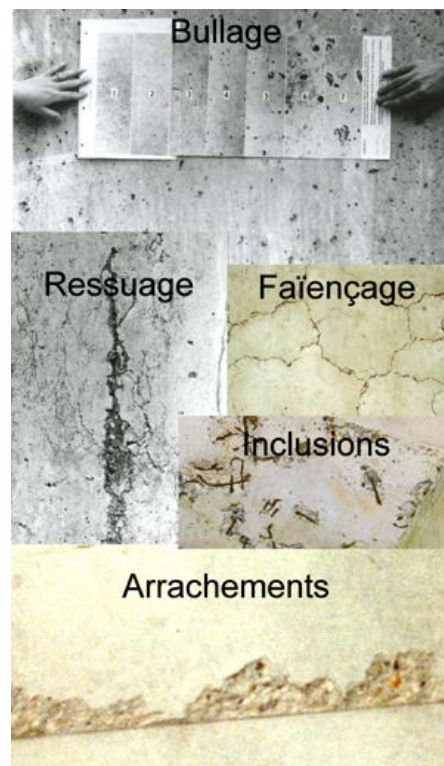


Photo n° 7 : exemples de défauts de texture
(crédit photo Poineau et Sétra)

- écaillage (effets du gel par exemple),
- ragréages,
- ancien revêtement,
- etc. ;

■ **les défauts d'aspect du support liés à la présence de salissures plus ou moins adhérentes :**

- dépôts de mortier, éclaboussures de plâtre ou de coulis d'injection,
- traces de produits de décoffrage ou de cure,
- efflorescences,
- traces de rouille,
- auréoles d'huile et taches de graisse,
- traces de fumée,
- poussière, coulures diverses et salissures,
- déjections diverses,
- taches dues à des micro-organismes tels que les algues (vertes, noires), les lichens...,
- graffiti,
- etc. ;



Photo n° 8 : exemples de défauts d'aspect
(crédit photo Poineau)

■ **les défauts d'aspect du support liés à des défauts de teinte :**

- les variations de teinte qui affectent le béton sur plusieurs millimètres d'épaisseur, voire plus,
- les taches noires qui affectent le béton sur plusieurs millimètres d'épaisseur et sont dues à une concentration locale de grains de ciment,
- les pommelages qui sont des phénomènes dus à la présence de gros granulats très proches de la surface du béton (effet de transparence) ;

Rappel, les parements (surfaces vues) peuvent être qualifiés :

- **dans le domaine du génie civil**, de parements soignés simples, soignés fins ou soignés ouvragés par référence au **fascicule 65 du CCTG**.

ATTENTION au piège de l'article 11.5.1 du fascicule 65 du CCTG qui impose pour les surfaces destinées à être peintes les exigences des parements fins pour le bullage et l'exigence des parements simples pour la planéité. Le marché doit être rédigé en conséquence pour éviter sur le chantier les contestations sur la prise en charge du traitement de la non-conformité éventuelle entre le peintre, le bétonnier et le maître d'œuvre.

- dans le domaine du bâtiment, de parements élémentaires, ordinaires, courants ou soignés par référence aux normes homologuées : **norme-DTU 21 et NF DTU 23.1** ;

Les **NF DTU 59.1** (Revêtements de peinture en feuil mince, semi-épais et épais)¹⁰, et **NF DTU 42.1** (Réfection de façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères) ainsi que la **norme-DTU 59.3** (Peinture de sols), exigent, pour pouvoir appliquer un système donné de protection (peinture, revêtement plastique épais...), que le parement présente une certaine qualité. Si cette qualité n'est pas atteinte, des travaux de remise en état du support sont nécessaires. Ces normes-DTU ajoutent des exigences de forme et renvoient à la **norme-DTU 21** et au **NF DTU 23.1** susvisés dans la présente note.

- les caractéristiques physiques et chimiques de la peau du béton et l'état des armatures (seuls des essais en laboratoire ou in situ permettent de quantifier l'état chimique du support¹¹) :
 - surface lisse (glacée) et donc peu absorbante,
 - surface rugueuse et donc absorbante (parfois trop),
 - surface pulvérulente et donc nuisant à l'adhérence des revêtements,
 - perméabilité à l'eau ou aux gaz,
 - porosité superficielle,
 - résistance à la pénétration des chlorures (coefficient de diffusion des chlorures),
 - humidité du béton dans la masse (normalement, lors de l'application d'une peinture ou d'un revêtement, le taux d'humidité du support ne doit pas dépasser 5%, sauf lorsqu'il s'agit de produits à base de liants hydrauliques qui, eux, nécessitent une humidification du support),
 - enrobage des armatures, car un défaut d'enrobage diminue localement la durée d'incubation de la corrosion,
 - pH de la couche superficielle du béton, car un pH trop élevé peut attaquer certains produits et systèmes de protection,
 - pH du béton d'enrobage des armatures à plusieurs niveaux, ce qui permet de connaître la profondeur de carbonatation et donc les risques de corrosion des armatures,
 - présence et teneur en chlorures dans le béton d'enrobage des armatures à plusieurs niveaux, ce qui permet d'évaluer les risques de corrosion des armatures,
 - potentiel d'électrode des armatures : cette mesure est à effectuer si la profondeur de carbonatation atteint ou dépasse les armatures ou si le dosage en chlorure près des armatures dépasse de l'ordre de 0,4% du poids du ciment,
 - résistivité du béton : cette mesure permet de confirmer les mesures du potentiel d'électrode,
 - vitesse de corrosion : cette mesure est effectuée si les résultats des mesures de potentiel laissent présager des risques de corrosion,
 - présence ou absence de signes d'alcali-réaction ou de réaction sulfatique externe ou interne. Des investigations particulières sont nécessaires pour confirmer qu'il s'agit bien de réactions de gonflement interne,
 - etc. ;

¹⁰/ Rappel : la norme-DTU 59.2 (revêtements en plastique épais sur béton) a été rendu obsolète par la norme **NF EN 15824**.

¹¹/ Se reporter au guide méthodologique de l'**AFGC** intitulé : Méthodologie d'évaluation non destructive de l'état d'altération des ouvrages en béton, paru aux **Presses de l'ENPC** en 2005.

Rappel : si le béton est atteint par l'**alcali-réaction** ou par une **réaction sulfatique interne**, il faut se reporter aux **guides du LCPC de décembre 2002** (protection du béton) **et de novembre 2003** (gestion des RGI). Certains produits et systèmes de protection peuvent être utilisés pour ralentir les phénomènes de gonflement interne sans les stopper définitivement.

■ **les caractéristique de l'environnement de l'ouvrage** (des essais en laboratoire ou in situ sont nécessaires pour qualifier l'agressivité de certains environnements) :

- paroi exposée à la pluie (l'inclinaison de la paroi joue également),
- humidité interne due à la présence d'eau sous pression ou contre-pression,
- ruissellement ou stagnation d'eau,
- présence et identification des eaux (douce, acide, résiduelle, de mer...),
- atmosphère marine (embruns), urbaine, industrielle, etc.,
- projections d'eau chargée en sels de déverglaçage,
- agressivité du sol,
- conditions climatiques (ensoleillement intense, intensité du gel, fréquences des cycles de gel-dégel...),
- présence et identification de micro-organismes,
- etc.

Compte tenu de l'état du support et de l'environnement de l'ouvrage, le marché doit donc fixer les travaux à effectuer pour mettre le support en l'état de recevoir le revêtement général de protection (voir la suite du présent guide).

4.2.3.2.3 Support fissuré

Se reporter au **guide FABEM 3** « Traitement des fissures » et à la norme **NF P95-103**.

> **Les informations à relever sur l'origine et les caractéristiques des fissures sont les suivantes :**

- leur classification en fissures structurelles (nécessitant des travaux de réparation ou renforcement ne relevant du présent guide) et non-structurelles ;
- leur géométrie (ouverture, tracé...) et leur classement (faïençage, microfissures, fissures fines, fissures moyennes, lézardes, etc.) ;
- leur exposition sur la construction. Sont-elles situées à l'intérieur ou à l'extérieur de la construction ? Quelle est leur orientation par rapport aux points cardinaux ?¹²;
- leur orientation et leur position sur le support (par exemple, fissure au plafond, suivant une diagonale, dans un angle, etc.) ;
- leur activité ou non (fissures dites actives ou mortes) ;
- leur exposition aux intempéries (risque de venues d'eaux de pluie...) ;
- la présence d'eau libre ou sous pression ;

12/ Les mouvements thermiques des fissures des parois exposées au sud sont plus importants que ceux des fissures des parois exposées au nord.

- l'accessibilité aux faces de la pièce affectées par la fissuration ;
- leur état de propreté ;
- la présence d'armatures corrodées sans réduction de section ou avec (ce cas se rencontre lorsqu'une fissure laisse passer l'eau qui entraîne la rouille et accélère le processus de corrosion avec le risque de ruptures brutales [balcons, murs de soutènement...]) ;
- la présence d'armatures rompues ;
- leurs causes et leurs conséquences. **Il faut impérativement répondre au moins aux quatre questions suivantes :**
 - la structure présente-t-elle ou non **une insuffisance de force portante ?**
 - **un risque de rupture brutale** est-il à redouter ?
 - **une corrosion des armatures** se développe-t-elle ?
 - la **corrosion** est-elle **localisée** ou **généralisée** ?

Suivant l'importance de la fissuration (répartition et ouverture des fissures) et la famille du revêtement de protection à mettre en œuvre, un **traitement des fissures est ou non nécessaire** (injection, armature, calfeutrement...). L'attention est attirée sur les points suivants :

- La résistance à la fissuration, des produits et systèmes relevant de la norme **NF EN 1504-2**, ne fait pas partie des caractéristiques pour **toutes les utilisations prévues (■)**, elle nécessite donc un **essai optionnel** ; l'**annexe ZA** indique que l'essai de résistance à la fissuration n'est nécessaire que si le produit ou le système est prévu pour cet usage ;
- le nouveau guide **GA P18-902** impose dans les **fonctions principales optionnelles** les classes minimales de fissuration A3 pour le niveau de performance 1 et A5 pour le niveau de performance 2 (essais effectués à -10°C). Ce n'était pas le cas pour l'ancien guide de 2004 ;
- La norme **NF P95-103** dans son **annexe B** décrit les méthodes de traitement des fissures et des supports fissurés en fonction de l'ouverture des fissures et de l'état du support (sec, humide, ruisselant (se reporter au Tableau n° 5 ci-après).

Le marché doit donc, si nécessaire, fixer la **classe de fissuration (Ai ou Bi)** pour les **fourchettes de température** que peut subir l'ouvrage et le traitement à appliquer aux fissures (voir la suite du présent guide).

En présence d'armatures fortement corrodées ou rompues, après analyse des risques, des mesures de sauvegarde doivent être éventuellement prises dans le cas où une **rupture brutale** serait possible (voir les photographies ci-après dans la suite de l'article). Ensuite un **projet de réparation** est à mettre à l'étude (cf. le guide **FABEM 1**...).

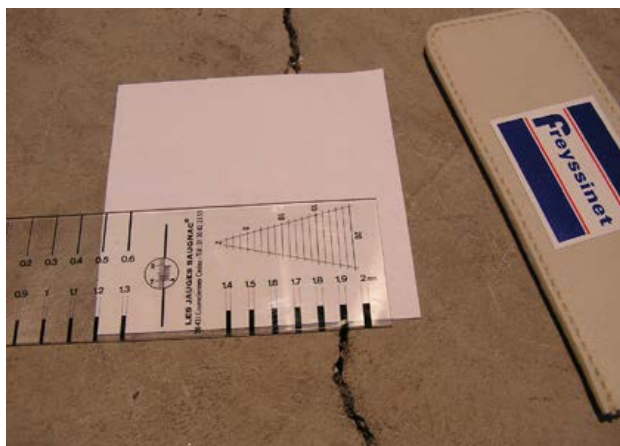


Photo n° 9 : fissure sur une paroi (crédit photo Freyssinet)

4.2.3.2.4 Liste des principaux essais de qualification d'un support¹³ :

Cet article concerne un support béton neuf ou non revêtu. Le cas d'un support existant revêtu est traité dans un autre article ci-après.

■ **NF DTU 54.1 :**

- détermination du taux d'humidité du support à la « bombe à carbure » ou par « sonde hygrométrique ». Les procédures des essais sont détaillées dans son annexe B (voir également les règles professionnelles SEL) ;

■ **annexe D du NF DTU 59.1 :**

- tolérances de planéité des subjectiles en béton brut de décoffrage (voir aussi la **norme-DTU 21**) ;

■ **annexe 1 de la norme-DTU 59.3 :**

- détermination du pourcentage d'humidité par séchage à 70°C,
- détermination du pourcentage d'humidité par humidimètre capacitif,
- évaluation du taux d'humidité à l'aide d'une feuille de matière plastique,
- évaluation du taux d'humidité à l'aide de solutions colorées,
- évaluation de la pulvérulence du support et utilisation des clichés de référence de la norme expérimentale **XP T30-081**,
- détermination de la cohésion superficielle :
 - par un essai d'arrachement dérivé des normes homologuées **NF EN ISO 4624** de 2003 (peintures et vernis – Essais de traction) et **NF EN 1542** de juillet 1999 (Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essais - Mesurage de l'adhérence par traction directe),
 - par un décapage à haute pression ;
- détermination du **pH** avec l'aide de diverses solutions colorées, mais seule l'utilisation de la phénolphtaléine fait l'objet d'une norme (**NF EN 13295**) ;

Solutions	pH limites de virage	Colorations
Bleu de bromothymol	6,0 – 7,6	Jaune-bleu
Rouge de phénol	6,8 – 8,4	Jaune-rouge
Rouge de crésol	7,2 – 8,8	Jaune-rouge
Bleu de thymol	8,0 – 9,6	Jaune-bleu
Phénolphtaléine	8,3 – 10	Incolore-rose
Jaune d'alizarine	10,0 – 12,0	Jaune-lilas

Tableau n° 3 : différents réactifs de contrôle du pH

Note : le processus de mesure du pH figure dans la partie du présent guide consacré aux contrôles.

13/ Se reporter au guide méthodologique de l'AFGC intitulé : Méthodologie d'évaluation non destructive de l'état d'altération des ouvrages en béton paru aux Presses de l'ENPC en 2005.

- guide technique de 2002 du LCPC (protection du béton) :

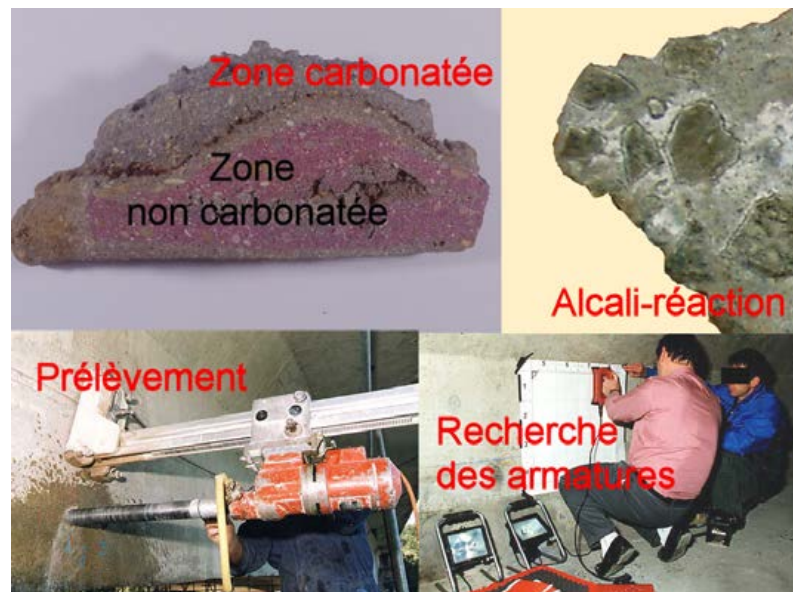


Photo n° 10 : différents essais d'évaluation de l'état d'un support
(crédit photo Parexlanko, Sétra et Poineau)

L'article 5.1.2 en page 47 de ce guide du LCPC donne la liste les mesures et essais à effectuer sur le support en fonction des agents agresseurs présents dans l'environnement de la structure (gel, gel + sel, eau de pluie, CO₂, Cl-...). Les essais de qualification du support béton visés sont les suivants :

- mesure de la porosité ouverte,
- mesure de la perméabilité à l'eau sous pression suivant la norme homologuée **NF P18 862** (essai de résistance à la pression ou contre-pression hydrostatique – Sur éprouvettes à surface rugueuse ou lisse),
- mesure de l'enrobage des armatures,
- mesures de l'enroulement des armatures, de la résistivité du béton et de la vitesse de corrosion,
- mesure de l'indice de fissuration d'un parement,
- mesure de la carbonatation,
- mesure de la perméabilité du béton aux chlorures,
- mesure de la teneur en chlorures du béton,
- mesure du taux de bulles ou « facteur d'espacement) d'un béton avec entraîneur d'air (cas de certains bétons exposés au gel interne),
- essai d'écaillage visé par la norme expérimentale **XP P18-420** de mai 2012 (Béton - Essai d'écaillage des surfaces de béton durci exposées au gel en présence d'une solution saline),
- résistance à la compression du béton à partir de carottes prélevées in-situ suivant la norme homologuée **NF EN 12504-1** d'avril 2012 (Essais pour béton dans les structures - Partie 1 : carottes - Prélèvement, examen et essais en compression),
- mesure de la masse volumique et de la porosité,
- analyse pétrographique (cas de **RGI**),
- potentialité de gonflement résiduel (cas de **RGI**),
- analyse chimique du béton...

Note : De nombreuses fiches relatives aux méthodes d'auscultation du matériau en place sont disponibles sur le site de l'IFSTTAR.

Bien que le présent guide ne traite pas des étanchéités, il y a lieu d'indiquer l'existence des quatre règles professionnelles concernant les travaux d'étanchéité par application de **systèmes d'étanchéité liquide (SEL)** disponibles sur internet. Les deux dernières règles de 2012 et 2013 relatives aux rampes et dalles de parking détaillent dans leurs annexes avec croquis et photos **des essais permettant de qualifier un support en béton**. Ces deux normes détaillant les mêmes essais, n'ont été retenus que ceux des règles relatives aux dalles de parking de 2013.

■ **Annexe B des règles professionnelles concernant les travaux d'étanchéité par application de systèmes d'étanchéité liquide (SEL) sur les dalles de parking :**

- essai n°1 : mesure de la cohésion superficielle **avant préparation du support** basée sur la norme **NF EN 1542** avec **une méthode d'interprétation des essais**,
- essai n°2 : mesure de l'humidité massique (**HM**) à la **bombe à carbure** et de l'humidité relative d'équilibre (**HRE**) à la **sonde hygrométrique**,
- essai n°3 : mesure de la cohésion superficielle **après préparation du support** basée sur la norme **NF EN 1542** avec **une méthode d'interprétation des essais**,
- essai n°4 : mesure de la porosité superficielle à la « **goutte d'eau** » (la mesure de la durée d'absorption permet de distinguer les supports trop absorbants ou pas assez et de choisir les traitements correctifs à mettre en œuvre),
- essai n°5 : méthode de mesure et d'enregistrement des paramètres d'ambiance et d'environnement (humidité atmosphérique (**HR**), température ambiante et du support, température du point de rosée).

Note : la suite de l'annexe B et l'annexe D traitent d'essais destinés à qualifier le revêtement mis en œuvre (épaisseur du film, macro-texture, adhérence au support, cisaillement à l'interface entre le revêtement et le support, résistance à l'abrasion).

4.2.3.2.5 Facteurs à prendre en compte lors du choix d'un produit ou d'un système de protection en fonction de l'état du support et de sa fissuration

L'article 5.1.1 en page 42 du guide technique de 2002 du LCPC donne les familles de produits à utiliser ainsi que les traitements complémentaires à effectuer (extraction des chlorures, réalcalinisation, remplacement du béton pollué...) suivant l'état physique (défauts d'aspect, fissures...) et chimique (niveau de carbonatation et teneur en chlorures) du support.

Ce document a été complété et mis à jour par la partie de la norme **NF P95-103** consacrée à la **protection dite généralisée**. Cette partie comporte de **nombreux tableaux** très explicites, qui sont repris dans la suite du présent guide.

Ces deux documents visent surtout les structures appartenant au **domaine des ouvrages d'art et du génie civil**. Ils permettent de s'orienter rapidement vers des solutions fiables.

Il a cependant été nécessaire de les compléter en explicitant ci-après les raisons des choix proposés et en traitant également le **domaine du bâtiment** qui présente des particularités liées aux **normes-DTU** et aux obligations de **garanties spécifiques**.

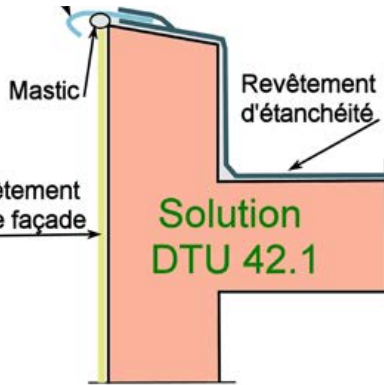
4.2.3.2.5.1 Principales relations entre l'état du support et le choix du produit ou du système de protection :

Il est rappelé que l'état du support doit être qualifié lors **des études spécifiques préalables au diagnostic**, comme indiqué dans l'**avertissement** en tête du présent guide.

L'ORIENTATION DU SUPPORT.



Décollement d'un revêtement de plaquettes collées



Décollement d'un revêtement de protection

Photo n° 11 : incidences de l'orientation et des dispositifs de protection du support sur la tenue des revêtements (crédit photo Poineau)

L'**orientation du support** joue sur la tenue et la durabilité de certains des produits et systèmes de protection. Par exemple, vis-à-vis des eaux de pluie, la protection se trouve, suivant l'orientation du support, soumise, soit à un simple ruissellement, soit à une stagnation des eaux.

L'orientation du support limite parfois l'emploi de certains produits. Par exemple, les **revêtements de façade** visés par le **NF DTU 42.1** ne s'appliquent pas aux parois faisant avec la verticale un angle supérieur à 10°, exception faite des bétons architectoniques (surface faisant avec la verticale un angle jusqu'à 45°), ainsi que des bandeaux, corniches, ou couronnements de largeur limitée. Ils ne s'appliquent pas non plus aux balcons et loggias (dessus, dessous et nez de dalle), aux jardinières et aux parois en contact avec l'humidité (murs de soutènement) ou exposées aux remontées capillaires. De plus, pour éviter un **risque de décollement du revêtement**, les arêtes supérieures des faces verticales doivent être protégées par une corniche, des couvertines...

Il convient donc de choisir **les produits et systèmes de protection** en respectant **leur domaine d'emploi** fixé dans les **normes, CCTG, norme-DTU, guides, Avis Techniques, fiches techniques** (notices d'emploi) et rappelé, dans la mesure du possible, dans le présent guide.

LA TEXTURE ET LES DÉFAUTS DE TEXTURE

Les nids de cailloux, arrachements, épaufrures, aciers apparents, etc. doivent faire l'objet de **réparations** avant la réalisation du traitement de protection. Les techniques de réparation sont développées dans les **guides FABEM 1** et **FABEM 5** (Béton projeté).



Photo n° 12 : chantier montrant la préparation du support et la protection réalisée (crédit photo Parexlanko)

Les bullages, les traces de ressuage... peuvent imposer **un ragréage** du support si les défauts sont nombreux et profonds et également **si l'aspect** fait partie **des fonctions exigées du produit ou du système de protection** et que ce dernier ne peut masquer les défauts. Par exemple, une mise en peinture devant assurer à la fois une fonction d'aspect et de protection peut nécessiter un ragréage soigné du support, dont la consistance est à fixer par **le marché**.

Certains des produits et systèmes de protection peuvent couvrir certains **défauts de texture**, sans nécessiter un traitement préalable du support. Le tableau de la page 44 du **guide technique** de 2002 du LCPC donne la famille de systèmes utilisables en fonction du défaut existant.

La laitance, les éclaboussures de coulis, les dépôts de mortier, doivent être éliminés lors de la préparation du support (se reporter à l'article 5.2 ci-après).

LES ANCIENS REVÊTEMENTS

Les anciens revêtements doivent être identifiés. Par exemple, en l'absence d'information dans le dossier de l'ouvrage ou en attendant les résultats de test d'identification sur prélèvement en laboratoire, un test à la flamme d'un chalumeau à gaz permet de connaître la nature de certains produits :

- la plupart des peintures se ramollissent assez rapidement,
- les revêtements de peinture épais (**RPE**) se ramollissent mais moins rapidement,
- les revêtements à base de liants hydrauliques (enduits) ne réagissent pas à la flamme.

Les anciens revêtements (hydrofuges, peintures, revêtements à base de liants organiques ou de liants hydrauliques, etc.) doivent être, soit éliminés si les exigences techniques l'imposent, soit sondés afin d'éliminer les parties non adhérentes en vue de leur réutilisation en sous-couche. **Le marché** fixe les obligations de **l'entrepreneur** ¹⁴.

14/ En cas d'enlèvement du revêtement existant, il y a lieu de se préoccuper **de la gestion des déchets ainsi générés**.

Parmi les tests simples pour juger de l'**adhérence d'un ancien revêtement**, il est possible de citer ceux développés dans l'**annexe A du NF DTU 42.1** mais aussi dans les **règles professionnelles SEL** relatives aux planchers et murs intérieurs ainsi qu'aux planchers dominant des parties non closes du bâtiment, voire d'autres documents :

- l'aspect visuel évalué par l'absence ou une présence limitée (5% de la surface totale) de défauts (écailles, cloques, fissures...),
- la mesure de l'épaisseur du revêtement existant sur la tranche d'écailles prélevées conformément à la norme **NF T30-123 (norme abrogée)**,
- l'adhérence au support contrôlée par le **test classique du quadrillage**¹⁵ visé par la norme homologuée **NF EN ISO 2409** d'avril 2013 (Peintures et vernis - Essai de quadrillage) permet de s'assurer rapidement de la qualité de l'adhérence d'un revêtement sur son support. Ce test peut se pratiquer sur un revêtement sec comme sur un revêtement humide,
- l'adhérence peut aussi être contrôlée efficacement par l'**essai de traction**, défini par les normes homologuées **NF EN ISO 4624** et **NF EN 1542** sous réserve de multiplier le nombre des essais (essai dont l'exécution et l'interprétation des résultats des essais sont détaillées ci-après),
- la susceptibilité à l'eau d'un revêtement peut être contrôlée par l'essai décrit dans l'**annexe A du NF DTU 42.1**,
- l'utilisation d'un couteau de peintre permet de tester rapidement l'adhérence d'un revêtement à base de liants synthétiques, par exemple, un revêtement de type **RPE**,
- le sondage au marteau permet de s'assurer de l'adhérence d'un revêtement à base de liants hydrauliques.



Photo n° 13 : test du quadrillage sur un revêtement existant
(crédit photo Parexlanko)

La **cohésion et la dureté d'un revêtement à base de liants hydrauliques** sont à vérifier, par exemple, en appuyant manuellement une tige métallique sur le revêtement. Si la tige pénètre en profondeur, il est préférable d'éliminer complètement le revêtement existant.

^{15/} Ce test consiste à découper la peinture en petits carrés de 2 mm de côté sur une surface de 10 cm². Si plus de 20% des carrés se détachent du support, la peinture est dite non-adhérente (se reporter au texte de la norme ou au **NFDTU 42.1** ou aux **règles professionnelles SEL**).

L'application d'un nouveau produit ou système de protection sur un revêtement existant impose aussi de vérifier la compatibilité chimique des produits et impose des travaux de préparation du support :

- par exemple, la présence d'un hydrofuge de surface (à base de silicones) est incompatible avec la mise en œuvre d'un revêtement à base de liants hydrauliques, d'une peinture, etc.,
- par exemple, il est nécessaire, après nettoyage, de ragréer un enduit de type tyrolien à la texture très modelée avant l'application d'un nouveau revêtement de protection à base de liants hydrauliques...
- la compatibilité d'un nouveau revêtement sur l'ancien peut être contrôlée efficacement par un essai de traction directe décrit dans les normes **NF EN ISO 4624** et **NF EN 1542** (essai dont l'exécution et l'interprétation des résultats des essais sont détaillées ci-après).

Un revêtement existant à base de liants hydrauliques est directement compatible avec la mise en place d'un autre revêtement à base de liants hydrauliques, s'il est absorbant. Par exemple, un moyen simple de contrôle consiste à projeter de l'eau sur le support : si l'eau y pénètre, celui-ci est considéré comme absorbant ; si l'eau ruisselle, le support est non-absorbant (se reporter aussi au test de la goutte d'eau susvisé).

LES DÉFAUTS DE FORME

Suivant l'importance des défauts et les fonctions exigées du produit ou système de protection, les balèvres et saillies doivent être éliminées et les creux ragrésés. Les rattrapages de niveau sont à réaliser « en queue de billard » sur une longueur à fixer et d'au moins 0,30 m. **ATTENTION**, les agrèges en faible épaisseur (< 1 cm) requièrent des mortiers de **type PC**.

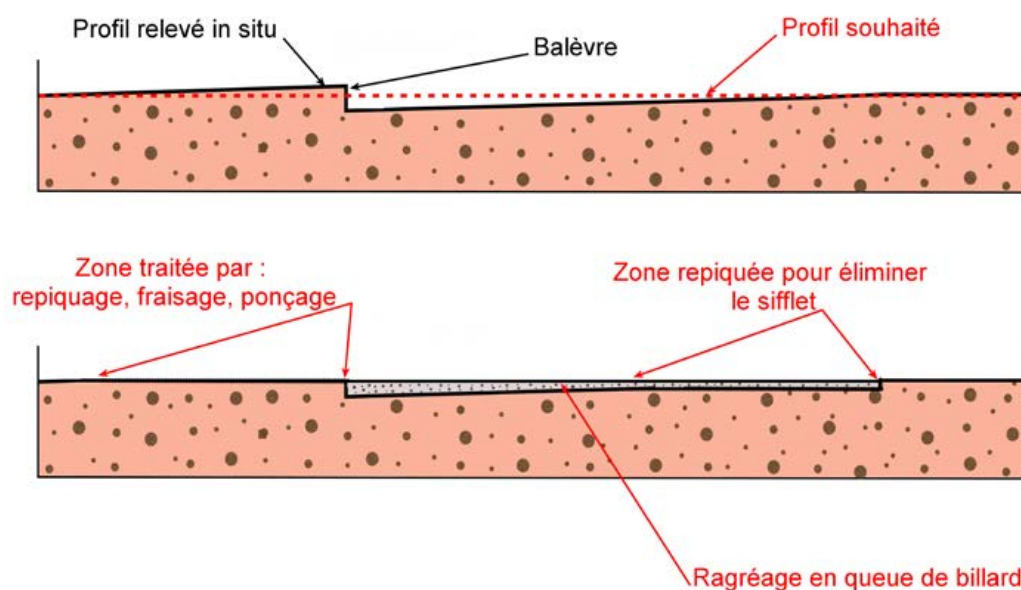


Figure n° 5 : principe de réalisation d'un rattrapage dit « en queue de billard »

LES DÉFAUTS D'ASPECT

Les différents défauts d'aspect, tels que les poussières, les taches, les efflorescences, les algues, les graffiti, etc. doivent être éliminés lors de la préparation du support (se reporter à l'article 5.2 ci-après).

Rappel, certains des produits et systèmes de protection peuvent couvrir certains **défauts d'aspect** sans nécessiter un traitement préalable du support. Le tableau de la page 44 du **guide technique de 2002 du LCPC** donne la famille de systèmes utilisables en fonction du défaut existant.

LES CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON DU SUPPORT ET L'ÉTAT DES ARMATURES

- incidence de la **porosité** interne du support.

Elle joue sur les produits et systèmes de protection utilisables. Dans le cas des produits et systèmes de protection du type imprégnations, lasures, peintures et revêtements, d'après l'article 5.1.1 du **guide technique de 2002 du LCPC**, les conditions d'emploi sont les suivantes :

- porosité < 12% : tous les systèmes de protection peuvent être utilisés ;
- 12% ≤ porosité ≤ 20% : seules les peintures et revêtements sont utilisables ;
- porosité > 20 % : un ragréage préalable est nécessaire avant la mise en œuvre d'un produit ou système de protection.
 - incidence du **pH du support** en béton ou en mortier à base de liants hydrauliques (mortier de ragréage...).

Certains des produits et systèmes de protection comme **les peintures** ne peuvent être mis en place sur un béton neuf ou un ragréage récent à base de liants hydrauliques dont le **pH atteint 12 ou 13**. Il faut attendre un début de carbonatation de la surface du béton, qui fait retomber le **pH à 9 ou 10** comme l'indique le **guide technique de 1999 du LCPC** sur la mise en peinture des bétons de génie civil.

DANS LE DOMAINE DU BÂTIMENT ¹⁶ :

Le **NF DTU 59.1** impose un **pH < 13**, l'ancienne **norme-DTU 59.2** imposait un **pH < 12**. La **norme homologuée NF P74-203-1 (norme-DTU 59.3)** impose **8 ≤ pH ≤ 12**. Ces deux textes sont divergents, il convient de consulter la fiche technique du produit pour savoir si la mise en place d'une couche isolante est ou non nécessaire.

DANS LE DOMAINE DU GÉNIE CIVIL :

Un **délaï minimal de 2 mois** était prescrit dans l'article 152.2 du **fascicule 65 du CCTG de 2008** (il est à noter que si la préparation du support prévoit l'enlèvement de la couche de laitance, il est nécessaire de contrôler le **pH** du support après cette opération).

INCIDENCE DE LA CAPILLARITÉ SUPERFICIELLE

Un **béton rugueux ou lisse et absorbant** nécessite une simple humidification en cas de mise en œuvre d'un revêtement de protection à base de liant hydraulique. Dans le cas contraire, un **béton lisse et non absorbant** nécessite, soit de réaliser un gobetis à base de ciment et résines, soit de passer sur la surface un primaire pour permettre l'accrochage du revêtement ultérieur.

^{16/} Les exigences des différents DTU sur les valeurs du pH du support semblent manquer d'harmonisation.

INCIDENCE DE LA CORROSION DES ARMATURES

Il faut rappeler **qu'un examen visuel** du béton ne renseigne ni sur la pénétration des agents agressifs ni sur l'existence ou non d'une corrosion des armatures. En effet, la corrosion, à ses débuts, ne se manifeste pas forcément par des signes visibles à la surface du béton, tels que des traces de rouille, des fissures, des fractures, des délaminations et des éclatements.

Mettre un produit ou un système de protection quelconque sur une structure dans laquelle **la corrosion des armatures est avancée, mais sans signes apparents**, ne va pas stopper le mécanisme en cours, même s'il en sera quelque peu ralenti.

Il est donc nécessaire, sur les structures existantes dont l'âge dépasse une quarantaine d'années ou qui sont situées dans un environnement particulièrement agressif, **de procéder à certaines des mesures visées par l'article précédent**. Ces mesures ont pour but de connaître **la qualité du béton et l'état des armatures**. Se reporter aux deux **documents scientifiques et techniques de l'AFGC** :

- le guide de novembre 2003 de l'AFGC intitulé « Réhabilitation du béton armé dégradé par la corrosion » ;
- le guide de juillet 2004 de l'AFGC intitulé « Conception des bétons pour une durée de vie donnée des ouvrages »).

Note : La majeure partie des structures en béton armé ou précontraint construite hors des zones maritimes jusque dans les années 90 a été conçue avec un enrobage minimal des armatures passives de 2 cm (le diamètre des barres s'il dépasse 20 mm), ce qui est normalement compatible avec une durée de vie d'environ 50 ans (période de temps nécessaire, par exemple, à la carbonatation pour atteindre les armatures). L'expérience montre que de nombreuses structures connaissent des débuts de corrosion avant les 50 ans, à cause de la perméabilité trop élevée de la peau du béton, du non-respect des enrobages, de l'utilisation de fondants routiers (chlorures)...

Si les mesures effectuées montrent :

- **l'existence d'une corrosion d'un élément d'une structure**, soit avec un front de carbonatation juste au niveau ou ayant dépassé le niveau des armatures, soit un excès de chlorures..., cela impose de procéder, soit à des traitements électrochimiques préalables pour extraire les agents agressifs (extraction des chlorures et/ou réalcalinisation du béton), soit de remplacer le béton pollué... (se reporter aux **guides FABEM 1** et **FABEM 5** ainsi qu'aux **normes NF P95 101** révisée et **NF P95-103**). Après ces deux traitements il est nécessaire de mettre en œuvre **un produit ou un système de protection** pour réduire au maximum la pénétration des agents agressifs qui ne manquerait pas de se reproduire, puisque :
 - les traitements électrochimiques ne modifient, ni la porosité, ni la perméabilité du béton existant,
 - les traitements de remplacement du béton pollué ne s'appliquent pas forcément à la totalité de l'élément de la structure ;
- **une absence de corrosion avec un front de carbonatation éloigné des armatures, une teneur en chlorures faible, etc.**, il est envisageable de prévoir la mise en œuvre **d'un produit ou d'un système de protection** pour ralentir au maximum la pénétration des agents agressifs et ainsi augmenter la durée de vie résiduelle de la structure, si cela correspond aux souhaits du **maître d'ouvrage**.

Le tableau de la page 44 du guide technique de 2002 du LCPC donne les traitements préalables éventuels à effectuer (extraction des chlorures, réalcalinisation du béton, voire l'utilisation après une épreuve de convenance validée d'inhibiteurs de corrosion¹⁷ applicables en surface du béton durci...) et le type de protection à mettre en œuvre en fonction de la profondeur de carbonatation et/ou du taux de chlorures.

L'ENVIRONNEMENT

L'utilisation des résultats des essais effectués en usine par le producteur et lors de la qualification ou lors **des essais d'étude** avant travaux permettent de retenir un produit ou un système de protection apte à satisfaire aux exigences **du marché**.

Les **différents essais de qualification**, relatifs **aux différentes fonctions** auxquelles doivent satisfaire les produits de protection, sont explicités en détail dans la suite du guide.

ATTENTION, par exemple, un revêtement conforme à la **norme NF EN 1504-2**, dont l'usage prévu est la **protection contre les risques de pénétration** (principe 1), n'a pas obligatoirement été testé vis-à-vis de la **classe d'environnement** à laquelle il va être soumis puisqu'il s'agit de caractéristiques pour « **certaines utilisations prévues** » testées par les méthodes d'essai 9, 10 et 20 de la norme, à savoir :

- adhérence après compatibilité thermique (méthodes d'essai n°9) :
 - cas des applications extérieures avec influence des sels de déverglaçage,
 - cas des applications extérieures sans influence des sels de déverglaçage ;
- résistance aux chocs thermiques (méthodes d'essai n°10) ;
- comportement au vieillissement artificiel (méthodes d'essai n°20).

Lors de la mise au point du **projet**, il est conseillé de s'assurer que les **fabricants** disposent de **produits ou systèmes** aptes à supporter la ou les **classe(s) d'environnement** de l'ouvrage. **Le marché** peut aussi imposer au fabricant de fournir une **attestation** sur le tenue de son produit ou systèmes à la ou aux **classe(s) d'environnement** (elles ne sont pas intégrées dans les normes produits de protection).

De plus, si la **stabilité dans le temps des caractéristiques colorimétriques** de ce revêtement doit être assurée à cause d'une exigence d'aspect, il faut savoir que les méthodes d'essais correspondantes ne relèvent pas de la **norme NF EN 1504-2**.

Remarque : les revêtements de couleur foncée doivent être évités. Les **normes-DTU** fixent comme limite un coefficient d'absorption du rayonnement solaire < 0,7 (ce qui correspond à un indice de luminescence > 35%).

Il faut attirer l'attention des différents acteurs sur le fait qu'en **l'absence d'essais probants** vis-à-vis d'une fonction sur un produit ou un système de protection, **la réalisation d'une épreuve d'étude demande plusieurs mois**. Il faut donc dans un tel cas intégrer ce délai dans le **calendrier de réalisation de l'opération**, sinon la gestion du chantier peut devenir délicate.

17/ Il existe aussi des inhibiteurs de corrosion des armatures de béton armé qui sont incorporés sous forme d'adjuvants dans le béton frais lors de sa fabrication dont l'efficacité est reconnue (se reporter au **guide FABEM 1**).

4.2.3.2.5.2 Principales relations entre la fissuration du support et le choix du produit ou système de protection :

GÉNÉRALITÉS

Il est rappelé que la fissuration du support doit être qualifiée lors **des études spécifiques préalables au diagnostic**. Se reporter au **guide FABEM 1** qui détaille la procédure à suivre.

La mise en œuvre **d'un produit ou d'un système de protection** n'est applicable qu'aux structures pour lesquelles la fissuration n'a pas d'incidence sur **la force portante de l'ouvrage**. En effet cette technique ne peut, tout au plus, que recouvrir les fissures existantes.

Attention, des fissures bien ouvertes ont une incidence négative sur la durabilité de la structure concernée, même s'il s'agit de fissures sans incidence sur la capacité portante, comme certaines fissures liées aux retraits gênés dont les ouvertures peuvent dépasser les valeurs limites, en particulier, en l'absence ou l'insuffisance d'armatures de peau

Les conséquences sur la durabilité, en particulier vis-à-vis **de la corrosion des armatures** et de la fissuration des structures en béton armé et béton précontraint, sont explicitées ci-après.

CAS DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

Rappel :

- les règles de calcul du béton armé avant l'**Eurocode 2** limitaient la contrainte dans les armatures à des niveaux différents suivant que la fissuration était considérée comme **peu préjudiciable, préjudiciable ou très préjudiciable** ;
- les règles de l'**Eurocode 2** limitent, pour les éléments en béton armé, l'ouverture des fissures suivant la **classe d'exposition** à laquelle ils sont soumis et sous la combinaison quasi-permanente des charges (ouvertures limites entre 0,2 à 0,3 mm et jusqu'à 0,4 mm pour les classes d'exposition XO et XC1).

Note : pour les ouvrages d'art, il faut considérer les combinaisons fréquentes : se reporter à l'**Eurocode 2 - partie 2 (ponts)**.

En l'absence de toute fissuration apparente, la corrosion se développe en deux étapes. La première, d'une durée t_0 , est la période dite **d'incubation** pendant laquelle les agents agressifs pénètrent dans le béton d'enrobage et arrivent au contact des armatures. Ensuite, la corrosion se développe, ce qui marque le début de la **période dite de propagation**.

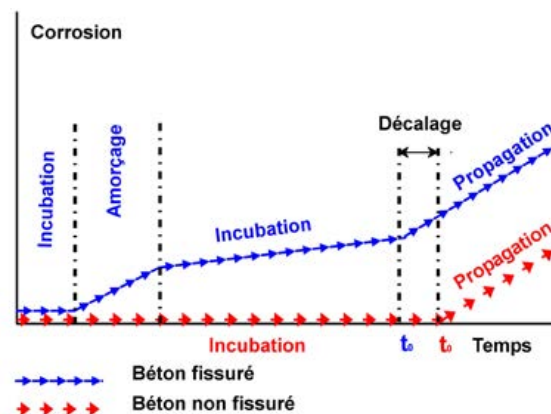


Figure n° 6 : illustration des périodes d'incubation et de propagation

L'expérience montre, qu'en présence d'une fissuration avec des fissures de faible souffle dont l'ouverture ne dépasse pas environ **0,4 mm**, il se produit **un amorçage de la corrosion**, mais **la période d'incubation** n'en sera que faiblement réduite. En effet, les produits de corrosion bouchent les fissures, ce qui arrête cette première corrosion. Ensuite, les agents agressifs vont pénétrer classiquement dans le béton d'enrobage des armatures jusqu'à les atteindre.

Ces fissures ne sont donc pas à priori pathologiques, sauf si elles sont soumises à **une circulation d'eau** qui va évacuer les produits de corrosion et donc accélérer le processus de corrosion. Ces fissures pathologiques peuvent se rencontrer en présence d'eau, par exemple, dans les réservoirs, les tabliers de ponts dont la chape d'étanchéité est défectueuse, les murs de soutènement, les culées, les murs de soutènement... au niveau des reprises de bétonnage...



Photo n° 14 : exemple de fissure constamment humide
(crédit photo DDE 54)



Photo n° 15 : conséquence de la circulation de l'eau au travers d'une fissure (crédit photo DDE 54)

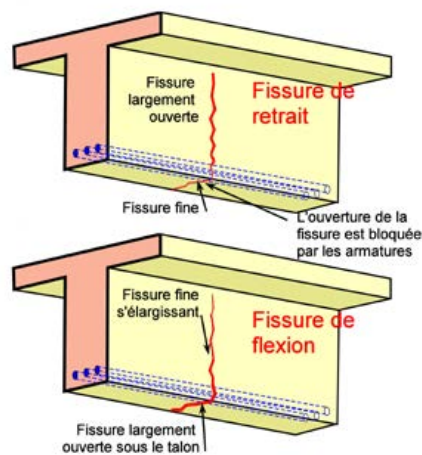


Figure n° 7 : comment différencier une fissure due aux différents retraits d'une fissure de flexion

Si les fissures sont **nettement actives**, elles sont davantage préjudiciables vis-à-vis de la durabilité, mais il y a peu de résultats de recherches sur l'accélération du processus de corrosion qui en résulte.

Des fissures dont l'ouverture dépasse 0,5 mm favorisent la pénétration des agents agressifs, ce qui accélère le processus de corrosion des armatures.

Si les fissures sont ouvertes au-delà du millimètre, il y a vraisemblablement un **début de plastification des armatures**. De telles fissures sont, le plus souvent, le signe **d'une insuffisance de résistance de la structure** aux sollicitations qui lui sont appliquées¹⁸.

Dans le cas des fissures actives, les armatures sont soumises à des variations de contraintes qui peuvent entraîner à terme des ruptures par fatigue et corrosion.

CAS DES STRUCTURES EN BÉTON PRÉCONTRAIT

Rappel :

- les règles de calcul du béton précontraint précédant l'**Eurocode 2**, considéraient vis-à-vis des **états limites de service trois classes** : la classe I (absence de fissuration du béton), classe II (une fissuration limitée) et classe III (une fissuration maîtrisée) ;
- les règles de l'Eurocode 2 limitent pour les éléments en béton précontraint l'ouverture des fissures suivant la classe d'exposition à laquelle ils sont soumis et sous la combinaison fréquente des charges (ouvertures limitées entre 0,2 à 0,3 mm). Des exigences de non-décompression du béton jouent également pour les classes d'exposition les plus sévères sous la combinaison quasi-permanente des charges en bâtiment et la combinaison fréquente des charges pour les ponts...

Il faut aussi distinguer dans une structure précontrainte **les parties qui relèvent du fonctionnement du béton armé de celles qui relèvent réellement du béton précontraint**. Les poutres sont toujours précontraintes longitudinalement, c'est parfois le cas transversalement s'il existe une précontrainte transversale de la dalle de couverture et c'est nettement plus rare verticalement, sauf s'il existe des étriers actifs dans les âmes.

Par exemple, dans une poutre-caisson précontrainte uniquement dans le sens longitudinal, **des fissures perpendiculaires à la direction de la précontrainte sont très souvent pathologiques** alors que **des fissures longitudinales dans le hourdis supérieur simplement armé** (sous réserve qu'elles soient fines et bien réparties) relèvent du fonctionnement normal d'une pièce en béton armé.

Jusque vers les années 80, les structures en béton précontraint étaient dimensionnées en « **précontrainte totale** » avec **très peu d'armatures de béton armé**. **Toute fissure active relève donc dans la plupart des cas de la pathologie structurelle**. Depuis cette époque, la majeure partie des constructions du génie civil et, en particulier, les ponts ont été dimensionnées en **classe II**, avec mise en place d'armatures de béton armé pour équilibrer les éventuelles tractions. Cependant, **toute fissure active relève, le plus souvent de la pathologie structurelle**.

Il n'y a pas, à ce jour, de retour d'expérience concernant les structures calculées aux **Eurocodes** qui, normalement, si elles sont bien conçues, correctement calculées et bien exécutées devraient présenter une durabilité satisfaisante.

Les fissures en béton précontraint comme en béton armé peuvent, d'une part, faciliter la pénétration des agents agressifs et donc **la corrosion des armatures passives comme actives** et, d'autre part, si elles sont actives, entraîner **des ruptures par fatigue et corrosion des armatures actives comme passives**.

18/ L'absence ou l'insuffisance des armatures de peau dans les âmes de poutres peut conduire, sous les effets des retraits gênés, à des fissures de plusieurs millimètres d'ouverture qui n'entraînent pas forcément une insuffisance marquée de la résistance mécanique de la structure. Elles facilitent cependant la pénétration des agents agressifs. Elles doivent donc être traitées.

LE TRAITEMENT DE LA FISSURATION DANS LE DOMAINE DU GÉNIE CIVIL

Le respect des règles de calcul et de conception ainsi que des règles de réalisation permet d'obtenir normalement des supports dont la fissuration est maîtrisée.

Un support peut parfois présenter une fissuration plus ou moins importante. Suivant l'origine, l'ouverture et l'activité des fissures et les fonctions à satisfaire, avant la mise en place d'un produit ou d'un système de protection, généralement, le traitement des fissures s'impose ; il est réalisé, soit par injection, soit par calfeutrement, soit par pontage. Le cas des fissures dues à une insuffisance structurelle est traité ci-après.

Cependant, le faïençage, les microfissures et les fissures très fines peuvent être traitées par la mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection non armé.

Dans le cas de supports susceptibles de se fissurer ultérieurement, il est envisageable d'utiliser des **produits satisfaisants aux classes de fissuration plus élevées** de la norme harmonisée **NF EN 1504-2** sans être obligé de mettre en place une armature généralisée. En effet, les revêtements visés par le **guide GA P18-902**, qui permettent de satisfaire à la **fonction principale de base** (protection contre la pénétration), doivent présenter une résistance à la fissuration statique de classe A3 (0,5 mm) ou A5 (2,5 mm). De tels produits et systèmes devraient être assez performants pour ponter les fissures **d'origine non structurelle** qui peuvent se développer dans les ouvrages en béton et béton armé.

Les fissures actives liées à une **insuffisance structurelle** nécessitent à la fois leur traitement (le plus souvent par injection pour rétablir la continuité de la matière) et le **renforcement de la structure** (par exemple, par une précontrainte additionnelle).

Le second tableau ci-après, extrait des guides **FABEM 2** et **FABEM 3**, a été repris avec quelques modifications dans la norme **NF P95-103**. Il donne les solutions usuelles pour le traitement d'un support fissuré en fonction de l'ouverture (w) des fissures à traiter exprimée en millimètres, de la présence ou non d'eau sans ou sous pression, etc.

Dans le cas de recours à un **pontage**, celui-ci peut être **localisé ou généralisé** et il doit être compatible avec le revêtement de protection à appliquer ensuite.

Le tableau donne également, dans la colonne intitulée « **Observations** », des conseils, les principales précautions à prendre pour réussir l'opération et la nécessité de s'assurer de la compatibilité des différents produits et systèmes utilisés (ceux de traitement des fissures avec ceux de pontage et/ou de revêtement).

Il est à noter que :

- ce tableau vise surtout le domaine du génie civil. Il s'applique cependant dans le domaine du bâtiment, mais avec quelques restrictions. En effet, comme indiqué ci-devant, certains produits et systèmes de protection peuvent être mis en œuvre sur des murs de bâtiments où les fissures peuvent atteindre le millimètre sans avoir recours à un traitement préalable des fissures tel qu'une injection.
- la **protection généralisée** est applicable lorsque la fissuration est anarchique et intéresse la totalité ou presque de la surface du support ;
- les cellules du tableau visant les différentes techniques de traitement des fissures sont diversement coloriées pour mettre en relief la technique de traitement proposée.

Il est rappelé que le choix définitif d'un produit est obligatoirement lié à la réussite d'un **essai de convenue** dont la consistance est développée ci-après dans le présent document et qui doit être adaptée **par le marché** aux travaux à exécuter.

Dans la colonne du tableau intitulée « Produits utilisables », pour gagner de la place, des sigles ou des abréviations remplacent le plus souvent les noms complets des produits (ces sigles sont ceux des normes européennes et non ceux du guide technique de 1996 LCPC-SETRA relatif au choix et à l'application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton).

Le Tableau n° 4 ci-dessous indique la correspondance entre ces abréviations et celles utilisées dans la série des normes européennes NF EN 1504 :

Dénominations françaises usuelles	Dénominations européennes	Dénominations anglaises	Commentaires
mortier et béton hydrauliques	CC : mortier et béton hydrauliques	hydraulic mortars and hydraulic Concretes	
liant hydraulique	H : liant hydraulique	Hydraulic binders	
LHM : liant hydraulique modifié par ajout d'un polymère organique EP-C : système époxy-ciment	PCC : mortier ou béton de ciment hydraulique polymère	Polymer Cement mortars Concrete	
mortiers et bétons organiques (à base de résine)	PC : mortier et béton polymères	polymer mortars and Polymer Concretes	
EP : résine époxyde	P : liant polymère réactif	Reactive Polymer	EP et PUR : suivant leurs formulations, ces produits utilisés en injection peuvent être de classe F (rigide) ou de classe D (ductile)
PUR : résine polyuréthane			
PMMA : polyméthacrylate de méthyle			PMMA : produits d'injection de classe F (rigide)
PAAm : polyacrylamide			PAAM : produits d'injection de classe S (expansif) dits «gels»

Tableau n° 4 : correspondance entre les abréviations et sigles (extrait avec compléments de la norme NF P95-101 (en révision))

Nota : les polyacrylamides sont employés pour l'étanchement de fissures de faible ouverture (entre 0,3 et 0,5 mm) et soumises à des venues d'eau.

Ouvertures l des fissures en mm	État du support	Activité	Techniques de traitement	Produits utilisables	Fonctions recherchées	Observations
w < 0,1 (*)	sec	NR	imprégnations hydrophobes et/ou revêtements	silanes, PCC, P	protection contre les pénétrations d'eau (et de gaz pour les revêtements) esthétique pour les revêtements	généralement le choix s'oriente vers des produits microporeux
	humide ou humide et ruisselant	NR	revêtement ce qui nécessite, dans certains cas, un assèchement lors de la mise en œuvre	PCC, P	isolation, protection vis-à-vis de l'humidité interne du béton	pour utilisation de PUR l'assèchement doit être strictement contrôlé sinon, il y a à redouter des défauts d'adhérence et d'étanchéité
0,1 ≤ w ≤ 0,3 (**)	sec	mortes	imprégnations hydrophobes et/ou revêtements	silanes, PCC, P	protection contre les pénétrations d'eau (et de gaz pour les revêtements) et esthétique pour les revêtements	pour les imprégnations hydrophobes, privilégier les produits à consistance pâteuse
			injection	Produit de classe F très fluide et temps d'utilisation réel adapté	comblement du vide	résine très fluide et temps d'utilisation réel important. Ces résines étant très diluées, elles présentent une faible résistance
	humide ruisselant	avec souffle	revêtements souples et pontages	PCC, P	protection localisée ou généralisée	produit souple à consistance pâteuse avec une épaisseur en adéquation avec le souffle. produit souple armé avec une rupture d'adhérence sur les bords de la fissure
		mortes	injection «de blocage» + revêtement	injection : produits de classe S ou F gel de silice, hydrogel acrylique / gel mixte	arrêt de venue d'eau + protection de surface	produit réactif de blocage à condition que l'adhérence soit supérieure à la sous-pression et le revêtement doit être compatible avec le produit d'injection
0,3 < w < 3 (***)	sec	mortes	calfeutrement en engravure	mastic P souple	protection contre les pénétrations	si les fissures sont sinueuses, la réalisation d'une engravure (saignée) est difficile
			injection	produit de classe D ou F ou ciments surbroyés	protection contre les pénétrations et continuité mécanique (cas des produits rigides)	avant d'injecter avec des coulis de ciment la fissure doit être injectée à l'eau pour éviter son colmatage immédiat
		avec souffle	calfeutrement en engravure	mastic P souple	protection contre les pénétrations	si les fissures sont sinueuses, la réalisation d'une engravure (saignée) est difficile
			pontage de surface	membranes d'étanchéité P, PCC avec ou sans armature suivant ouverture et souffle	protection contre les pénétrations	en fonction du souffle, une rupture d'adhérence sur les bords de la fissure peut être nécessaire
	humide ruisselant	mortes	injection	produits de classe D	protection contre les pénétrations	la capacité à la déformation doit être compatible avec le souffle
			calfeutrement en engravure après mise en place d'une bourre de colmatage pour arrêter les venus d'eau + traitement confortatif par pontage si w ≥ 1 mm	mortier CC, PCC	arrêt de venue d'eau et protection contre les pénétrations	si les fissures sont sinueuses, la réalisation d'une engravure (saignée) est difficile
avec souffle		injection «de blocage» + revêtement ou pontage	injection : produits de classe S, D ou F	arrêt de venue d'eau, protection contre les pénétrations et continuité mécanique (cas des produits rigides)	les gels mixtes ciment ou synthétique assurent la pérennité après assèchement	
			injection : produits de classe S	arrêt de venue d'eau, protection contre les pénétrations et résistance aux déformations	la présence d'eau est nécessaire pour que le produit d'injection conserve ses propriétés. Le revêtement doit être compatible avec le produit d'injection	

Ouvertures l des fissures en mm	État du support	Activité	Techniques de traitement	Produits utilisables	Fonctions recherchées	Observations
3 ≤ w ≤ 10 (**)	sec	mortes	calfeutrement en engravure + traitement confortatif par pontage	mortier PC, CC, PCC	protection contre les pénétrations	si les fissures sont sinueuses, la réalisation d'une engravure (saignée) est difficile
			injection	produits de classe D ou F ou ciments surbroyés	protection contre les pénétrations et continuité mécanique (cas des produits rigides)	avant d'injecter avec des coulis de ciment, la fissure doit être injectée à l'eau pour éviter son colmatage immédiat
		avec soufflé	calfeutrement en engravure	mastic P souple	protection contre les pénétrations	si les fissures sont sinueuses, la réalisation d'une engravure (saignée) est difficile
			pontage de surface	membranes d'étanchéité P, PCC avec armature, membranes collées	protection contre les pénétrations	les dimensions de la rupture d'adhérence sont à adapter au soufflé
	humide ruisselant	mortes	calfeutrement en engravure après mise en place d'une bourre de colmatage pour arrêter les venus d'eau + traitement confortatif par pontage	mortiers CC ou PCC	arrêt de venue d'eau et protection contre les pénétrations,	si les fissures sont sinueuses, la réalisation d'une engravure (saignée) est difficile
			injection	produits de classe S, D ou F, coulis CC ou PCC	arrêt de venue d'eau, protection contre les pénétrations et continuité mécanique (cas des produits rigides)	les gels mixtes ciment ou synthétique assurent la pérennité après assèchement
avec soufflé		injection «de blocage» + revêtement ou pontage	injection : produits de classe S	arrêt de venue d'eau, protection contre les pénétrations et résistance aux déformations	la présence d'eau est nécessaire pour que le produit d'injection conserve ses propriétés. Le revêtement doit être compatible avec le produit d'injection	
w > 10 (**)	sec	mortes	calfeutrement en engravure + traitement confortatif par pontage	mortier PC, CC, PCC	protection contre les pénétrations	si les fissures sont sinueuses, la réalisation d'une engravure (saignée) est difficile
			injection ou colmatage (***)	coulis, mastics ou mortiers CC, PC ou PCC	protection contre les pénétrations et continuité mécanique (injection)	avant d'injecter avec des coulis de ciment, la fissure doit être injectée à l'eau
		avec soufflé	transformation en joint par pontage, calfeutrement ou pose d'un joint (****)	NR	NR	nécessité d'une étude de la structure pour le choix du joint.
	humide ruisselant	mortes	injection « de blocage » et colmatage (***) si nécessaire	injection : produits de classe S ou F, coulis ou mortiers CC, PC ou PCC	arrêt de venue d'eau, protection contre les pénétrations et continuité mécanique (produits rigides)	les gels mixtes ciment ou synthétique assurent la pérennité après assèchement
			avec soufflé	injection «de blocage» + revêtement ou pontage	injection : produits de classe S	arrêt de venue d'eau, protection contre les pénétrations et résistance aux déformations

Tableau n° 5 : solutions usuelles de traitement des supports fissurés (tableau B1 de la norme NF P95-103 complété)

imprégnation hydrophobe et/ou revêtement	Pontage de surface	(*) Lorsqu'il est nécessaire de traiter la fissuration « classique » du béton armé en raison de l'agressivité de l'environnement, de venues d'eau ou pour des raisons esthétiques.
revêtement souple et pontage	Injection + revêtement ou pontage	(**) Lorsque l'origine des fissures est structurale, l'ouvrage doit être traité par des techniques de réparation appropriées. (***) Le colmatage peut être envisagé si le remplissage complet de la fissure ne s'impose pas.
Calfeutrement en engravure	Injections et autres techniques	(****) La transformation en joint d'une fissure sort du domaine d'application de la présente norme (se reporter à la norme NF EN 1504-10 et au guide FABEM 2).

Dans le cas des arrêts d'eau, il est utile de consulter les recommandations GT9R1 de l'AFTES qui proposent d'autres critères pour le choix des produits et systèmes d'injection d'arrêt d'eau.

Dans le cas où le revêtement doit être armé localement ou dans sa globalité, il est possible, pour le choix de l'armature textile, de s'inspirer des exigences fixées par le certificat « CSTBat » explicité dans la partie consacrée au domaine du bâtiment ci-après.

LE TRAITEMENT DE LA FISSURATION DANS LE DOMAINE DU BÂTIMENT

Le respect des règles de calcul et de conception ainsi que des règles de réalisation permet d'obtenir normalement des supports dont la fissuration est maîtrisée. Cependant, un support peut parfois présenter une fissuration plus ou moins importante. Suivant l'origine, l'ouverture et l'activité des fissures et les fonctions à satisfaire, avant la mise en place d'un produit ou d'un système de protection, généralement, le traitement des fissures s'impose ; il est réalisé, soit par injection, soit par calfeutrement, soit par pontage. Si ces fissures sont dues à une **insuffisance structurelle**, l'ouvrage doit, en plus du traitement des fissures, faire l'objet d'une **réparation**.

Note : les méthodes de traitement des fissures utilisées dans le domaine du génie civil (se reporter au Tableau n° 5 ci-devant) peuvent être employées dans le domaine du bâtiment.

1. GÉNÉRALITÉS

Dans les bâtiments neufs ou existants, une question se pose lorsque doivent être mis en œuvre des produits ou des systèmes permettant de satisfaire à des exigences d'aspect, d'imperméabilité, etc. : ces traitements sont-ils compatibles avec la fissuration du support ?

L'examen des différentes normes existantes et des fiches techniques de fabricants montre que les **produits de peinture et les systèmes de peintures usuels** ne sont pas adaptés pour ponter la fissuration du support. En revanche, certains **systèmes de revêtement** peuvent traiter une microfissuration, voire d'autres peuvent ponter des fissures dont les ouvertures peuvent atteindre le millimètre sans nécessiter une armature de renfort, etc.

Il est à noter qu'il existe de **nombreuses normes européennes** sur les **produits de peinture et systèmes de peinture**, sur les **enduits de peinture** extérieurs et intérieurs, sur les **enduits de maçonnerie organiques et minéraux**. Tout cela a nécessité la rédaction de **fascicules de documentation et de normes** pour adapter ces normes européennes aux habitudes françaises sans compter la mise à jour des **documents techniques unifiés (normes-DTU)** correspondants.

ATTENTION, il y a des risques de confusion car le terme **enduit** peut désigner différents produits ayant des propriétés et des usages forts différents :

1. **un enduit de peinture** est un produit en pâte ou en poudre utilisé pour la préparation du support avant l'application d'un système de peinture ou d'un revêtement à l'extérieur ou à l'intérieur. L'application de l'enduit permet d'atténuer ou de lisser les irrégularités du support... L'épaisseur d'un tel enduit ne dépasse pas 5 mm sauf s'il est texturé ou structuré ;

Si l'état du support nécessite un rebouchage, ragréage, bouche-bullage, dégrossissage, lissage, réparation, surfacage et enduisage décoratif... avant application d'un **produit de peinture ou d'un système de peinture**, il faut appliquer sur le support un **enduit de peinture**. Cet enduit doit être conforme à la norme européenne **NF EN 16566** (Peintures et vernis - Enduits de peintures pour travaux intérieurs et/ou extérieurs) complétée par les exigences de la norme homologuée **NF T30-608** de juillet 2010 (Enduits de peinture pour travaux intérieurs et/ou extérieurs - Adaptation aux nouvelles normes européennes).

2. **un enduit de maçonnerie minéral** est un produit qui est le résultat d'un mélange composé d'un ou de plusieurs liants minéraux, de granulats, d'eau et parfois d'adjuvants et/ou d'ajouts, utilisé pour réaliser des enduits extérieurs ou intérieurs à caractère décoratif et/ou d'imperméabilité ;
3. **un enduit de maçonnerie organique** est un produit en pâte ou en poudre constitué d'un mélange d'un ou plusieurs liants polymères organiques, de granulats, d'adjuvants/additifs, dans de l'eau ou du solvant, utilisé pour réaliser des enduits extérieurs ou intérieurs à caractère décoratif et/ou d'imperméabilité. Les enduits de maçonnerie peuvent aussi être constitués avec des liants non organiques, tels que les silicates, silanes, siloxanes et silicones.

Note : ATTENTION, il faut bien distinguer, d'une part, les enduits de peinture extérieurs et/ou intérieurs (NF EN 16466) et, d'autre part, les enduits de maçonnerie organiques extérieurs et/ou intérieurs (NF EN 15824).

> Suivant que le support est ou non fissuré et en fonction des risques de fissuration après mise en œuvre d'un enduit de peinture, d'un produit de peinture, d'un système de revêtement, d'un enduit (minéral ou organique)..., il faut s'appuyer sur un ou plusieurs des textes suivants :

■ Textes ne visant pas la prévention ou le traitement de la fissuration du béton support :

- cas des produits de peinture et des systèmes de revêtement :

- le **NF DTU 59.1 P1-1** relative aux travaux de peinture indique dans son article 7.5.8 que : **les systèmes de peinture** (usuels) ne sont pas faits pour résister aux dilatations et retraits des matériaux et **aux fissures** qu'ils engendrent. Cette **norme-DTU** s'appuie sur la norme **NF EN 1062-1**,
- la norme homologuée **NF P74-203-1 (norme-DTU 59.3)** relative à la peinture des sols indique dans son article 2.1 que **les produits de peinture** (usuels) ne sont pas destinés à résister à la **microfissuration** du support,
- la norme homologuée de juillet 2010 **NF T30-608**, relative aux **enduits de peinture** (rebouchage, ragréage, bouche-bullage, dégrossissage, lissage, réparation, surfacage et enduisage mais aussi de décoration) pour travaux intérieurs et/ou extérieurs et de leur adaptation aux nouvelles normes européennes, s'appuie sur la norme **NF EN 1062-1** (classes GESVWAC) mais sans **aucune exigence vis-à-vis de la fissuration** (niveau AO) ; cependant, un tel enduit peut être mis en œuvre sans ou avec une armature,
- le fascicule de documentation **FD T30-808** qui est relatif aux **produits de peinture et systèmes de revêtements** pour façades ne donne aucune indication sur le choix des produits à appliquer sur un support faïencé ou fissuré ;

- cas des enduits (minéraux ou organiques) :

- la norme harmonisée de décembre 2010 **NF EN 998-1**, relative aux **mortiers d'enduit minéraux extérieurs**, dans ses spécifications, **n'exige pas la résistance à la fissuration** (elle rappelle que des dispositions sont à prendre pour lutter contre la fissuration) ;
- la norme harmonisée de septembre 2009 **NF EN 15824** (pendant de la norme **NF EN 998-1**), relative aux **enduits de maçonnerie organiques**, dans ses spécifications **n'exige pas la résistance à la fissuration** (elle rappelle que des dispositions sont à prendre pour lutter contre la fissuration) ;

■ Textes visant le traitement de la microfissuration du béton support :

- **Seuls les produits de peinture et systèmes de revêtements classés D3 (RPSE)** sont capables de traiter de la microfissuration du support (**classe A1 ≤ 0,1 mm**).

■ Textes visant le traitement de la fissuration du béton support :

- cas des produits de peinture et systèmes de revêtement :

- la norme homologuée **NF EN 1062-1**, relative à la **classification des produits de peinture et systèmes de revêtements**, traite des classes de résistance à la **fissuration régulière** (AO [aucune exigence] à A5 [allongement > 2,5 mm à la vitesse de 0,5 mm/mn]) et recommande diverses températures d'essai. Une annexe informative guide sur **les facteurs** conditionnant le choix des revêtements mais **sans fixer les niveaux de performance** requis. Elle ne donne pas non plus de conseils sur le choix des produits,

Note : la norme NF EN 1062-1 ne traite pas de la fissuration cyclique qui est visée par la norme NF EN 1504-2),

- la norme **NF T34-722** fait la liaison entre la classification française et la classification européenne. Elle permet de choisir **les classes de performance** des revêtements de façade : ceux, d'une part, à **caractère décoratif (classe D3)** et ceux, d'autre part, dits **d'imperméabilité (classes I1 à I4)** applicables sur un support fissuré ou susceptible de se fissurer,
- le **NF DTU 42.1** relatif à la réfection des façades en service¹⁹ (parois extérieures) indique la façon dont ces produits peuvent être utilisés sur **les murs de façade fissurés**²⁰ avec ou sans traitement préalable des fissures suivant la position, l'importance et l'évolution ultérieure de celles-ci,
- la norme homologuée **NF EN 1504-2** relative aux systèmes de protection de surface pour béton traite de la résistance à la fissuration des **revêtements** dans son tableau 6 (classes A1 à A5 visées aussi par la norme **NF EN 1062-1**) et tableau 7 (classes B1 à B4.2 relatives à des essais dynamiques). Les **imprégnations hydrophobes et les imprégnations** ne sont pas concernées par ces exigences,

Rappel : la norme **NF P95-103** et le guide d'application **GA P18-902** traitent des produits et systèmes de protection du béton couverts par la norme **NF EN 1504-2** pour la protection des ouvrages de génie civil. Ce guide permet de fixer les niveaux d'exigence vis-à-vis de la fissuration... pour un projet particulier, y compris dans le domaine du bâtiment.

- **cas des enduits de maçonnerie (minéraux et organiques) :**

Rappel : la résistance à la fissuration ne fait pas partie des spécifications exigées pour les mortiers d'enduits de maçonnerie industriels minéraux ou organiques visés respectivement par les normes **NF EN 998-1** et **NF EN 15824**. Cela concerne aussi les enduits minéraux fabriqués sur le chantier. Les enduits, si besoin est, doivent donc être armés,

- la norme homologuée **NF EN 13914-1**, qui est relative à la conception, la préparation et la mise en œuvre des enduits extérieurs et intérieurs minéraux à base de ciment, de chaux, de polymères modifiés, etc., concerne les mortiers industriels comme ceux fabriqués sur le chantier. Elle traite cependant des moyens de prévenir la fissuration des enduits (cette norme n'est pas visée par le **NF DTU 26.1** ci-après),
- le **NF DTU 26.1 P1-1** relatif aux travaux **d'enduits de mortiers** ne fait pas référence à la norme européenne susvisée, bien que ce texte concerne aussi les mortiers industriels, comme ceux fabriqués sur le chantier. Il traite également des moyens de prévenir leur fissuration.

- **cas des chapes et dalles non-structurelles à l'intérieur des locaux :**

- la **norme-DTU 26-2** relatif aux chapes et dalles à base de liants hydrauliques non-structurelles fixe les solutions de réalisation pour limiter le risque de fissuration, mais sans fixer des limites à l'ouverture des fissures du support.

- **cas des revêtements de sols à l'intérieur des locaux :**

- le **NF DTU.54.1** relatif aux revêtements des sols intérieurs coulés à base de résines synthétiques indique que les fissures dont l'ouverture ne dépasse pas 0,3 mm doivent être réparées conformément à la procédure de la **norme-DTU** et avant mise en œuvre du revêtement. Ce texte ne traite pas le cas des fissures plus ouvertes ni des fissures actives.

^{19/} Se reporter à la norme homologuée **NF EN 1062-1** (partie 1 : Classification).

^{20/} Les murs banchés ne relèvent pas des règles de calcul du béton armé, en particulier en matière de non-fragilité et de fissuration, d'où des ouvertures de fissures inhabituelles et la mise en œuvre de revêtements ou d'enduits de protection adaptés à la fissuration du support ou la réalisation d'un pontage des fissures avant la mise en œuvre d'un revêtement de protection.

La suite de l'article du présent guide porte sur un examen plus détaillé mais uniquement des principaux textes traitants, d'une part, **des peintures et revêtements** et, d'autre part, **des enduits minéraux et organiques** vis-à-vis de leurs usages et de leur adaptation ou non à la fissuration du support en béton.

Pour les autres produits et systèmes, il convient de se reporter à l'article 4.2.4 ci-dessous : Critères de choix spécifiques aux produits et systèmes de protection.

2. EXAMEN DES PRINCIPAUX TEXTES CONCERNANT LES PRODUITS DE PEINTURE ET SYSTÈMES DE REVÊTEMENTS

PREMIER TEXTE : la norme NF EN 1062-1 relative à la classification des produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs.

Cette norme a remplacé les anciennes normes **NF T30-804, NF T30-700, XP T34-720 et XP P84-401 à 403** (avec les normes d'essais correspondantes).

Un système de revêtement correspond à l'ensemble des couches de produits de peinture qui sont appliquées sur un support.

La **classification** de cette norme européenne est basée sur **sept critères physiques** caractérisant tous les types de revêtements possibles (Code d'identification **GSVWAC**).

ATTENTION, cette norme sert de support à d'autres normes qui, elles fixent les niveaux de performances minimaux à exiger. **En effet, elle ne donne pas, pour une application donnée, le niveau de performance (classe) à exiger.**

Cette norme vise principalement le **domaine du bâtiment** mais n'est pas limitée à celui-ci. Elle précise que le **type chimique du liant** doit être indiqué, elle vise de très nombreux liants (résine acrylique, résine alkyde, bitume, ciment, résine caoutchouc chloré, résine époxydique, chaux hydraulique, huile, résine polyester, silicate, résine de silicone, polyuréthane, résine vinylique...). Elle indique que le code d'identification du produit, qui doit au moins figurer sur **sa fiche descriptive**, doit renseigner sur **les classes des caractéristiques**.

Note : lorsque les propriétés caractérisées selon la norme NF EN 1062-1 s'appliquent, elles peuvent également être utilisées pour décrire les produits et systèmes destinés à l'emploi sur des supports intérieurs de construction (voir l'introduction de cette norme).

Le tableau ci-après donne les différentes caractéristiques que peuvent présenter les produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs (code d'identification **GSVWAC**).

Propriétés et caractéristiques	Valeurs	Normes de référence	Observations
Brillant séculaire	G1 (brillant), G2 (satiné) et G3 (mat)	NF EN ISO 2813	
Épaisseur du feuil sec (μm)	$E_1 \leq 50$ $50 < E_2 \leq 100$ $100 < E_3 \leq 200$ $200 < E_4 \leq 400$ $E_5 > 400$	NF EN ISO 3233-1 et 2 (mesure de NV teneur en matière non volatile)	La norme donne une formule pour le calcul de E.
Dimension maximale des grains (μm)	S_1 fine < 100 S_2 moyenne < 300 S_3 grosse < 1500 S_4 très grosse > 1500	NF EN ISO 1524 (pour S1), NF EN ISO 787-7 ou NF EN ISO 787-18 (pour S2 à S4)	
Perméabilité à la vapeur d'eau ($\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ ou en m [1])	Aucune exigence VO Grande : $V_1 > 150$ ou $< 0,14$ m Moyenne : $15 < V_2 \leq 150$ ou $0,14 \text{ m} \leq V_2 < 1,4$ m Faible : $V_3 \leq 15$ ou $\geq 1,4$ m	NF EN ISO 7783	Mesure : en g/m^2 et en [1] épaisseur de la couche d'air équivalente exprimée en mètres
Perméabilité à l'eau liquide ($\text{kg}/[\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5}]$)	Aucune exigence WO Grande : $W_1 > 0,5$ Moyenne : $0,1 < W_2 \leq 0,5$ Faible : $W_3 \leq 0,1$	NF EN 1062-3	
Résistance à la fissuration (A en μm . L'essai correspond à un agrandissement régulier de la fissure)	Aucune exigence AO $A_1 > 100$ $A_2 > 250$ $A_3 > 500$ $A_4 > 1250$ $A_5 > 2500$	NF EN 1062-7	A_2 et A_5 imposent une vitesse d'essai de 0,05 mm/min – A_4 et A_5 de 0,5 mm/min. La température d'essai pour A_1 est de 23°C et de -10°C pour A_2 à A_5 (des températures plus basses peuvent être fixées)
Perméabilité au dioxyde de carbone ($\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ ou m [2])	Aucune exigence CO $C_1 < 5$ ou > 50 m	NF EN 1062-6	[2] épaisseur de la couche d'air équivalente en mètres

Tableau n° 6 : la classification européenne des produits de peintures et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs

SECOND TEXTE : la norme expérimentale abrogée XP P84-403 :

Cette norme traitait de la **classification française « Di et li »** des produits de peinture et systèmes de revêtements pour supports extérieurs en maçonnerie ou béton. L'encadré ci-après résume cette norme.

Article 4 : Maintien de l'aspect, décoration

Classe D1 : le revêtement permet de maintenir l'aspect d'origine du parement de la façade ou de lui donner un aspect peu différent (il est à noter que les critères n'étaient pas fixés).

Classe D2 : le revêtement a une fonction décorative. Sont classés D2 tous les revêtements satisfaisants aux critères de la norme NF T 30-804.

Classe D3 : le revêtement apporte une protection superficielle de nature à masquer le faïencage du support. Sont classés D3 tous les revêtements satisfaisant aux critères de la norme NF T30-700 ou T34-720.

Article 5 Imperméabilité

Tous les revêtements d'imperméabilité doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- a) Indice de perméance à la vapeur d'eau : $I = 40 \text{ g/m}^2 \cdot 24 \text{ h}$ selon la norme **XP P84-402** paragraphe 3.4.2 ;
- b) Absence de cloquage selon la norme **XP P84-402** paragraphe 3.4.3 ;
- c) Imperméable à l'eau pendant 7 jours lors de l'essai selon la norme **XP P84-402** chapitre 3.5.

La classification « li » est obtenue après essais d'allongement à la fissuration progressive avant et après cycles de vieillissement et aux températures de 23°C et -10°C sur trois éprouvettes.

Classe li	Propriétés	Moyenne des résultats et valeur minimale (mm)
I1	Revêtement s'accommodant de la microfissuration existante du support	$\geq 0,3 \text{ mm}$ (0,2 mm)
I2	Revêtement s'accommodant de la fissuration existante du support ne dépassant pas 0,5 mm	$\geq 0,7 \text{ mm}$ (0,5 mm)
I3	Revêtement s'accommodant de la fissuration existante du support ne dépassant pas 1 mm	$\geq 1,3 \text{ mm}$ (1mm)
I4	Revêtement s'accommodant de la fissuration existante du support ne dépassant pas 2 mm	$\geq 2,5 \text{ mm}$ (2 mm)

Tableau n° 7 : extrait de la norme expérimentale abrogée XP P84-404

TROISIÈME TEXTE : la norme NF T34-722 qui permet le passage de la classification française à la nouvelle classification européenne de la norme NF EN 1062-1.

Cette norme reprend la **classification (D/I)** basée sur les deux critères fonctionnels suivants :

- Classement D1 à D3 pour la **fonction de décoration et protection de surface** (cette protection ne vise pas les produits visés par la norme **NF EN 1504-2**) ;
- Classement I1 à I4 pour la **fonction d'imperméabilité**.

De plus, elle relie les **classes (D/I)** aux **quatre classes EWWA** de la norme **NF EN 1062-1** en fixant les **performances minimales** auxquelles doivent satisfaire les revêtements comme le montre le tableau ci-après.

Type de revêtement	Classes liées à la norme abrogée XP P 84-403	Classement NF EN 1062-1			
		Caractéristiques minimales et correspondance			
		Épaisseur E _i (μm) (a) NF EN 1062-1	Perméabilité à la vapeur d'eau V _i (g/m ² .j) NF EN ISO 7783	Perméabilité à l'eau W _i (kg/m ² .h ^{0,5}) NF EN 1062-3	Résistance à la fissuration A _i (b) (μm) Agrandissement régulier NF EN 1062-7
		E ₁ < 50 50 < E ₂ ≤ 100 100 < E ₃ ≤ 200 200 < E ₄ ≤ 400 E ₅ > 400	V ₁ > 150 15 < E ₂ ≤ 150 V ₃ ≤ 15	W ₁ > 0,5 0,1 < W ₂ ≤ 0,5 V ₃ ≤ 0,1	A0 hors classe A1 > 100 à 23°C A2 > 250 à -10°C A3 > 500 à -10°C A4 > 1250 à -10°C A5 > 2500 à -10°C
Hydrofuge (c)	D1	E ₁	V ₂	W ₂	A ₀
Lasure pour béton (c)	D1	E ₂	V ₂	W ₁	A ₀
Peinture microporeuse de façade (ex NF T 30-804) (c et d)	D2	E ₃	V ₂	W ₁	A ₀
Revêtements RPE (e) (ex NF T 30-700)	D3	E ₅	V ₂	W ₂	A ₀
Revêtements semi-épais (RPSE) (e) (ex NF T 34-720)	D3	E ₄	V ₂	W ₂	A ₁
Revêtements souples d'imperméabilisation RSI (f)	I1	E ₄	V ₂	W ₂	A ₂
	I2	E ₄	V ₂	W ₂	A ₃
	I3	E ₅	V ₂	W ₂	A ₄
	I4	E ₅	V ₂	W ₂	A ₅

Tableau n° 8 : extrait de la norme NF T34-722 : niveaux de performance minimaux des revêtements de façade

Notes :

- (a) l'épaisseur E comprend l'épaisseur de l'impression ;
- (b) pour les ouvrages (ponts...) soumis à des phénomènes vibratoires il existe une méthode B d'agrandissement cyclique de la fissure avec un classement BO à B3 ;
- (c) selon **NF DTU 59.1 P1-2** ;
- (d) pour le classement V₂, une valeur minimale de 40 g/m².j est généralement observée pour les peintures microporeuses de façade (D2)
- (e) RPE et RSE sont les abréviations consacrées par l'usage ;
- (f) selon **NF DTU 42.1** ;
- la classe V₂ correspond à un produit perméable à la vapeur d'eau ;
- la classe W₂ correspond à un produit d'imperméabilisation ayant une perméabilité moyenne (K = 0,5 à 0,1 kg/(m².h^{0,5}) à l'eau (pluie). En aucun cas un tel produit n'est à considérer comme imperméable, ce qui nécessite une perméabilité ≤ 0,01 kg/(m².h^{0,5}) ;

Les revêtements dits « **d'imperméabilisation** » sont perméables à la **vapeur d'eau** et **moyennement perméables à l'eau** (de pluie). Ils n'ont pas de **fonction d'étanchéité** !

Les sigles **RPE** et **RPSE** voient leur signification changer :

- Le terme « revêtements de peinture épais (**RPE**) remplace le terme de « revêtements plastiques épais » (voir l'article 1 du **NF DTU 59.1 P1-1**, et le paragraphe 3.2 du **NF DTU 59.1 P1-2**) ;
- Le terme « revêtements de peinture semi-épais (**RPSE**) » remplace le terme « revêtements plastiques semi-épais »..

EN CONCLUSION :

1. Si le **subjectile n'est pas fissuré ou est simplement faïencé**, les produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs, qui comprennent aussi les hydrofuges de surface et les lasures-béton, doivent être classés **D1 à D3** ;
2. Si le **support est fissuré ou peut se fissurer**, les produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs, doivent être classés **I1 à I3**.

Dans les deux cas susvisés, ils doivent répondre au code d'identification réduit à 4 caractéristiques «**EVWA**» (sur les 7 de la norme **NF EN 1062-1 [GESVWAC]**) visée par la norme d'adaptation **NF T 34-722** (se reporter au tableau ci-dessus). Si nécessaire, des exigences supplémentaires peuvent être choisies dans la norme **NF EN 1062-1** et son **annexe A**.

En effet, les produits ou systèmes de revêtement peuvent également être qualifiés pour les **trois spécifications normalisées (G, S et C)** :

- **G** : le brillant séculaire selon la norme **NF EN ISO 2813** ;
- **S** : la granulométrie selon les normes **NF EN ISO 787-7 et 18** ;
- **C** : la perméabilité au gaz carbonique selon la norme **NF EN 1062-6** après le conditionnement prévu pour la mesure de la perméabilité à la vapeur d'eau.

De plus, une caractérisation de l'adhérence peut être nécessaire :

- Pour certains systèmes de revêtement visés par les normes : **NF DTU 59.1**, **NF DTU 42.1** et **NF DTU 26.1** (le dernier DTU cité concerne les enduits à base de ciment ou de chaux) lorsqu'elles font référence aux normes suivantes :
- **NF EN 1504-2** pour les revêtements qui assurent une **protection de surface** ;

*Note : la norme **NF T34-722** renvoie au Guide **GA P18-902** et à la norme **NF P95-103**. Elle assure ainsi un pont entre les domaines du bâtiment et du génie civil.*

- **NF EN 15824** pour les revêtements qui sont des enduits de maçonnerie pour finition organique ;
- **NF EN 16566** pour les enduits de peinture utilisés en préparation et destinés à être recouverts.

Les tableaux B 1 et B 2 de l'annexe B de la norme **NF T34-722** fixent les caractéristiques minimales d'adhérence pour les systèmes de revêtements visés par les normes susvisées (se reporter au texte de la norme).

3. Si le revêtement de la façade nécessite une réfection, l'opération relève des dispositions du **NF DTU 42.1** et l'exécution des travaux se fait conformément à celui-ci. Ce texte fait référence à la classification de la norme NF EN 1062-1 et de la norme **NF T34-722**. De plus, il impose que les produits et systèmes de revêtement souples d'imperméabilité soient conformes à la norme **NF EN 1504-2** c'est-à-dire satisfassent aux principes 2 (**contrôle de l'humidité**) et 8 (**augmentation de la résistivité**).

ATTENTION, cette norme-DTU impose que le liant principal des produits et systèmes doit appartenir à l'une ou l'autre des familles suivants : résines vinyliques ou résines acryliques.

Concernant les exigences dans le traitement des fissures, trois cas sont à considérer :

- **premier cas** : il s'agit de lézardes (largeurs de fissures >2 mm) signe d'un probable désordre structurel. Leur traitement ne relève pas du **NF DTU 42.1**. L'origine et l'évolution de ces lézardes doit faire l'objet des études préliminaires et d'un traitement spécifique fixé par le marché ;
- **second cas** : les fissures sont localisées dans des points localisés de la paroi (acrotères, chaînages...) ou sont largement espacées (2,00 m à 2,50 m). Ces fissures sont susceptibles d'évoluer dans le temps. Dans ce cas, le **marché** fixe un des trois traitements proposés par l'article 7.4.2 du **NF DTU 42.1** (se reporter à ce texte) ;
- **troisième cas** : la fissuration est généralisée ce qui impose de mettre en œuvre un revêtement adapté aux caractéristiques des fissures conformément au **tableau 1** du **NF DTU 42.1 P1-2** reproduit ci-après.

Note : des informations complémentaires concernant le traitement de fissures sont développées dans l'article ci-devant traitant de la fissuration des ouvrages d'art et de génie civil (se reporter aux guides FABEM 2 et FABEM 3 et à la norme NF P95-103).

Type de travaux (*)	Défauts en partie courante (4)	Prescriptions minimales		
		Classe et codification	Épaisseur sèche théorique totale minimale (1)	Composition
Imperméabilisation (**)	Porosité, faïençage et micro-fissures d'ouverture $w < 0,2$ mm	I_1 (5) $E_4V_2W_2A_2$	0,2 mm	Une couche d'impression (régulateur ou fixateur de fond...) + une couche de finition
	Fissures $w < 0,5$ mm	I_2 (5) $E_4V_2W_2A_3$	0,3 mm	Une couche d'impression + une couche intermédiaire + une couche de finition (2)
	Fissures < 1 mm	I_3 $E_4V_2W_2A_4$	0,4 mm	Une couche d'impression + une couche intermédiaire + une couche de finition (2)
Étanchéité (**)	Fissures < 2 mm	I_4 $E_5V_2W_2A_5$	0,6 mm	Une couche d'impression + une couche intermédiaire avec armature rapportée (3) + une couche de finition

Tableau n° 9 : extrait du tableau 1 du NF DTU 42.1 P1-2

(*) L'exécution de **revêtements souples d'imperméabilité « RSI »** peut servir, soit à des travaux dits **d'imperméabilisation**, soit à des travaux « **d'étanchéité** » en fonction de l'état du support (dans les 2 cas, il s'agit d'empêcher **la pénétration de l'eau de pluie**).

(1) il s'agit de l'épaisseur sèche théorique minimale (y compris la couche d'impression) sur un support lisse (mortier taloché fin). Sur un support à reliefs, les consommations doivent être augmentées.

Des épaisseurs inférieures à la valeur minimale peuvent être acceptées ponctuellement mais dans les limites suivantes :

- 20% pour les revêtements des **classes I₁** ;
- 10% pour les revêtements de **classe I₄**.

(2) la couche de finition peut être de même nature que la couche intermédiaire.

(3) la couche de finition peut être appliquée en 2 phases avec ou sans délai de séchage. Dans des cas exceptionnels (ouvrages ornementaux, modénatures) inadaptés pour des raisons d'aspect aux recouvrements par un système armé, le revêtement est exécuté comme pour un traitement de fissures localisées.

(4) dans le cas où le support a nécessité des réparations dues à la **corrosion des armatures**, le revêtement doit être codifié C1 (résistance à la carbonatation). Voir la note ci-après.

(5) les revêtements de résistance à la fissuration de niveau A1 ne sont pas visés par la présente norme.

Note : s'il y a risque de fissuration ultérieure, il faut choisir des revêtements des classes I3 ou I4 prévus pour ce cas.

Les **armatures** destinées à armer les revêtements sont liées au système proposé son fabricant.

Note : le NF DTU 42.1 ne traite pas du cas où la corrosion est causée par les chlorures. Se reporter aux solutions proposées pour les ouvrages d'art et de génie civil en veillant à ne pas bloquer, si c'est nécessaire, l'évacuation de la vapeur d'eau.

Remarque : depuis la révision du **NF DTU 42.1** et du **NF DTU 59.1**, qui font référence pour le choix des produits de peinture, des systèmes de peinture et des revêtements d'imperméabilité aux normes européennes **NF EN 1062-1** et/ou **NF EN 1504-2** ainsi qu'au système de classification « **GESVWAC** », **il n'y a plus de contradictions entre ces différents textes**. Seule la **norme-DTU 59.3** relative à la peinture des sols n'a pas été révisée.

3. EXAMEN DES PRINCIPAUX TEXTES CONCERNANT LES ENDUITS DE MAÇONNERIE MINÉRAUX OU ORGANIQUES

ATTENTION, le présent article ne concerne pas les **enduits de peinture** visés par la norme **NF T30-608** explicitée ci-devant (se reporter au 4.2.3.2.5.2 ci-dessus).

> **Les deux normes suivantes traitent des caractéristiques des enduits de maçonnerie :**

- la norme harmonisée NF EN 15824 (spécifications pour enduits de maçonnerie organiques extérieurs et intérieurs mais aussi pour enduits non organiques à base de silicates, siloxanes et silicones) :

- ne s'applique pas aux produits de peinture et systèmes de peinture visés par la norme **NF EN 1062-1**,

- cependant, s'appuie sur une partie des critères de classification de la norme **NF EN 1062-1** à savoir : V et W avec les mêmes normes d'essai,
- ajoute des exigences complémentaires : adhérence, durabilité (cycle de vieillissement), conductivité thermique et réaction au feu,
- ne fixe aucune exigence vis-à-vis de la fissuration,
- est, cependant, citée en référence par le **NF DTU 59.1 P1-2** qui traite du choix des produits. En matière de fissuration, ce **DTU** évoque seulement la mise en place de calicots à la jonction entre des matériaux différents.

Conseil : dans le cas d'un support fissuré ou d'un risque de fissuration de l'enduit, il faut donc s'assurer auprès des fabricants qu'il est possible, par une préparation du support adaptée, la mise en place d'armatures compatibles..., d'utiliser de tels enduits de maçonnerie conformes à cette norme sans risque de pathologies ultérieures.

- **la norme harmonisée NF EN 998-1** (définitions et spécifications des mortiers d'enduits minéraux extérieurs et intérieurs) :
 - s'applique aux mortiers industriels mais ne s'applique pas aux mortiers fabriqués sur le chantier, même si les exigences de la norme peuvent leur être appliquées,
 - est citée par la norme **NF EN 13914-1** (conception, préparation et mise en œuvre des enduits extérieurs) susvisée qui traite des techniques de maîtrise de la fissuration des enduits,
 - est citée par le **NF DTU 26.1** (travaux d'enduits de mortiers) susvisé qui traite aussi des techniques de maîtrise de la fissuration des enduits.

La norme européenne NF EN 13914-1 et le NF DTU 26.1 indiquent que, suivant l'origine du risque de fissuration, l'enduit doit être armé ou l'enduit doit être réalisé sur un support d'enduit de désolidarisation. La norme-DTU précise :

- **les renforts d'enduits peuvent être constitués par** :
 - des armatures métalliques,
 - des treillis en fibre de verre,
 - des profilés ou des cornières métalliques.

Les grillages et treillis métalliques doivent être protégés contre la corrosion par un traitement du métal et conformément aux normes **NF A91-131** d'avril 1962 (Fils d'acier galvanisés à chaud - Spécification du revêtement de zinc). Ils sont constitués de treillis soudé, de métal déployé. Le diamètre des fils de treillis métallique est d'au moins 1,4 mm,

Les treillis en fibre de verre doivent être traités de façon durable contre les **alcalis** et avoir des mailles de dimensions compatibles avec l'application du mortier de l'enduit. Les treillis de fibre de verre traités à mailles d'environ 10 mm doivent avoir une résistance supérieure ou égale à 35 daN/cm.

Les treillis textiles pour enduits de façade peuvent bénéficier d'une **marque de conformité** délivrée par le **CSTB**. Il s'agissait jusqu'à 2015 d'une certification « **CSTBat** ». Depuis, les différentes certifications du CSTB ont été regroupées sous le sigle **QB**. La certification des treillis textiles est devenue la certification **QB12 RT 24**, qui traite des caractéristiques suivantes :

- de la masse surfacique du produit,
- du taux de cendre,
- des dimensions de la maille (classes M),
- de la résistance à rupture initiale (classes T) et son allongement (classes E),
- de la résistance à rupture après conservation dans une solution alcaline (classes Ra) ²¹,

Note : la classification $T \geq 2$, $Ra \geq 1$, $M \geq 4$, $E \geq 1$ de la certification QB12 ou son équivalent assure la conformité du produit aux exigences de la norme-DTU.

Les armatures ou les treillis sont incorporés dans la première couche (ou passe pour l'application monocouche) d'enduit.

Les profilés ou les cornières métalliques sont utilisés pour les renforts d'angles et d'arrêts des enduits et doivent être conformes à la norme **NF EN 13658-2 d'août 2005** (Lattis et cornières métalliques - Définitions, exigences et méthodes d'essai - Partie 2 : enduits extérieurs) pour la réalisation des enduits intérieurs ou extérieurs. L'utilisation de cornières en plastique pour la réalisation des arêtes d'angles et d'arrêts d'enduit n'est pas visée par la présente **norme-DTU** (se reporter à la note de l'article 7 du **NF DTU 26.1 P1-2** sur les détails constructifs à respecter) :

- joncs en plastique pour les joints de fractionnement,
- joncs en PVC ou revêtement en plastique (> 1mm) pour les parties de profilés restant apparentes,
- recouvrement des ailes des cornières (> 25 mm).

Les profilés utilisés horizontalement à l'extérieur (par exemple : un arrêt d'enduit en pied de mur) doivent présenter une inclinaison pour assurer l'écoulement et le rejaillissement des eaux de pluies.

■ les supports d'enduit :

Des lattis sont utilisés pour constituer un support d'enduit désolidarisé de la maçonnerie. Leur emploi est précisé à l'article 10 du **NF DTU 26.1 P1-1**. Ils sont constitués de treillis métallique soudé ou de métal déployé, conformes à la norme **NF EN 13658**.

4.2.3.2.6 Les exigences du maître d'ouvrage :

Parmi les exigences du maître d'ouvrage, il y a lieu de citer :

- **la période des travaux**, avec comme conséquences les conditions climatiques et hygrométriques qui peuvent jouer sur le choix des produits et systèmes de protection et sur leur mise en œuvre ;
- **les délais** imposés pour la remise en état de service de l'ouvrage (un délai trop court risque d'être incompatible avec les délais à respecter entre les phases d'application de certains produits) ;
- **l'aspect esthétique** souhaité après traitement (cette exigence a de fortes incidences sur la préparation du support et le choix des produits et systèmes de protection, comme indiqué ci-après...) ;
- etc.

21/ La comparaison entre la résistance initiale et celle après essai de vieillissement permet de vérifier la résistance du textile aux alcalins des liants.

Pour satisfaire à une fonction de protection et également à une exigence d'esthétique, plusieurs types de produits et de systèmes peuvent être utilisés. Par exemple :

- mise en œuvre d'un enduit à base de liants hydrauliques ou synthétiques ;
- application d'un revêtement sous forme d'une peinture ou d'une lasure ;
- réalisation d'un enduit à base de liants hydrauliques suivi d'une mise en peinture...

4.2.3.2.7 Critères de choix liés à la santé, la sécurité, la protection de l'environnement...

Les critères de choix doivent prendre en compte les dangers et les inconvénients pour la santé, la sécurité, l'agriculture, la nature et l'environnement, à cause de la nocivité et de la toxicité des certains composants :

- il faut choisir les produits en tenant compte des risques qu'ils présentent par l'intermédiaire de leur étiquetage et de leur fiche de données de sécurité (FDS) ;
- il faut mettre en œuvre les procédés d'application générant le moins de nuisances ;
- pour la protection du personnel, l'**entrepreneur** doit s'assurer du respect de la législation du travail en matière d'hygiène et de sécurité et lui fournir les équipements de protection individuelle (ÉPI) nécessaires ;
- pour la protection des personnes et de l'environnement, l'**entrepreneur** doit tenir compte dans le choix des produits des exigences réglementaires lors de l'utilisation des produits et lors du traitement des déchets.

Remarque : les normes de produits ne donnent, en général, aucune indication sur les précautions à prendre en matière d'hygiène et de sécurité.

	FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ Conformément au règlement (CE) n°1907/2006	Page : 1 de 7 Edition révisée N° : 2 Date : 17/10/2012 Remplace la fiche : 26/18/2009
	WEBER MAXILIN SILCO	
SECTION 1 - Identification de la substance/mélange et de la société/entreprise		
1.1. Identificateur de produit Nom commercial : WEBER MAXILIN SILCO		
1.2. Mélanges identifiés pertinents de la substance ou du mélange et utilisations recommandées Utilisation du produit : Enduit de parement à base de résine silicone.		
1.3. Recyclage Recyclage en fonction du fournisseur de la fiche de données de sécurité		
1.4. Numéro d'urgence N° de téléphone d'urgence : +33 1 45 42 53 59 (INRS - Institut National de Recherche sur la Sécurité)		
SECTION 2 - Identification des dangers		
2.1. Classification de la substance ou du mélange Classification CE : H350 ou CE 19945 Réglementation CE : Ce mélange est classé dangereux selon les Directives européennes 67/548/CEE et 1992/91/CEE, leurs amendements et leurs annexes.		
Classification Classification : H350 H3 Description des dangers : H350 - Mort pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.		
2.2. Éléments d'étiquetage Éléments CE : H350 ou CE 19945 Mots-clés obligatoires étiquetage :		
Danger : Toxicité Précaution : P Phrases : S Phrases : S Précaution : S		
2.3. Autres dangers Autres effets indésirables pour le santé : Irritation possible pour la peau et les yeux en cas de contact avec le produit.		
Informations pour l'environnement : Le mélange est toxique pour les organismes aquatiques. Il peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.		
PBT (persistant bioaccumulable) : Aucune donnée disponible. nPvB (very Persistent very Bioaccumulable) : Aucune donnée disponible.		
SAINT-GOBAIN WEBER FRANCE Rue de la SEPYON - BP 81 - 77281 BRÉ COMTE ROBERT France Tél. 01 64 02 13 00 Fax 01 64 02 47 50 E-mail : FDS.FDS@weberfrance.com		

Figure n° 8 : extrait d'une page d'une FDS de chez Weber/Saint-Gobain

Par exemple, il est préférable, pour des travaux de revêtement en galeries..., de choisir un système de peinture polyuréthane en **phase aqueuse**, plutôt qu'en **phase solvant**, à cause de la présence des « **composés organiques volatils** » ou **COV**.

Rappel : la réglementation française a intégré une directive européenne qui conduit à imposer une limitation des « **composés organiques volatils** » (**COV**) dans les installations classées pour la protection de l'environnement (**ICPE**). Il s'agit d'usines, de dépôts, mais aussi des **chantiers** soumis à une **déclaration** ou une **autorisation**. Les **COV** identifiés par des phrases à risques « toxique » (par exemple : R45, R60) ou « **nocif** » (par exemple : R40) sont, si possible, remplacés par des produits équivalents.

Les exigences concernant la santé, la sécurité, l'agriculture, la nature et l'environnement, qui portent sur d'autres points que le choix des produits et systèmes, sont visées dans les **articles 7 ci-dessous et 8 ci-dessous** et également dans les textes suivants :

- **GUIDE 0** ;
- **NF P95-103** (domaine des ouvrages d'art et du génie civil) ;
- **NF DTU 59.1 P1-2** (domaine du bâtiment) qui, dans son **annexe A** (informative), traite de l'utilisation des produits biocides, de la teneur en composés organiques volatils (**COV**), des substances chimiques dangereuses, des impacts environnementaux et de la sécurité incendie.

4.2.3.2.8 Critères de choix liés à la tenue au feu

La tenue au feu des produits et systèmes concerne en premier le **domaine du bâtiment** ; cependant, certains ouvrages de **génie civil**, comme les tunnels, les tranchées couvertes, sont également concernés.

Rappel : vis-à-vis du feu, deux caractéristiques concernent un **matériau** une fois mis en œuvre dans un élément d'une construction :

1. **sa réaction au feu**, qui définit sa **capacité à prendre part au feu**, y compris par sa propre combustion ;
2. **sa résistance au feu**, qui définit la capacité de **l'élément de construction** à conserver son rôle pendant l'incendie (force portante, durée de coupe-feu, isolation thermique [limitation du transfert de la chaleur]).

La réglementation française en matière de comportement au feu des produits s'est adaptée au dispositif européen harmonisé compte tenu des **six exigences essentielles** de la « **DPC** » remplacées en 2013 par les **sept exigences fondamentales** du « **RPC** », dont celle concernant **la tenue au feu** des éléments porteurs d'un ouvrage.

Se reporter aux textes réglementaires en vigueur sur la tenue au feu (arrêtés du 21 novembre 2002 et du 22 mars 2004 publiés aux journaux officiels du 31 décembre 2002 et du 1er avril 2004...). Les classes françaises **MO, M1, M2, M3 et M4** sont remplacées par les classes européennes du tableau ci-dessous (l'indice **FL** s'applique aux planchers [floor]).

Produits	Classes	Planchers
Peu ou très peu combustibles	A1 et A2	A1FL et A2FL
Combustibles mais dont la contribution à un embrasement généralisé est très limitée, limitée ou significative	B, C et D	BFL, CFL et DFL
Combustibles et dont la contribution à un embrasement généralisé est très importante	E et F	EFL et FFL

Tableau n° 10 : comparaison des classes françaises et européennes de tenue au feu

Bien entendu, il appartient au **maître d'ouvrage**, pour un ouvrage donné, de fixer, dans le cadre du **marché**, ses exigences en matière de réaction au feu.

4.2.4 CRITÈRES DE CHOIX SPÉCIFIQUES AUX PRODUITS ET SYSTÈMES DE PROTECTION

4.2.4.1 Généralités - Définitions

Certains produits et systèmes de protection ont **une fonction bien déterminée**. Par exemple, un hydrofuge de surface est un **complément d'imperméabilisation**. D'autres produits, tels que certains mortiers pour enduits (s'ils contiennent un hydrofuge), les peintures et les revêtements plastiques épais, peuvent avoir **plusieurs fonctions combinées** : par exemple, **une fonction d'aspect** et **une fonction, soit de complément d'imperméabilisation, soit d'imperméabilisation**.

Les fonctions auxquelles un produit ou un système de protection doit répondre sont fixées par le **marché** et contrôlées, si nécessaire, par **une épreuve d'étude**²². Pour le choix des produits et systèmes, le **maître d'œuvre** prend en compte les **critères de choix communs** visés dans l'article ci-devant et, si nécessaire, des **critères de choix spécifiques** développés ci-après.

Dans la suite de cet article, **pour les deux domaines du génie civil et du bâtiment, les différentes fonctions** sont explicitées, **les textes de référence** sont cités et l'incidence de la **normalisation européenne** est abordée.

Pour le domaine du bâtiment il existe, en sus des **normes-DTU**, des documents sur les techniques de mise en œuvre, d'entretien et de réparation de produits et systèmes utilisés pour la protection du béton des murs de façades, des soubassements, des cuvelages... ainsi que sur les pathologies et leurs conséquences. Le présent guide renvoie, en tant que de besoin, à ces divers documents édités, par exemple, par le **CSTB, l'Agence Qualité Construction, la SMABTP, le SNJF...**

Avant d'aborder le choix **d'un produit ou d'un système de protection** satisfaisant à une ou plusieurs **fonctions spécifiques**, il est souhaitable de rappeler quelques **définitions** ainsi que les **critères de classification des produits** de façon à disposer d'un vocabulaire technique sans ambiguïtés.

Le terme système, déjà défini dans l'article 1.2.1.3 ci-dessus, est utilisé lorsque sont mises en place plusieurs couches qui confèrent au revêtement terminé les fonctions escomptées.

^{22/} Les caractéristiques d'un produit normalisé, même bénéficiant d'une marque de certification ou du **marquage CE**, ne permettent pas toujours d'assurer les fonctions recherchées pour une structure donnée. Des essais complémentaires sont parfois nécessaires.

Par exemple, un système de peinture (ou revêtement) utilisé en génie civil comporte généralement trois couches :

- couche primaire ou d'impression ;
- couche intermédiaire ;
- couche de finition.

Note : ces trois couches sont précédées, si nécessaire, par des travaux de réparation et suivis par une préparation de surface avec réalisation d'un enduit de peinture.

Note : La notion de système est floue dans la norme NF EN 1504-2 actuelle.

Les peintures et produits assimilés sont constitués d'un ou plusieurs liants, de charges, de pigments, d'additifs et d'un « véhicule » (solvant ou eau) ; l'absence de véhicule existe aussi.

Le liant défini dans le tableau ci-après est également appelé résine ou polymère. Il peut être une résine acrylique, vinylique, époxydique, polyuréthane..., voire un mélange de plusieurs résines.

La terminologie des peintures, vernis et produits connexes basée sur la nature chimique des liants des produits relève de la norme **NF EN ISO 4618** de novembre 2014 (Peintures et vernis - Termes et définitions). Cette norme internationale définit des termes utilisés, comme, par exemple, ceux relatifs aux produits de peinture et à leurs composants (peintures, vernis et matières premières pour les peintures et vernis), ceux liés à la préparation du subjectile, à la mise en œuvre des produits de peinture et aux défauts de mise en œuvre.

Pour les termes qui ne seraient pas référencés par la norme ISO, leur définition relève de la norme **NF T36-001** de juillet 2010.

Cet extrait de la norme **NF EN ISO 4618**, sous forme d'un tableau, donne des définitions relatives aux liants et de quelques autres termes qui concernent directement le présent guide.

Termes	Définitions
Liant	partie non volatile du milieu de suspension.
Produit de peinture	produit liquide, en pâte ou en poudre, qui, appliqué sur un subjectile, forme un feuillet possédant des qualités protectrices, décoratives et/ou spécifiques.
Produit de peinture multicomposant	produit de peinture livré en deux ou plusieurs composants qui doivent être mélangés avant utilisation, dans des proportions définies par le fabricant.
Produit de peinture phase aqueuse	produit de peinture dans lequel le principal composant volatil est l'eau. NOTE : le terme « peinture à l'eau » est à éviter.
Produit de peinture soluble à l'eau	produit de peinture dans lequel le liant est soluble dans l'eau.
Produit de peinture hydrodiluable, produit de peinture diluable à l'eau, produit de peinture modifiable à l'eau	produit de peinture dont la viscosité peut être réduite par addition d'eau.
Résine acrylique	résine synthétique résultant de la polymérisation ou copolymérisation de monomères acryliques et/ou méthacryliques, avec fréquemment d'autres monomères.
Résine alkyde	résine synthétique résultant de la polycondensation de polyacides, d'acides gras (ou huiles) avec des polyalcools.
Caoutchouc chloré	Polymère résultant de l'action du chlore sur le caoutchouc naturel et/ou synthétique.
Produit de peinture	produit liquide, en pâte ou en poudre, qui, appliqué sur un subjectile, forme un feuillet possédant des qualités protectrices, décoratives et/ou spécifiques.
Résine époxydique	résine synthétique contenant des groupes époxydiques, généralement fabriquée à partir de l'épichlorhydrine et du bisphénol.
Point éclair	température minimale d'un échantillon d'essai, corrigée à la pression barométrique de 101,3 kPa, à laquelle l'approche d'une flamme conduit les vapeurs émises par l'échantillon à s'enflammer.

Termes	Définitions
Résine isocyanate	résine synthétique renfermant des isocyanates libres ou bloqués de type aromatique, aliphatique isocyanates ou cycloaliphatique.
Résine phénolique	résine synthétique résultant de la polycondensation par le phénol ou ses homologues et/ou ses dérivés avec des aldéhydes, en particulier le formaldéhyde.
Résine polyester	résine synthétique résultant de la polycondensation de polyacides et de polyols. NOTE : selon leur structure, une distinction est faite entre les résines polyester insaturées et saturées.
Résine polyuréthane	résine synthétique résultant de la réaction d'isocyanates polyfonctionnels avec des composés renfermant des groupes hydroxyles réactifs.
Résine silicone	résine synthétique dans laquelle la structure de base est une chaîne comportant des groupes siloxanes (liaisons silicium-oxygène-silicium).
Résine polyester insaturée	résine polyester, caractérisée par des liaisons doubles carbone dans la chaîne du polymère, qui facilite la réticulation ultérieure par des diluants réactifs, particulièrement le styrène.
Résine vinylique	résine synthétique résultant de la polymérisation ou de la copolymérisation de monomères renfermant des groupes vinyliques.
Teneur en composés organiques volatils (teneur en COV)(1)	masse des composés organiques volatils présents dans un produit de peinture déterminée dans des conditions spécifiques. NOTE : Les propriétés et la quantité des composés à prendre en compte dépendent du domaine d'application du produit de peinture. Pour chaque domaine d'application, les valeurs limites et les méthodes de détermination ou de calcul sont stipulées par des règlements ou des accords.

Tableau n° 11 : définitions extraites de la norme NF EN ISO 4618

Le classement par famille des produits de peinture et vernis relève de la norme homologuée **NF T36-005** de juillet 2010 (Peintures et vernis – Caractéristiques des produits de peinture). Ci-après figure un extrait de la norme sous la forme **d'un tableau limité aux seuls produits et systèmes de protection du béton**. Ce texte concerne à la fois le domaine du bâtiment et celui du génie civil.

Note : le NF DTU 59.1 P1-2, dans son tableau 1, donne également un extrait de la norme listant tous les produits de peinture applicables sur les différents supports (plâtre, béton, enduits ciments, bois, métaux) complétant le tableau de la norme NF T36-005, en détaillant quels sont les critères spécifiques des différents types de produits.

Famille	Désignation	classe	Subdivision – Liant principal	Observations
I	Peintures et vernis (tous produits de peinture pour revêtements en feuil mince ou semi-épais sauf ceux des familles II à V)	1	Peintures à l'eau : • b) peintures silicatées - b ₁) à un composant - b ₂) à deux composants • c) peinture à base de chaux éteinte • d) peintures organo-silicatées ou chaulées : - d ₁) organo-silicatées - d ₂) organo-chaulées	
		3	Semi-produits broyés pour peinture	Cette catégorie concerne les blancs broyés et les différents colorants.
		4	Alkydes • a) séchage à l'air	Peintures intérieures et extérieures en phase aqueuse. Alkydes modifiées : uréthanées, styrénées, acrylées. Existence pour les sols.

Famille	Désignation	classe	Subdivision – Liant principal	Observations
I	Peintures et vernis (tous produits de peinture pour revêtements en feuil mince ou semi-épais sauf ceux des familles II à V)	6	Polyesters et polyéthers : <ul style="list-style-type: none"> a) polyuréthanes : <ul style="list-style-type: none"> - a₁) en phase solvant - a₂) en phase aqueuse b) époxydiques : <ul style="list-style-type: none"> - b₁) en phase solvant - b₂) en phase aqueuse c) polyesters saturés d) polyesters insaturés 	Modifiés avec des brais les produits a) et b) sont en catégorie 10 Les polyuréthanes et les époxydes sont utilisés pour les parois et les sols. Éviter les polyuréthanes à séchage à l'air (risque de mousse avec l'humidité)
		7	Vinyliques, acryliques et copolymères : <ul style="list-style-type: none"> a) vinyliques : <ul style="list-style-type: none"> - a₁) en phase solvant - a₂) en phase aqueuse b) acryliques et copolymères : <ul style="list-style-type: none"> - b₁) en phase solvant - b₂) en phase aqueuse c) peintures primaires réactives d) copolymères acryliques 	Les produits vinyliques sont utilisés en peintures pour façades. Ils se décomposent au-delà de 60°C en dégageant du HCl. Les piliolites sont utilisées en peintures pour façades. Elles sont des résines à base de vinyl-styrène butadiène ou acrylate. Les copolymères acryliques constituent la couche intermédiaire des revêtements semi épais (RPSE). Une peinture réactive est une peinture bicomposante d'accrochage.
		8	Élastomères : <ul style="list-style-type: none"> a) caoutchoucs chlorés... 	Produits utilisés en protection de façades, phares... Les caoutchoucs chlorés se décomposent au-delà de 60°C en dégageant du HCl.
		9	Résines à base de produits bitumineux : <ul style="list-style-type: none"> a) bitume naturel b) brai de houille c) bitume de pétrole d) brai modifié aux résines synthétiques 	Produits utilisés pour la protection des parois en contact avec le sol. Produits d) utilisés en anticorrosion. Les brais de houille (cancérogènes) ne sont plus utilisés.
		10	Autres liants : <ul style="list-style-type: none"> b) silicates c) résines de silicone 	Les produits à base de silicates sont utilisés pour la protection des façades. Les produits à base de silicone contiennent > 40% de siloxane.
II	Produits de peinture pour revêtements épais	1	Vinyliques : <ul style="list-style-type: none"> a) en phase solvant b) en phase aqueuse 	Visés par les normes NF EN 1062-1 et NF T34-722 . Produits appelés revêtements de peinture épais > 400µm (RPE).
		2	Acryliques et copolymères : <ul style="list-style-type: none"> a) en phase solvant b) en phase aqueuse 	Revêtements souples de protection des façades avec aspect esthétique...
		3	Autres	Produits à base de silicates dits revêtements minéraux épais (RME).
III	Enduits intérieurs de peinture	1 à 4		Pour mémoire. Se reporter à la norme NF T30-608
IV	Autres enduits et mastics	4	Enduits extérieurs de peinture : <ul style="list-style-type: none"> a) en phase solvant b) en phase aqueuse c) en poudre d) autres 	Enduits extérieurs de peinture (voir les normes NF T30-608 et NF EN 16566).
V	Produits bitumineux	1	Enduits et mastics applicables à froid : <ul style="list-style-type: none"> a) à base de bitume naturel b) à base de brai de houille (1) c) à base de bitume de pétrole d) à base de brai modifié aux résines synthétiques 	Revêtements d'étanchéité pour parois en contact avec le sol...
		2	Enduits et mastics applicables à chaud : <ul style="list-style-type: none"> a) à base de bitume naturel b) à base de brai de houille c) à base de bitume de pétrole d) à base de brai modifié aux résines synthétiques 	Température d'application supérieure à 30°C.

Tableau n° 12 : extrait de la norme NF T36-005

Note :

- **NF T30-608 (Peintures et vernis - Enduits de peinture pour travaux intérieurs et/ou extérieurs - Adaptation des enduits de peinture aux nouvelles Normes européennes).**
- **NF EN 16566 de juillet 2014 (Peintures et vernis - Enduits de peintures pour travaux intérieurs et/ou extérieurs - Adaptation des enduits aux normes européennes).**

Note : (1) pour leurs conséquences sur la santé, les brais de houille sont interdits.

Dans le domaine du **génie civil** comme dans celui du **bâtiment**, il faut s'assurer qu'il existe bien des produits ou systèmes capables de satisfaire les diverses exigences. Pour ce faire, il faut consulter les fiches techniques des divers fabricants. De plus, pour les produits et systèmes bénéficiant du **marquage CE** il faut se procurer la **déclaration de performances (DdP ou DoP)**. Si nécessaire, demander les conseils des fabricants.

4.2.4.2 Critères de choix spécifiques dans le domaine du génie civil

4.2.4.2.1 Généralités

Le présent article traite des produits et systèmes de protection du béton capables de satisfaire à un certain nombre de **fonctions (principes)** qui relèvent des normes **NF EN 1504-9** et **NF EN 1504-10**. Il s'agit :

- d'une part, des produits et systèmes de protection du béton visés par la norme harmonisée **NF EN 1504-2**, qui est complétée par les recommandations du guide **GA P18-902**. Il s'agit des revêtements, imprégnations et imprégnations hydrophobes. Dans le domaine du **génie civil** le choix des produits, leur mise en œuvre et leur contrôle relèvent de la norme **NF P95-103** parue en 2014 ;
- d'autre part, « **des mortiers et bétons ajoutés** », dans le cadre de méthodes de réparation capables de satisfaire certaines des **fonctions (principes)**. Les caractéristiques et les performances de ces mortiers et bétons ne sont pas fixées dans la norme européenne **NF EN 1504-2**.

Le présent article explicite également les raisons du remplacement de la norme **NF P95-103** de 1993 par celle de 2014 et en détaille les points importants.

Note : il n'y a pas une correspondance parfaite sur les principes et méthodes de réparation associées qui figurent dans les deux normes européennes (1504-9 et 1504-10). En effet, ces normes n'ont pas été rédigées pendant la même période et il y a aussi des problèmes de traduction.

4.2.4.2.2 La norme harmonisée NF EN 1504-2 – Points importants et limites d'emploi

La norme harmonisée **NF EN 1504-2** ne traite que de la protection de surface du béton. Elle fixe les performances et caractéristiques que ces familles de produits et systèmes doivent présenter pour satisfaire à **cinq des onze principes** cités dans la norme **NP EN 1504-9** listés dans le tableau 4.2.4.2.5 ci-dessous.

Rappel : les familles de produits et systèmes de protection visés par la norme sont au nombre de trois :

- les imprégnations hydrophobes [H ou SPP-H] ;
- les imprégnations [I ou SPP-I] ;
- les revêtements [R ou SPP-C].

Note : la future norme NF EN 1504-2 propose de remplacer les sigles des produits (H, I et R) par les autres sigles tels que SPP-H...

Cette norme harmonisée fixe aussi, pour chacune des familles de produits et systèmes de protection de surface, les **méthodes d'essai** et les **niveaux minimaux de performances** à obtenir pour «**toutes les utilisations prévues**» (repérées dans les tableaux par le symbole ■) et «**certaines des utilisations prévues**» (repérées dans les tableaux par le symbole □) ;

Note : l'annexe B (informative) attire l'attention du maître d'œuvre sur la nécessité de fixer dans le marché la liste de toutes les prescriptions fondamentales nécessaires pour un projet particulier, compte tenu des conclusions des études préalables effectuées. En effet, pour le marquage CE, certaines des caractéristiques essentielles peuvent ne pas être couvertes si elles sont jugées, par le fabricant, comme non pertinentes pour les domaines d'emploi.

Cette norme traite, enfin, **des essais d'identification** (cf. tableau 2 de cette norme), de l'organisation du contrôle en usine des familles de produits et systèmes de protection pour béton, **des exigences de l'annexe ZA...**

Le tableau 1 de cette norme relatif aux performances des produits et systèmes de protection, sous réserve d'un examen attentif, délimite parfaitement le domaine d'emploi des différentes familles (H, I et R). Cependant, **les tableaux 3, 4 et 5** de cette norme, relatifs aux **prescriptions de performances**, ne donnent **aucune indication sur le choix des valeurs à retenir** (par exemple, pour les revêtements, trois classes de perméabilité à la vapeur d'eau s'offrent au choix : laquelle prendre ?).

Il est rappelé que la norme européenne harmonisée **NF EN 1504-2** traite également **d'autres fonctions** qui sont à exiger, si nécessaire. Il en est ainsi :

- **du dégagement de substances dangereuses** (pendant leur application, durant leur durée de vie, au cours d'un incendie, lors de leur destruction...);
- **de la réaction au feu** : par exemple, les produits et systèmes de protection, pour leur application dans les tunnels doivent respecter la législation française (**l'instruction technique n°2000-63 du 25 août 2000**) :
 - les matériaux situés en plafond doivent être classés **MO** (incombustible),
 - les matériaux situés sur les parois latérales doivent être classés **M1** (combustible mais ininflammable) sous réserve de ne pas pouvoir propager le feu.

Depuis, un guide de mise en œuvre de **l'instruction technique n°2000-63** a été mis au point en 2004 sous la direction du **CETU** avec l'aide du **GT 37 de l'AFTES**. **Ce guide a introduit les euroclasses** en remplacement du classement français. Il traite aussi du comportement au feu des peintures en fonction de leur composition et de leur épaisseur...

Note : une directive européenne relative aux exigences de sécurité minimales applicables aux tunnels du réseau routier transeuropéen est parue le 20 avril 2004. Les textes français, à quelques détails près, couvrent les exigences européennes.

Il est rappelé qu'il appartient au **maître d'ouvrage**, pour un ouvrage donné, de fixer, dans le cadre **du marché**, ses exigences en matière de **réaction au feu**.

En conclusion, l'utilisation de cette norme **NF EN 1504-2**, très complète mais assez ésotérique, n'est pas évidente d'application. C'est la raison pour laquelle le **guide de l'AFNOR GA P18-902 a été rédigé sous forme de recommandations d'application de la norme européenne harmonisée NF EN 1504-2 aux ouvrages de génie civil** (analogie à ce qui a été fait dans le domaine du bâtiment avec la norme **NF T34-722**).

4.2.4.2.3 Le guide GA P18-902 – Points importants et limites d'emploi

ATTENTION, ce guide est limité **aux imprégnations hydrophobes et aux revêtements**. Il cite, dans ses références normatives, **la norme homologuée NF EN 1062-1** (par exemple, pour la perméabilité à la vapeur d'eau, cette norme relie les classes **Vi** avec les classes **S_d**).

Ce guide d'application se base sur la fonction ou les fonctions attendue(s) d'un produit ou d'un système de protection (le terme **fonction** est plus précis que celui de **principe**) et fixe **la ou les caractéristiques de ce produit ou système** qui permettent d'en vérifier l'aptitude à remplir la ou les **fonctions**.

Il fixe **deux niveaux de performance recommandés pour les différentes caractéristiques** (niveau 1 le moins élevé ou niveau 2 le plus élevé, normalement, celui des ouvrages de génie civil).

Nota : le rédacteur d'un marché pour l'application de produits et systèmes de protection se doit d'analyser avec attention le guide de l'AFNOR ainsi que les normes homologuées NF EN 1504-2, NF EN 1062-1, la norme NF T34-722 et, bien entendu la norme NF P95-103.

Ce guide d'application vise les constructions de génie civil suivantes (liste non limitative) :

- les ponts, viaducs et passerelles ;
- les tunnels ;
- les trémies et tranchées couvertes ;
- les murs de soutènement ;
- les phares, les parois extérieures de cheminées, de silos ;
- les châteaux d'eau à l'exclusion des étanchéités ;
- les ouvrages maritimes et fluviaux (parties émergées ou dans la zone de marnage uniquement)
- les tours de refroidissement...

Il s'agit d'ouvrages soumis **aux classes d'exposition** de la norme **NF EN206/CN** (Béton - Partie 1 : spécification, performances, production et conformité) sauf celles de type **XA** (milieux chimiquement agressifs).

En cas d'environnements chimiques des classes **XA**, voire plus sévères, les exigences sont à fixer au **marché**.

Rappel : ce guide d'application classe les fonctions en trois types :

- **la fonction principale de base** que doivent présenter tous les **produits et systèmes de protection** (les imprégnations hydrophobes, les lasures, les peintures, les revêtements²³...). **Cette fonction** consiste à ralentir ou empêcher la **pénétration des agents agressifs**, sous forme liquide ou gazeuse (eau liquide, CO₂, voire, si nécessaire, la vapeur d'eau) trois agents qui sont responsables de **la corrosion des armatures** ;

23/ Les peintures et les lasures d'épaisseur ≥ 100 µm, sont classées dans la catégorie **revêtements**.

Comme il s'agit de **caractéristiques pertinentes** dans le domaine du **génie civil** (structures extérieures soumises aux intempéries), **les produits et systèmes de protection** doivent aussi satisfaire aux essais :

- de compatibilité thermiques (cycle de gel/dégel avec ou sans sel de déverglaçage et cycle de pluie avec choc thermique,
- de vieillissement climatique artificiel,
- de résistance chimique (environnement définis dans la **NF EN 206** de novembre 2014 (Béton - Spécification, performances, production et conformité) ou la **NF EN 206/CN**,
- d'aptitude à ponter les microfissures (**ATTENTION**, limitée aux classes A1 et B1).

Note : pour un ouvrage, il est indispensable d'exiger, si besoin est, une classe de fissuration plus élevée adaptée à la classe de fissuration retenue (ouvrage neuf) ou de l'ouverture des fissures constatée (ouvrage existant).

- **des fonctions principales optionnelles** que doivent présenter certains produits et systèmes de protection afin d'empêcher ou de ralentir la pénétration des **ions chlorures**, de limiter des dégradations telles que l'écaillage du béton sous les effets du gel/dégel + sels et de résister à la fissuration ;

Pour les **produits et systèmes de protection** ayant le **niveau de performance 1**, la classe de fissuration minimale est **A3** (> 0,5 mm) à **-10°C** et pour ceux de niveau de performance 2, la classe **A5** (> 2,5 mm) à **-10°C**. Pour un **projet particulier** une température d'essai inférieure peut être nécessaire.

- **des fonctions optionnelles complémentaires**, comme l'aptitude à ralentir les réactions de gonflement internes, la facilité d'entretien (résistance au lavage à l'eau sous pression), la résistance aux pressions d'eau (hors contre-pression), voire **d'autres exigences**.

En effet, aux fonctions visées par le guide du LCPC, peuvent être ajoutées dans le cadre d'un projet particulier :

- la fonction de résistance aux contre-pressions ou sous-pressions (se reporter à la nouvelle norme d'essai **NF P18-862** [éprouvette à surface sciée ou rugueuse]) ;
- la fonction de résistance aux attaques chimiques [voir le rappel (1)] :
 - attaques chimiques dues aux sols, aux eaux de surface et souterraines (il s'agit des environnements XA1 à XA3 au sens de la norme homologuée **NF EN 206** et son annexe nationale **NF EN 206/CN**),
 - fortes attaques chimiques dues à divers produits (acides, bases, solvants...) pouvant être en contact avec le béton de la structure ;
- la fonction de résistance à l'abrasion :
 - sous l'action de la circulation de piétons ou de véhicules,
 - sous les effets de la circulation d'eaux chargées ou non de matières en suspension ;
- la fonction de compatibilité avec l'eau potable, etc.

Rappel : (1) le guide du LCPC se limite aux classes d'environnement de la norme **NF EN 206/CN** l'environnement chimique **XA** étant exclus (Pour les classes **XA**, se reporter par exemple, au **FD P18-011** de décembre 2009 (Béton - Définition et classification des environnements chimiquement agressifs - Recommandations pour la formulation des bétons) qui classe les milieux agressifs correspondants.

Le guide de l'AFNOR GA P18-902 ne donne aucune information sur l'efficacité des différentes familles de produits et systèmes de protection pour remplir les différentes fonctions susvisées. Il faut se reporter au tableau de la page 51 du **guide technique de 2002 du LCPC** pour trouver une réponse pertinente.

ATTENTION, ces deux guides ne traitent pas **des mortiers et bétons ajoutés** utilisés pour former une couche de protection.

Le tableau susvisé a été repris et complété pour être introduit dans la norme **NF P95-103** (tableau B.2) et, ci-après, dans le présent guide.

Ce guide GA P18-902 ne donne pas non plus d'informations sur les conditions à respecter pour la **mise en œuvre et le contrôle** des produits et systèmes.

4.2.4.2.4 La norme NF P95-103 – Points importants et limites d'emploi

Toutes les constatations susvisées ont débouché sur la **nécessité de mettre à jour la norme NF P95-103** de 1993, qui faisait surtout référence aux différents revêtements utilisés dans le domaine du bâtiment et aux peintures, c'est-à-dire aux seuls produits disponibles dans années 90.

La mise jour de cette norme date de juin 2014, elle porte sur le **traitement des fissures et la protection du béton**. Elle fait la synthèse de tous les textes susvisés et les complète en tant que besoin. Elle liste les **différentes fonctions**, précise les caractéristiques à exiger et explicite toutes les opérations de mise en œuvre et de contrôle.

Elle traite à la fois des produits et systèmes conformes à la norme **NF EN 1504-2** mais aussi **des mortiers et bétons ajoutés** et elle ne se limite pas **aux fonctions** identifiées de la norme **NF EN 1504-2** ni à celles du **GA P18-902** puisqu'elle traite en plus, par exemple, des abrasions et chocs sévères en explicitant les essais permettant de qualifier les produits et systèmes comme satisfaisants aux fonctions exigées...

Dans la suite du texte sont traités dans deux articles séparés les deux types de produits suivants :

- d'une part, les produits et systèmes conformes à la norme **NF EN 1504-2** (imprégnations hydrophobes, imprégnations et les divers revêtements que sont les lasures, peintures et revêtements) ;
- d'autre part, les mortiers et bétons ajoutés.

Les fabricants utilisent les termes de **lasure, peinture et revêtement**, dans leurs **fiches techniques** au lieu du terme générique « **revêtement** » de la norme **NF EN 1504-2** qui les couvre. Ces divers produits présentant des propriétés et performances différentes, c'est la raison pour laquelle ils figurent dans le **tableau** ci-après qui permet de **choisir une famille de produits ou systèmes** à même de satisfaire au mieux aux **fonctions (principes)** exigées.

Rappel : après le premier choix, celui de la **famille de produits ou systèmes**, pour le **choix définitif**, il faut se référer aux **fiches techniques** et s'assurer qu'il est possible de trouver chez les fabricants des produits ou systèmes capables de répondre aux **fonctions et performances** exigées.

En effet, il est rappelé que pour les produits et systèmes bénéficiant du **marquage CE**, la certification ne couvre, le plus souvent, que la **fonction de base** aussi, certaines des **caractéristiques fondamentales (cadre du RPC) (exigences essentielles avec la DPC)** peuvent ne pas être couvertes si elles sont jugées comme **non pertinentes** (se reporter aux différents tableaux ZA*i* de l'annexe ZA). Il faut se procurer la **déclaration de performances (DdP ou DoP)** et, si nécessaire, demander conseil auprès des **fabricants**.

Si les produits ou systèmes existants ne sont pas qualifiés vis-à-vis d'une **fonction** donnée et/ou n'ont pas le **niveau de performance** souhaité, il faut prévoir une **épreuve d'étude**. Épreuve à réaliser, soit pendant la période des **études préalables** (avant le lancement de la **consultation**), soit pendant la période de **préparation des travaux** si la durée de cette dernière est adaptée à celle des essais (dans ce second cas, **la gestion du chantier peut devenir délicate** si les résultats des essais ne sont pas connus à temps).

		Fonctions recherchées (principes)										
		Fonctions principales de base			Fonctions principales optionnelles				Fonctions optionnelles complémentaires			
		Augmentation de la protection contre la pénétration de		Préservation de la perméabilité à la vapeur d'eau (***)	Augmentation de la protection contre		Résistance à la fissuration du support	Résistance au nettoyage (facilité et bonne tenue)	Esthétique (couleur, texture, etc.)	Protection contre la pénétration d'eau sous pression	Augmentation de la résistance	
		l'eau sans pression (ruissellements, éclaboussures)	CO ₂		la pénétration des ions Cl-	l'écaillage dû au gel (utilisation de fondants)					physique (chocs et abrasion)	chimique (**)
Familles de produits ou systèmes	Imprégnations (*)	O à X	O	XXXX	O à X	O	O	Non concerné	Ne modifie pas l'aspect initial	O	O à X	O
	Imprégnations hydrophobes (*) (***)	XX à XXXX	O	XXXX	XX à XXXX	XX à XXX	O	Non concerné	Ne modifie pas l'aspect initial et limite les salissures, mousses, etc.	O	O	O
	Lasures (*)	O à X	O à X	XX à XXX	O à X	O à X	O	O	X à XXX	O à X	O	O
	Revêtements Peintures (*)	X à XXX	X à XX	O à XXX	O à XX	X à XX	X à XX	O à XX	X à XXX	X à XX	O	O
	Revêtements (*)	XX à XXXX	XX à XXXX	O à XXX	XX à XXXX	X à XXXX	X à XXXX	O à XXX	X à XXX	X à XXXX	Revêtements spéciaux [****]	Revêtements spéciaux
	Imprégnations hydrophobe + Revêtements (*)	XXX à XXXX	XX à XXXX NO	O à XXX	XXX à XXXX	X à XXXX	X à XXXX	O à XXX	X à XXX	X à XXX	Revêtements spéciaux NO [****]	Revêtements spéciaux NO
Mortiers et bétons hydrauliques	X à XXX	X à XXXX	O à XX (fonction de la formulation et de l'épaisseur)	X à XXX	Béton formulé spécialement (cf. fascicule 65 du CCTG)	NO	NO	O à XXX	X à XXXX	X à XXXX [****]	Béton formulé spécialement (XA1 à XA3)	

Tableau n° 13 : tableau B.2 extrait de la norme NF P95-103

Note : ce tableau, inspiré d'un tableau du guide LCPC de 2002, avait été intégré et complété dans le guide FABEM 4 de 2008. Il a été de nouveau amélioré par les rédacteurs de la norme NF P95-103.

Légende :

O : les moins adaptés ; **XXXX** : les plus adaptés ; **NO** : non optimisés pour la fonction concernée (il existe des solutions mieux adaptées).

(*) Produits et systèmes se conformant à la norme **NF EN 1504-2**.

(**) Voir fascicule de documentation **FD P18-011**.

(***) **Rappel** : Les imprégnations hydrophobes constituent une solution intéressante pour limiter les pénétrations d'eau. Elles ne conviennent cependant pas pour les **zones susceptibles de rétentions d'eau** (surfaces horizontales ou très faiblement inclinées) ou faisant l'objet de pressions d'eau.

(****) **Rappel** : La préservation de la perméabilité à la vapeur d'eau permet les échanges gazeux entre le matériau béton et l'air extérieur.

(*****) Le retour d'expérience de la Compagnie de Navigation du Rhône (CNR) sur l'efficacité vis-à-vis **des chocs et de l'abrasion** des différents produits et systèmes est donné ci-après et dans **l'annexe A** de la norme **NF P95-103**.

L'augmentation de la protection contre les pénétrations d'eau peut ralentir le développement des réactions **de gonflement interne du béton** (cf. guides LCPC), sous réserve que le produit ou système puisse également résister à l'évolution de la fissuration. Se reporter au **guide LCPC** « Aide à la gestion des ouvrages atteints de Réactions de Gonflement Interne » de novembre 2003 et aux **recommandations provisoires du LCPC** « Protection et réparation des ouvrages atteints de réaction de gonflement interne du béton » d'octobre 2010.

Le retour d'expérience de la CNR vis-à-vis des phénomènes d'abrasion et de choc :

- **Les revêtements et les mortiers à base de liants polymères** ont généralement un bon comportement vis-à-vis des essais d'abrasion et de chocs. Ce constat est cependant fortement lié à l'épaisseur appliquée et à la formulation du produit. Notamment, l'interface du produit rapporté est moins sollicitée lorsque l'épaisseur augmente ;
- La résistance caractéristique en compression f_{ck} n'est pas un indicateur absolu de la résistance à l'abrasion, mais constitue un essai crible (ou discriminant) intéressant : **les mortiers et bétons à base de liant hydraulique** ont une tenue médiocre à l'abrasion et aux chocs si la contrainte en compression f_{ck} du matériau est **< 30 MPa**. La tenue s'améliore significativement dès que f_{ck} **> 60 MPa** ;
- Il est constaté pour un produit à base de liants hydraulique que l'indice d'abrasion s'améliore lorsque f_{ck} et la masse volumique augmentent.

4.2.4.2.5 Les trois familles de produits et systèmes visés par la norme NF EN 1504-2 - Choix en fonction des principes à satisfaire

4.2.4.2.5.1 Généralités

Ces produits et systèmes que traite aussi la norme **NF P95-103** permettent de satisfaire **certains des cinq principes (fonctions) et méthodes de réparation suivants** en application de la norme **NF EN 1504-9**.

Le tableau ci-après, extrait de la norme **NF P95-103**, liste les principes et méthodes de la norme **NF EN 1504-9**, précise dans la colonne « Commentaires » **les limites d'emploi** des trois familles de produits et systèmes de protection du béton et indique quelques cas où il est nécessaire que le **marché** impose des exigences particulières relevant d'essais non visés par la norme **NF EN 1504-2**.

Principe	Méthodes et normes de référence	Commentaires
Défauts dans le béton		
Principe 1 - Protection contre toute pénétration	1.1 Imprégnation hydrophobe (NF EN 1504-2) 1.2 Imprégnation (NF EN 1504-2) 1.3 Revêtement (NF EN 1504-2)	Les imprégnations hydrophobes constituent une solution intéressante pour limiter les pénétrations d'eau et, par voie de conséquence, des chlorures. Elles ne conviennent cependant pas pour les zones susceptibles de rétenions d'eau (surfaces horizontales ou très faiblement inclinées) ou faisant l'objet de pressions d'eau . Elles n'ont pas d'effet sur le transfert des gaz (carbonatation) et liquides en phase vapeur. Suivant les types de produits ou systèmes, les imprégnations hydrophobes peuvent avoir une action sur les fissures sous réserve que leurs ouvertures respectent les limites fixées par les Eurocodes en fonction des classes d'exposition applicables. L'inclinaison du support est dans tous les cas à prendre en compte pour le choix du produit.
Principe 2 - Contrôle du taux d'humidité du béton	2.1 Imprégnation hydrophobe (NF EN 1504-2) 2.2 Imprégnation (NF EN 1504-2) 2.3 Revêtement (NF EN 1504-2)	Cf. commentaires du principe 1. L'attention est attirée sur le fait qu'il n'existe pas d'essai qualifiant vis-à-vis du principe 2 pour les imprégnations (notées 2.2 ou 8.2 dans le tableau).
Principe 5 - Augmentation de la résistance aux actions physiques	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)	La norme vise les chocs, l'érosion, l'abrasion, les effets thermiques et les cycles gel/dégel, etc. Pour les revêtements, l'essai d'abrasion visé par la norme NF EN ISO 5470-1 peut être remplacé par les essais visés par la norme NF EN 13813 : Matériaux de chape et chapes – Matériaux de chapes – propriétés et exigences (cf. tableau n°5 de la NF EN 1504-2). Dans le cas d'érosions et d'abrasions sévères (par exemple pour les ouvrages hydrauliques), le choix de produits peut faire appel à des essais non cités dans les normes de la série NF EN 1504-** (par exemple les essais CNR (Compagnie de Navigation du Rhone) de l'annexe informative A). Il s'agit d'essais spécifiques pour satisfaire le principe 5.
Principe 6 - Résistance aux produits chimiques	6.1 Revêtement (NF EN 1504-2) 6.2 Imprégnation (NF EN 1504-2) 6.3 Ajout de mortier ou béton (NF EN 1504-3)	Se reporter au fascicule de documentation FD P18-011 et à la norme NF EN 206 et son annexe nationale ...
Corrosion de l'armature		
Principe 8 - Augmentation de la résistivité (par limitation de la teneur en eau)	8.1 Imprégnation hydrophobe (NF EN 1504-2) 8.2 Imprégnation (NF EN 1504-2) 8.3 Revêtement (NF EN 1504-2)	L'augmentation de la résistivité découle en fait du contrôle de l'humidité en surface permis par le revêtement ou produit appliqué. L'attention est attirée sur le fait qu'il n'existe pas d'essai qualifiant vis-à-vis du principe 8 pour les imprégnations (notées 2.2 ou 8.2 dans le tableau)

Tableau n° 14 : tableau 2 extrait de la norme NF P95-103 (limité aux produits et systèmes H, I et R)

Les commentaires du tableau susvisé sont complétés comme suit :

- les normes **NF EN 1504-9** et **1504-10** indiquent que les revêtements et produits d'imprégnation peuvent satisfaire au **principe 8** d'augmentation de la résistivité électrique du béton. En fait, il s'agit seulement d'un contrôle de l'humidité en surface permis par le revêtement ou produit appliqué ;
- la norme européenne ne sélectionne **aucun essai qualifiant** vis-à-vis des **principes 2** (contrôle du taux d'humidité du béton) et **8** (augmentation de la résistivité) pour les **imprégnations**. **Les imprégnations sont d'une utilisation limitée en génie civil**. En réparation et en protection, ces produits ont généralement la fonction de durcisseur de surface, de réducteur de poussière. Les imprégnations sont le plus souvent utilisées en protection des sols industriels.

Note : certaines imprégnations peuvent satisfaire aux tests relatifs à l'augmentation de la résistance physique ou de la résistance à de fortes attaques chimiques conformément au projet de future norme NF EN 1504-2.

- **pour les ouvrages d'art**, seuls les produits d'imprégnation hydrophobe se conformant aux spécifications normalisées les plus élevées de la norme **NF EN 1504-2** (profondeur de pénétration, absorption d'eau, résistance aux alcalis, taux (vitesse) de dessiccation et résistance aux cycles gel-dégel avec sels de déverglaçage du béton le cas échéant) doivent être utilisés ;
- il est également possible d'envisager **des applications combinées de certaines méthodes** sous réserve de vérifier la compatibilité des produits utilisés qui forment alors un **système**. Par exemple, l'utilisation d'une sous-couche **d'imprégnation hydrophobe et d'un revêtement**, dans une recherche d'une durabilité maximale ;
- pour les ouvrages de génie civil, il est normalement nécessaire d'avoir recours à **des produits et systèmes de hautes performances**. Outre le **marquage CE** et sauf disposition contraire du marché, les produits et systèmes de protection généralisée relèvent d'un **niveau 2+ d'attestation de conformité ou d'évaluation et de vérification de la constance des performances (EVCP)**.

Si besoin est, une protection généralisée doit pouvoir satisfaire à certaines des fonctions optionnelles complémentaires visées par le GA P18-902 pouvant imposer des essais ne relevant de la norme NF EN 1504-2, à savoir :

- la résistance aux pressions et sous pression d'eau (**XP P18-862**) ;
- la résistance au nettoyage à l'eau sous pression (**NF T30-304** de février 2004 : Revêtements organiques - Peintures et vernis - Essai de lessivabilité) ;
- des fonctions esthétiques, relevant de la norme **NF EN 1062-1**, laquelle vise essentiellement le domaine des bâtiments. En rappel, cette norme est complétée par la norme expérimentale **XP T 34-722** ayant un rôle de guide définissant les niveaux de performance à adopter dans le cadre de l'adaptation des revêtements de façade à la nouvelle classification européenne...

Le tableau ci-après (tableau C.4), extrait de la norme NF P95-103 permet de comparer les qualités des différents produits et systèmes de protection utilisés, hors mortiers et bétons ajoutés :

- des systèmes de peintures en phase aqueuse ou solvantée, de types **P** (liants polymères réactifs) :
 - résines époxydiques,
 - résines polyuréthanes,

- résines époxy-polyuréthanes,
- résines acryliques,
- etc.,
- des **PCC** (ex LHM [Liants Hydrauliques Modifiés]) à base de liants hydrauliques et d'un polymère (vinylique, acrylique, résine époxydique) ou d'un copolymère (styrène-butadiène),
- des imprégnations hydrophobes,
- etc.

Caractéristiques	PCC (Acrylique, styrène-butadiène, vinylique, etc.)	PCC époxy	P époxy	P polyuréthane	Imprégnations hydrophobes
Augmentation de la résistance à la pénétration du CO ₂	XX à XXX	XX à XXX	XXX	XXX	0
Augmentation de la résistance à la pénétration de l'eau sans pression	XX à XXX	XX à XXX	XXX	XXX	XX à XXX
Adaptation à la fissuration statique du support (2)	0 à XX	0 à X	0 à XX (3)	XX ou XXX	0
Amélioration de la résistance du support à l'abrasion	0 à X	XX	XXX	XXX	0
Résistance à la pénétration des liquides avec pression	XX	XX	XXX (1)	XXX (1)	0
Préservation de la perméabilité à la vapeur d'eau	X à XX	X à XX	0	0	XXX
Tenue aux UV	XXX	XX	X (4)	XXX	XXX (non exposé)
Résistance aux cycles de gel-dégel	XX	XX	XXX	XXX	XXX
Aptitude au nettoyage (entretien)	X à XXX	X à XX	XX à XXX	XX à XXX	Sans objet

Tableau n° 15 : tableau C.4 extrait de la norme NF P95-103

Légende :

0 : les moins adaptés

XXX : les plus adaptés

(1) fonction de l'épaisseur du feuil et du dosage en polymère

(2) pour la fissuration dynamique (fissures actives) la norme NF EN 1504-2 indique les essais qualifiants

(3) uniquement systèmes avec armatures

(4) pour une bonne tenue aux UV, nécessite en complément une couche de finition polyuréthane

En complément des tableaux ci-devant, la norme **NF P95-103** précise les conditions de recours aux imprégnations hydrophobes, imprégnations et revêtements.

4.2.4.2.5.2 Imprégnations hydrophobes :

Ces produits et systèmes plus ou moins performants suivant la base et le dosage sont à base de :

- silanes,
- siloxanes,
- siliconates,
- des trois produits susvisés en mélange,
- de copolymères acryliques fluorés,
- de chlorophylanes.

Les imprégnations hydrophobes se présentent sous forme de liquide, crème ou gel. Sous la forme de crème ou de gel, elles sont moins sujettes aux effets du vent et à l'évaporation, ce qui facilite leur mise en œuvre et le contrôle visuel des zones traitées.



*Photo n° 16 : support béton après traitement par imprégnation hydrophobe
(crédit photo SIKA)*

Pour que ces produits puissent remplir leur office, la porosité du béton ne doit ni être trop faible ni trop élevée (dans ce dernier cas, la profondeur de pénétration est alors insuffisante). Normalement, les imprégnations hydrophobes sont utilisées pour les bétons des classes de résistance : **C25/30 à C40/50**. En fonction de leur composition, elles ont un pouvoir de pénétration plus ou moins élevé. Par exemple :

- les imprégnations hydrophobes à base de silanes aux molécules de petite taille sont les plus performantes mais sont les plus chères ;
- les imprégnations hydrophobes à base de siloxanes aux molécules de taille plus importante sont moins performantes mais elles sont moins chères ;
- les imprégnations hydrophobes, à base de siliconates aux molécules de petite taille mais avec une polarité de même signe que celui des supports à traiter, ont une faible pénétration. Elles sont utilisées pour traiter la maçonnerie de pierres et de briques.

- les imprégnations hydrophobes à base d'un mélange à base des trois produits susvisés ont des propriétés intermédiaires.

Note : lors des études préalables, il est souhaitable de faire des tests de porosité ou de perméabilité du support (test de porosité superficielle à la goutte d'eau, par exemple, mais d'autres techniques de mesure sont utilisables) pour savoir si la pénétration exigée pourra être satisfaite.

Le domaine d'emploi des imprégnations hydrophobes est le suivant :

Se reporter au tableau ci-après conforme au tableau n°3 du **GA P18-902** qui précise les fonctions principales de base ou optionnelles.

Fonctions principales	
1 Protection contre les risques de pénétration de l'eau liquide	Essais obligatoires correspondant à la fonction de base attendue de toutes les imprégnations hydrophobes destinées au génie civil
Fonctions principales optionnelles	
2 Protection contre l'écaillage de surface dû au gel/dégel + sel de déverglaçage	Essai optionnel
3 Protection contre la diffusion des chlorures	Essai optionnel

Tableau n° 16 : tableau n°3 extrait du GA P18-902

Rappel des fonctions :

- la protection contre la pénétration de l'eau dans le béton, qui permet de réduire son écaillage en présence de cycles de gel/dégel + sels ;
- la limitation de la teneur en eau du béton par la réduction de la pénétration de l'eau dans les fissures fines et de la diffusion des ions chlorures avec pour conséquence le ralentissement de la corrosion des armatures ;

Rappel, les limites d'emploi des imprégnations hydrophobes sont les suivantes :

- elles ne sont pas adaptées pour prévenir la pénétration des gaz (CO₂) et de la vapeur d'eau. Cependant, leur association à un revêtement compatible permet de satisfaire ces deux fonctions. Cette association est développée ci-après,
- elles ne conviennent qu'aux parties aériennes des ouvrages verticales ou suffisamment inclinées permettant l'évacuation des eaux. Elles ne peuvent remplir leurs fonctions en présence d'eau stagnante.

En conclusion, il faut retenir les **produits et systèmes les plus performants** correspondants aux exigences les plus sévères du tableau n°3 de la norme **NF EN1504-2** rappelées dans le tableau ci-après.

Profondeur de pénétration	> 10 mm (Béton conforme à NF EN 1766 avec E/C = 0,70)
Absorption d'eau	< 7,5% en comparaison avec l'éprouvette non traitée (NF EN 13580)
Résistance aux alcalis	Taux d'absorption d'eau < 10% après immersion dans une solution alcaline (NF EN 13580)
Taux de dessiccation	> 30% ie classe I * (NF EN 13579)
Perte de masse après cycles de gel/dégel en présence de sels de déverglaçage	Apparaît au moins 20 cycles plus tard que celle subie par une éprouvette non imprégnée (NF EN 13581)
* La méthode d'essai du taux de dessiccation est destinée à évaluer, sur des éprouvettes de béton, l'effet des imprégnations hydrophobes sur le coefficient de vitesse de séchage du béton ; la classe I permet un assèchement plus facile du béton.	

Tableau n° 17 : tableau 4 issu de la norme NF P95-103

4.2.4.2.5.3 Imprégnations :

Il est rappelé que les imprégnations sont très rarement utilisées dans les ouvrages de génie civil. Il n'est donc pas nécessaire de développer davantage les propriétés de ces produits.

4.2.4.2.5.4 Revêtements :

Les revêtements forment un film continu à la surface du béton dont l'épaisseur du feuil sec peut varier entre 0,1 mm (100 µm) et 5 mm (5 000 µm), voire plus. Ils peuvent ponter des fissures fines, voire plus (sous réserve que les fissures ne soient pas liées à une **insuffisance structurale**).

Rappel : il faut s'assurer, avant son utilisation, qu'un produit ou un système admis au **marquage CE** est bien qualifié pour répondre aux **fonctions souhaitées** et présente les **niveaux de performance requis**.

Le domaine d'emploi des revêtements est le suivant :

Se reporter au tableau ci-après conforme au tableau n°2 du **GA P18-902** qui précise les **fonctions principales de base ou optionnelles et les fonctions optionnelles complémentaires**.

Fonctions principales	
1 Protection contre l'eau, protection (ou perméabilité) vis-à-vis de la vapeur d'eau, protection contre le gaz carbonique	Noyau dur d'essais obligatoires correspondant à la fonction de base attendue de tous les revêtements de protection destinés au génie civil
Fonctions principales optionnelles	
2 Protection contre la pénétration des chlorures	Optionnel, mais ne nécessitant pas d'essai spécifique car s'appuyant sur l'un des essais associés à la fonction 1
3 Protection contre l'écaillage de surface dû au gel/dégel + sel de déverglaçage	Essai optionnel
4 Aptitude à ponter les fissures	Essai optionnel

Fonctions optionnelles complémentaires	
5 Aptitude à ralentir les réactions de gonflement interne	Essai optionnel complémentaire
6 Résistance au nettoyage à l'eau sous pression	Essai optionnel complémentaire
7 Résistance aux pressions d'eau	Essai optionnel complémentaire
8 Autres exigences	Autres essais spécifiques à fixer au marché

Tableau n° 18 : tableau n°2 extrait du GA P18-902

Détail des fonctions principales :

- la prévention de la pénétration de l'eau (**W**) ;
- la prévention de la pénétration de la vapeur d'eau (**SD_{EAU}**) ;
- la prévention de la pénétration des gaz (**SD_{CO2}**).

Note : *il peut être nécessaire que le revêtement présente une certaine perméabilité à la vapeur d'eau dans le cas où, par exemple, le béton d'une des parois d'une structure serait en contact avec un milieu humide.*

Cas de la protection contre la pénétration des chlorures :

- la prévention de la pénétration des chlorures est obtenue lorsque l'absorption capillaire est $< 0,01 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$; cette limite est admise en l'absence d'essai normalisé. Une telle valeur correspond à celle d'un produit imperméable à l'eau.

Cas des autres exigences :

- rappel : l'aptitude à ponter les fissures²⁴ (non pathogènes) pour les revêtements relevant du niveau de performance 1 est limitée à des fissures d'ouverture 0,5 mm avec un essai statique effectué à -10°C, voire moins. Pour ceux relevant du niveau 2, l'ouverture est limitée à 2,5 mm et l'essai se déroule dans les mêmes conditions que pour le niveau 1 ;
- des exigences spécifiques, telles que la résistance physique (chocs importants ou une abrasion sévère) ou la résistance chimique nécessitent des essais complémentaires à imposer dans le marché dans le cadre d'une épreuve d'étude.

Les limites d'emploi des revêtements sont les suivantes :

- la mise en œuvre d'un revêtement, pour qu'il puisse constituer un film d'épaisseur constante et continu, nécessite le reprofilage du support si celui-ci présente d'importantes irrégularités.

Rappel, par exemple, pour la mise en peinture, le **chapitre 11 du fascicule 65 du CCTG exige :**

- un bullage moyen réparti sur l'ensemble de la surface considérée caractérisé au maximum par l'échelle n°3 du **FD P18-503** et une surface individuelle des bulles inférieure à 0,3 cm², une profondeur des bulles inférieure à 2 mm et une surface du bullage inférieure à 2% (exigence requise pour les parements fins),

24/ Rappel, l'ancien **GA P18-902** ne fixait pas d'exigence vis-à-vis de la fissuration.

- une planéité en référence aux critères du **FD P18-503**, de niveau P2 (3 mm au réglet de 0,20 m) (exigence requise pour les parements simples),
- une cohésion de surface supérieure ou égale à **1,5 MPa** (mesurée selon la norme **NF EN ISO 4624** ou **NF EN 1542** avec des plots de diamètre 50 mm),
- certains revêtements imposent une inclinaison minimale des surfaces à traiter pour permettre l'écoulement des eaux,
- les parties hautes des revêtements doivent être protégées contre les infiltrations d'eau entre ceux-ci et leur support, par exemple par une couvertine,
- un revêtement imperméable ne peut traiter l'existence de remontées capillaires qui vont engendrer un cloquage de celui-ci (consulter le **guide FABEM 6** et les **NF DTU** et **normes-DTU** visées par le présent guide).

ATTENTION, il est rappelé que le niveau de **performance 2** visé par le **GA P18-902** pour les revêtements destinés aux ouvrages de génie civil peut poser problème quand il est nécessaire de conserver une **certaine perméabilité à la vapeur d'eau**. Ce peut être le cas si on utilise un revêtement sur le parement d'un mur de soutènement dont la face en contact avec des terres imbibées d'eau n'est pas correctement imperméabilisée...

4.2.4.2.5.5 Imprégnations hydrophobes + revêtements :

Cette solution permet d'augmenter la **durée de vie du système de protection** et d'attendre, pendant quelques temps, le renouvellement du **revêtement**. En effet, si le revêtement se trouve endommagé sous les actions de l'environnement et les effets d'autres actions, l'imprégnation hydrophobe va assurer une certaine protection du béton empêchant ainsi le développement de la corrosion des armatures.

4.2.4.2.6 Cas des mortiers et bétons ajoutés

4.2.4.2.6.1 Généralités sur les mortiers et bétons - Définitions :

Un mortier ou un béton est dit « **industriel** » s'il est dosé et mélangé en usine et est livré sur le chantier sous forme **sèche**, nécessitant l'ajout d'eau et un malaxage complémentaire (mortier ou béton **sec pré-mélangé**), ou sous forme **humide** prête à l'emploi.

Un mortier ou un béton est dit « **pré-dosé** » lorsque ses constituants sont dosés en usine et livrés sur le chantier où ils sont mélangés conformément aux indications du fabricant.

Un mortier ou un béton est dit « **préparé sur le chantier** » si ses différents constituants sont dosés puis ensuite gâchés sur le chantier.

Rappel : une centrale **BPE** doit être admise à la **marque NF-BPE** ou à une marque équivalente. De plus, des spécifications complémentaires applicables à **toute centrale** (de BPE ou de chantier) figurent en annexe du **fascicule 65 du CCTG**.

Un mortier ou un béton est dit « **performantiel** » s'il est conçu et fabriqué pour répondre à des caractéristiques spécifiées ou établies et mesurées par des **méthodes d'essai spécifiées** ou établies. C'est un **concept de performance**.

Un mortier ou un béton est dit de « **recette ou à composition prescrite** » s'il est fabriqué à partir de proportions de constituants déterminées au préalable et dont les **caractéristiques supposées** résultent des proportions établies des constituants.

Note : dans la pratique, un mortier ou un béton courant à caractéristiques spécifiées, par exemple pour répondre aux classes d'exposition, comporte une part de composition prescrite avec une teneur minimale en liant, un type de ciment imposé... et une part d'essais de performances.

Note : une aide à la rédaction du CCTP du marché peut être obtenue dans les CCTP-types du Sétra (CEREMA).

4.2.4.2.6.2 Généralités sur le choix des produits :

La technique d'ajout de matière sous forme de mortier ou de béton est employée par exemple :

- lorsqu'un élément d'un ouvrage présente un défaut d'enrobage de ses armatures intéressant une surface importante ;
- pour restaurer la surface d'un béton endommagé par l'érosion, par un écaillage ;
- pour remplacer la couche d'enrobage des armatures carbonatée ou polluée par des chlorures et rétablir un enrobage adapté à la classe d'environnement (cela peut relever du domaine d'emploi de la norme NF P95-101) ;
- etc.

Note : les cas d'ajout de matière évoqués ci-dessus peuvent être traités par d'autres techniques comme la mise en place d'un revêtement, une protection cathodique, une réalcalinisation... Ce sont les études préalables qui permettent de choisir la technique permettant de préserver ou restaurer la passivité des armatures durablement, de résister à des attaques physiques ou chimiques... et ce pour le meilleur rapport qualité-prix compte tenu du prolongement de la durée de vie souhaitée pour l'ouvrage concerné.

Cette technique « d'ajout de matière » n'a pas, normalement, pour but de **renforcer l'ouvrage** au sens du **principe 4 « renforcement structural »**, même si les performances du mortier ou du béton ajouté peuvent l'assimiler à un **produit de réparation structurale**. Dans le cas visé ici, l'épaisseur du mortier ou du béton mis en œuvre est relativement faible (quelques centimètres) ce qui impose pour le béton un diamètre réduit des plus gros granulats utilisés de classe granulaire (d/D).

Il est à noter que les mortiers industriels de réparation conformes à la norme **NF EN 1504-3** doivent, pour toutes les utilisations prévues (■), seulement résister uniquement à la **carbonatation**, alors que les revêtements susvisés et conformes à la norme **NF EN 1504-2** doivent répondre à des exigences de protection contre les risques de pénétration vis-à-vis du **CO₂**, de l'**eau liquide** et de la **vapeur d'eau**.

Il est donc indispensable que les mortiers et aussi les bétons à mettre en œuvre soient adaptés aux **classes d'exposition (de XC1 à XA3)** liées à l'environnement de l'ouvrage et visées par l'annexe nationale **NF EN 206/CN**, voire à des **classes plus sévères**. Le **marché** doit être rédigé en conséquence pour que les produits à mettre en œuvre satisfassent aux caractéristiques spécifiées, par exemple :

- pour **les mortiers** industriels ou fabriqués sur chantier, il s'agit de certains des essais pour **certaines utilisations prévues** (□) comme l'absorption capillaire (**NF EN 13057**), la compatibilité thermique (**NF EN 13687-1, 2 et 4**) ou pour des **utilisations spéciales** visées à l'annexe B ;

- pour les **bétons** industriels ou fabriqués sur chantier, il s'agit des exigences et essais de l'annexe nationale **NF EN 206/CN** complétée par le **fascicule 65 du CCTG**.

Les mortiers et bétons à mettre en œuvre doivent être **compatibles avec le béton existant** :

- dans le cas d'une structure en **béton précontraint** par post-tension, le liant utilisé doit présenter une faible teneur en sulfures (ciments CP1 visés par la norme **NF P15-318**) ;
- dans le cas d'une structure en **béton précontraint** par pré, voire post-tension (cas où les armatures peuvent de trouver en contact avec le mortier ou le béton ajouté), le liant utilisé doit présenter une faible teneur en sulfures (ciments CP2 visés par la norme **NF P15-318**) ;

Note : la norme **NF EN 1504-3** impose pour les mortiers une teneur maximale en chlorures mais ne précise pas celle en sulfures. Il faut donc consulter les fabricants si des armatures de BP peuvent se trouver en contact avec le mortier.

- la **résistance** du mortier ou béton ajouté doit être proche de celle du béton support. En effet, par exemple, mettre en place un mortier de forte résistance sur un béton de résistance médiocre va conduire à une fissuration de la couche de mortier à cause des retraits gênés, des modules de déformation trop différents... Cette exigence figure dans le **NF DTU 26.1** (Travaux de bâtiment - Enduits aux mortiers de ciment, de chaux...) ;
- le **mortier ou le béton ajouté** doit être, si possible, à « **retrait compensé** » afin de limiter sa fissuration pendant et après son durcissement. Cette propriété est mesurée par les essais (retrait et gonflement) visés par la norme **NF EN 12617-4** ;
- les **performances du mortier ou béton ajouté** doivent être soigneusement analysées dans le cas d'un béton support à hautes performances (**BHP**)²⁵ ;

Les constituants des **mortiers et bétons** à mettre en œuvre doivent être compatibles. Ce point est détaillé ci-après dans la partie du texte consacrée aux constituants des mortiers et bétons.

Pour les applications par **projection**²⁶, les **bétons** doivent se conformer aux normes **NF EN 14487-1** et **NF P95-102** ainsi qu'aux recommandations professionnelles de l'ASQUAPRO. Dans ces deux derniers textes, figurent des préconisations sur la formulation (teneur en ciment, composition granulométrique des mélanges, etc.). Se reporter aux **guides FABEM 5** et **FABEM 1**.

ATTENTION, Pour les applications par **projection de mortier au plafond** (sous-faces des dalles et poutres), il faut s'assurer que le mortier est thixotrope et satisfait aux essais de la norme **NF EN 13395-3** de décembre 2002 (Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Détermination de la maniabilité - Partie 4 : application de mortier de réparation en sous-face) visée dans l'**annexe B informative** de la norme **NF EN 1504-3**. Il s'agit **d'applications spéciales**.

Dans le cadre du **présent guide**, l'ajout de mortier ou de béton permet de satisfaire aux **principes 5, 6 et 7** de la norme **NF EN 1504-9** résumés dans le tableau ci-dessous. Il peut aussi servir à **améliorer l'esthétique des parements de l'ouvrage**.

²⁵/ Les exigences seront fixées lors de la révision du guide FABEM 1.

²⁶/ La norme **NF P 95-102** est en cours de révision depuis la fin 2016.

Principes	Méthodes de protection et de réparation
Principe 5 : Augmentation de la résistance physique (abrasion, érosion, effritement suite à des petits chocs, etc.),	Méthode 5.3 : Ajout de mortier ou de béton
Principe 6 : Augmentation de la résistance aux produits chimiques	Méthode 6.3 : Ajout de mortier ou de béton
Principe 7 : Préservation ou restauration de la passivité	Méthode 7.1 : Augmentation de la couche d'enrobage ou couverture des armatures avec du mortier ou du béton supplémentaire

Tableau n° 19 : principes et méthodes liés aux mortiers et bétons ajoutés (extrait du tableau 2 de la norme NF P95-103)

Pour l'application du principe 5 : Augmentation de la résistance physique, dans le cas d'érosions, chocs ou abrasions sévères (par exemple pour les ouvrages hydrauliques), le choix de produits peut faire appel à des essais non cités dans les normes de la série **NF EN 1504-*** (par exemple essais de résistance aux chocs ou à l'abrasion selon le protocole d'essai de la « **Compagnie Nationale du Rhône** »).

Pour l'application du principe 7 : préservation ou restauration de la passivité, les **études préalables** doivent confirmer que les armatures en place dans le béton existant sont maintenues dans un **milieu passivant**. Si tel n'est pas le cas, des **réparations préalables** sont nécessaires, les armatures pouvant être affectées par la corrosion (se référer à la norme **NF P95-101** révisée et au **guide FABEM 1**).

Rappel : un mortier ou un béton ajouté peut être :

- industriel
- préparé sur le chantier.

4.2.4.2.6.3 Produits industriels :

Il s'agit :

- de mortiers ou bétons hydrauliques (CC) ;
- de mortiers ou bétons de ciment hydraulique polymère (PCC).

Ces mortiers ou bétons peuvent ou non contenir des ajouts, tels que des fibres pour améliorer leur résistance à la fissuration...

CAS DES MORTIERS :

Il est possible, chez les fabricants de trouver divers types de mortiers pour des usages précis :

1. des mortiers de réparation conformes à la norme **NF EN 1504-3** ;
2. des mortiers destinés à la projection ;
3. des mortiers pour enduits...

1. Les mortiers de réparation bénéficiant du **marquage CE**, voire d'une **marque de qualité** comme la **marque NF** produits de réparation (règlement **NF O30**), sont des produits à caractéristiques spécifiées. Ils relèvent normalement des deux classes structurales **R3 et R4**, les classes non-structurales **R1 et R2** concernent le domaine du **bâtiment**. Ils doivent répondre aux exigences fixées dans la norme **NF EN 1504-3** « **pour toutes les utilisations prévues (■)** » :

- résistance à la compression (norme d'essai **NF EN 12190**)
- teneur en chlorures (norme d'essai **NF EN 1015-17**) ;
- adhérence au support avant et après cycles thermiques (norme d'essai **NF EN 1542**) ;

- retrait expansion empêchés (norme d'essai **NF EN 12617-4**) ;
- résistance à la carbonatation (norme d'essai **NF EN 13295**).

De plus, les **spécifications** et **prescriptions** pour « certaines des utilisations prévues (□) », sauf exception, sont à imposer dans le **marché** :

- pour la durabilité :
 - compatibilité thermique (gel-dégel + sels) (norme d'essai **NF EN 13687-1**),
 - compatibilité thermique (pluie d'orage et choc thermique) (norme d'essai **NF EN 13687-2**),
 - compatibilité thermique (choc thermique à sec) (norme d'essai **NF EN 13687-4**) ;
- module d'élasticité (norme d'essai **NF EN 13412**) ;
- coefficient de dilatation thermique (norme d'essai **NF EN 1770**) ;
- perméabilité à l'eau (norme d'essai **NF EN 13057**).

La **résistance au glissement** (norme d'essai **NF EN 13036-4**) peut également être prescrite si besoin est (par exemple, pour la réalisation d'un enduit sur l'extrados d'un arc...).

Note : l'essai de compatibilité thermique (gel-dégel sans sel de déverglaçage) de la norme d'essai NF EN 13687-3 ne fait pas partie des essais visés par la norme.

Note : les mortiers admis à la marque NF font l'objet d'essais d'identification et de performance complémentaires :

- pour les mortiers **CC** et **PCC**, essais d'identification relatifs au dosage en liant actif, à la prise ;
- pour les mortiers à base de polymères **PC**, essais d'identification spécifiques pour les résines polyuréthannes, polyesters et méthacrylates ;
- pour les mortiers **CC**, **PCC** et **PC**, essais d'efficacité pour la résistance à la flexion, sachant que les essais de compatibilité thermique sont optionnels.

Note : pour certaines des utilisations prévues, les fabricants fournissent, mais pas toujours, les caractéristiques de leurs produits (se reporter aux fiches techniques et à l'étiquetage CE). Le sigle NPD figure sur l'étiquette si la caractéristique n'a pas été mesurée.

Si l'on considère la totalité des caractéristiques spécifiées pour toutes les utilisations prévues et pour certaines des utilisations prévues, on se rend compte que, pour les utilisations courantes, ces mortiers sont formulés pour assurer la **durabilité** de la structure en préservant ou en restaurant la passivité des armatures (**principe 7**) tout en restaurant le béton endommagé (**principe 3**).

ATTENTION, pour des « utilisations spéciales » telles que la **résistance à la pénétration des chlorures**, la **résistance chimique** (classes **XA** des milieux chimiquement agressifs), la **mise en œuvre en sous-face d'une poutre ou d'une dalle...**, il faut se référer aux exigences visées par l'**annexe B** de la norme.

Il faut noter que certains mortiers conformes à la norme **NF EN 1504-3** peuvent avoir été soumis par les **fabricants à des essais complémentaires** :

- de résistance à des **agressions chimiques** (par exemple : tests en eaux usées sulfatées pour un usage en réparation dans le domaine des ouvrages d'assainissement [stations d'épuration, collecteurs...]) ;
- de résistance à des **agressions physiques** (par exemple : test d'abrasion de la **CNR** pour un usage en réparation dans le domaine des ouvrages hydrauliques [déversoirs, cunettes d'ovoïdes, radiers...]) ;
- de résistance à une **pression d'eau** ou une **contre-pression...**

2. Les mortiers destinés à être projetés se réfèrent, normalement, aux normes **NF EN 206** et son annexe nationale et **NF P95-102**, mais ne font pas l'objet d'une certification. Il faut se reporter à la notice technique qui donne, par exemple, les classes d'exposition prises en compte, la nature des liants, la classe granulaire (d/D), les caractéristiques des constituants et de performance.

3. Les mortiers pour enduits sont, soit des mortiers à base de liants organiques ou non-organiques (liants silicates, siloxanes et silicones) conformes à la norme **NF EN 15824**, soit des mortiers à base de liants hydrauliques ou non-hydrauliques (chaux aériennes) conformes à la norme **NF EN 998-1**. Il faut ajouter les mortiers à caractéristiques spécifiés visés par le **NF DTU 26.1**. Ce dernier texte traite aussi des mortiers pour enduits dits de « **recette** » dont la composition et les épaisseurs sont prescrites. Ces produits sont utilisés pour réaliser divers types d'enduits de faible épaisseur à caractère d'imperméabilité et/ou d'esthétique, essentiellement dans **le domaine du bâtiment**.

Note : se reporter à la partie de l'article consacrée au domaine du bâtiment qui explicite les caractéristiques essentielles de ces mortiers.

Dans le **domaine du génie civil**, il est envisageable d'utiliser de tels mortiers à **caractères spécifiés ou de recette**, par exemple pour la réalisation **d'enduits à caractère esthétique**, tout en assurant une certaine protection. Dans ce cas, il convient de vérifier que les **niveaux de performance des autres caractéristiques** sont adaptés, en particulier, à l'agressivité de l'environnement de l'ouvrage. Des essais complémentaires visés par la norme **NF EN 1504-3** peuvent être nécessaires.

À ce noyau de **caractéristiques de base** peuvent s'ajouter des **exigences complémentaires** (caractéristiques des composants [granulats, additions, adjuvants...], caractéristiques du béton frais [maniabilité, températures extrêmes lors de la mise en place...])... Il appartient au **maître d'œuvre** de s'assurer que le béton satisfait à des exigences complémentaires pouvant porter sur les points suivants :

- les méthodes d'exécution et de mise en place du béton,
- la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction,
- la durabilité des bétons durcis soumis au gel, ou au gel et aux fondants,
- la limitation de la fissuration du béton,
- la limitation des retraits thermique, endogène, de dessiccation,
- la qualité des parements,
- la tenue au feu des ouvrages.

Note : les textes de référence et les spécifications relatifs aux caractéristiques des constituants des mortiers ou des bétons ajoutés sont abordés dans la partie ci-après consacrée aux produits préparés sur chantier.

4.2.4.2.6.4 Produits préparés sur chantier :

Dans la pratique, pour un ajout de matière, la **fabrication sur le chantier** concerne des mortiers, voire des bétons à granulats de faible diamètre (D), adapté à l'épaisseur de la couche mise en place.

Les mortiers et bétons fabriqués sur le chantier sont soumis à l'acceptation du **maître d'œuvre** et doivent satisfaire aux exigences applicables aux **mortiers et bétons prêts à l'emploi** et à leurs **composants** visés ci-devant.

Il est rappelé que les mortiers de réparation doivent être conformes à la norme **NF EN 1504-3** et, pour ceux destinés à la projection, des exigences supplémentaires sont nécessaires pour les rendre conforme à la norme **NF P95-102** ;

Il est cependant possible de se référer au **DTU 26-1** qui traite des **mortiers traditionnels** à base de liants hydrauliques, de chaux. Cependant, pour des **ouvrages de génie civil**, des exigences complémentaires indispensables sont à rechercher dans le **fascicule 65** et les normes **NF EN 206**, **NF EN 206/CN** et **NF EN 1504-3** en fonction des conditions d'environnement (résistance au gel/dégel, aux sels de déverglaçage, etc.).

Il est rappelé que les bétons fabriqués sur le chantier doivent être conformes à l'annexe nationale **NF EN 206/CN** (paragraphe 5.1 « Exigences de base relatives aux constituants ») et aux normes auxquelles elle fait référence ainsi qu'au **fascicule 65 du CCTG**.

Note : la norme NF EN 206/CN et le fascicule 65 du CCTG ne traitent malheureusement pas des mortiers. Cependant, les exigences concernant les constituants des bétons (adjuvants, liants hydrauliques, granulats, ajouts, additions et eau de gâchage) sont applicables aux mortiers, sauf la granulométrie.

Les bétons sont, soit à propriétés spécifiées, soit à composition prescrite ou liés à une approche « **performantielle** ». Dans les trois cas, ces bétons doivent être formulés en tenant compte de la **classe d'environnement** fixée par le **marché**. Ces bétons comme les mortiers susvisés doivent satisfaire au **principe 7** de préservation ou de restauration de la passivité des armatures ainsi qu'au **principe 3** de restauration du béton endommagé.

Note : dans le cas où le maître d'œuvre souhaiterait l'approche performantielle visée par le fascicule 65 du CCTG, il lui appartient, pour bien comprendre la démarche, de consulter le guide de l'AFGC de juillet 2004, les recommandations provisoires du LCPC de 2010 (Maîtrise de la durabilité des ouvrages d'art en béton - Application de l'approche performantielle) et surtout le fascicule 65 du CCTG qui intègre les derniers développements de l'approche performantielle.

- **Constituants des mortiers et bétons industriels ou fabriqués sur le chantier hors mortiers industriels conformes à la norme NF EN 1504-3 :**

Les exigences concernant les constituants des mortiers et bétons sont listées ci-dessous. Il est rappelé que la norme **NF EN 1504-3** ne fixe aucune exigence sur **les constituants des mortiers de réparations** dont la composition est basée sur une approche à **caractère performantiel**.

> **Liants hydrauliques**

Les liants hydrauliques relèvent de la norme générale **NF EN 197-1** (ciments courants) ou de normes spécifiques en cas de travaux à la mer, en eaux séléniteuses, en cas de gel/dégel avec ou sans sel de déverglaçage ou pour éviter des gonflements internes (se reporter au paragraphe 5.1.2 de l'annexe nationale **NF EN 206/CN**). De plus, ces ciments doivent bénéficier de la **marque NF** : liants hydrauliques ou d'une marque équivalente.

La nature du liant est choisie en fonction des contraintes diverses : résistance, exposition, temps de prise, couleur, de la nature du liant du béton support...

Pour les éléments en béton précontraint par **pré-tension**, les ciments doivent être à faible teneur en sulfures et respecter la norme **NF P15-318 (classe CP2)** ; ils doivent appartenir aux catégories suivantes : **CEMI CP2** ou du **CEMII CP2**.

Pour les éléments en béton précontraint par post-tension, les ciments doivent être de classe **CP1** sauf si les armatures ne sont pas durablement isolées du contact avec le béton, ce qui impose la classe **CP2**.

Le mélange de deux ciments est possible dans le cadre de l'annexe nationale **NF EN 206/CN**.

Note : depuis peu, il est possible de trouver des ciments ne contenant pas de gypse formulés pour éviter les risques de RSI.

> Résines synthétiques

Les résines synthétiques utilisées pour constituer des mortiers sont des résines sans solvant. Elles sont généralement à base d'époxydes ou de polyuréthanes bicomposant prédosés pour être utilisées par kit complet.

Pour des mortiers à base de liants hydrauliques de caractéristiques moindres, le recours à des polymères miscibles à l'eau (latex) permet d'améliorer l'adhérence.

La nature et les caractéristiques de la résine sont choisies en fonction des conditions climatiques d'application (température et hygrométrie), de l'éventuelle humidité du support, du temps d'utilisation des produits, des durées de durcissement nécessaires...

> Granulats²⁷

Les granulats (sables et gravillons) pour bétons sont conformes aux normes en vigueur, à savoir les normes **NF EN 12620 + A1** (granulats pour béton) et **NF EN 12620/IN1** (corrections). Les sables pour les mortiers sont conformes à la norme **NF EN 13139** (granulats pour mortiers). La norme **NF P18-545** (granulats – éléments de définition, conformité et codification) précise les conditions d'application des normes européennes et, en particulier, les spécifications pour un usage donné. Dans cette norme, chaque caractéristique d'un granulats est identifiée par un code indicé **A, B, C ou D**.

Les produits à base de liants hydrauliques fabriqués sur chantier ou en centrales doivent justifier de l'utilisation de granulats conformes aux exigences de la norme **NF EN 206/CN** complétée par le **fascicule 65 du CCTG** et les exigences particulières du marché.

Consulter le **fascicule 65 du CCTG** qui précise diverses conditions à respecter (granulats récupérés, granulats recyclés, présence de pyrites, parements fins, granulats marins non traités, granulats de laitier de...) ainsi que les codes à exiger.

Le **marché** fixe les **codes** de chacune des **caractéristiques** des granulats.

L'ajout de granulats (charges) dans un produit prêt à l'emploi doit être réalisé avec l'accord et suivant les consignes fixées par le fabricant.

> Eau de gâchage

L'eau de gâchage doit satisfaire aux dispositions de la norme **NF EN 1008**. L'eau en provenance d'un réseau d'eau potable est présumée conforme à cette norme.

> Adjuvants

Les adjuvants sont conformes aux normes en vigueur (**NF EN 934-2 + A1**) et bénéficient de la **marque NF-Adjuvants ou une marque équivalente**. La compatibilité des différents adjuvants entre eux, ainsi qu'avec les ciments et additions doit être vérifiée. Par exemple, l'utilisation de d'adjuvants chlorés est interdite dans un mortier ou un béton destiné à être appliqué sur un béton précontraint par pré-tension.

27/ À noter en sus : deux révisions de normes : **PR NF EN 12620**, **PR NF EN 13139**, un projet de norme : **PR NF EN 16236** (Évaluation de la conformité des granulats – Contrôle en usine) ainsi que deux normes relatives aux granulats légers pour mortiers et bétons : **NF EN 13055-1** et **NF P18-309**.

> Additions et ajouts**Additions :**

Les additions admises en substitution partielle du ciment sont celles autorisées par l'annexe nationale NF EN 206/CN. Les mêmes additions peuvent être utilisées comme correcteur granulométrique. Pour ces deux utilisations, elles doivent respecter les normes qui les concernent. Si le mortier ou béton ajouté rentre en contact avec des armatures de précontrainte, la composition de l'addition vis-à-vis de la teneur en sulfure doit être telle que le liant respecte les exigences de la norme **NF P 15-318**.

Ajouts :

Des ajouts peuvent être incorporés au produit de réparation, conformément aux normes en vigueur (l'annexe nationale **NF EN 206/CN** donne la définition de ces ajouts [NA.3.1.2.18] et en précise les règles d'emploi [NA.5.1.7]), pour améliorer certaines de ses propriétés ou pour lui conférer des propriétés particulières. La non-nocivité de ces ajouts vis-à-vis du produit de réparation et des armatures est à justifier au niveau du dossier d'études par des résultats d'essais spécifiques.

Les fibres doivent être identifiées (nature, provenance, etc.) avec justification de leurs performances et de leur compatibilité vis-à-vis des autres composants. Elles doivent être propres et sèches. Parmi elles, on peut citer les fibres d'acier et de polymère, qui font l'objet des normes spécifiques suivantes : **NF EN 14889-1** (Fibres pour béton – Partie 1 : fibres d'acier – Définitions, spécifications et conformité) et **NF EN 14889-2** (Fibres pour béton – Partie 2 : fibres de polymère – Définitions, spécifications et conformité) ainsi que de normes d'essai.

Note : pour les usages prévus par le présent guide, les mortiers ou bétons ajoutés peuvent contenir des fibres de polymère qui limitent la fissuration.

> Autres produits incorporés**Produits d'accrochage :**

Les produits d'accrochage entre le béton support et le mortier ou le béton ajouté peuvent être de même nature que le subjectile ou le matériau de réparation. Ils peuvent aussi être de nature différente. La compatibilité entre les différents matériaux doit être assurée. Elle doit en particulier être spécifiée par le fabricant.

Les produits constituant cette couche peuvent être à base de :

- liants hydrauliques ;
- liants hydrauliques modifiés par l'ajout de résines synthétiques (polymères) ;
- résines synthétiques.

Produits de protection contre la corrosion :**Il existe :**

- des inhibiteurs de corrosion qui peuvent être ajoutés au mortier ou au béton pour protéger les armatures contre la corrosion ;
- des produits de protection contre la corrosion des armatures, et qui s'appliquent sur celles-ci. Ils relèvent de la norme **NF EN 1504-7**. Ils peuvent être utilisés en réparation lorsque les armatures sont atteintes par la corrosion mais uniquement dans les cas prévus par la norme **NF P95-101** (utilisation de mortiers non passivants de type **(PC)**, environnement très agressif nécessitant de protéger les armatures immédiatement après leur préparation).

Note : une couche d'accrochage ou de protection contre la corrosion n'est pas compatible avec la mise en œuvre d'un mortier ou d'un béton par projection sous forte pression d'air comme dans la voie sèche, cette couche étant détruite par la projection.

■ Compatibilité des constituants

Les constituants des mortiers et bétons à mettre en œuvre doivent être compatibles, ce qui impose de limiter la teneur en chlorures, en soufre, sulfates (ouvrages en béton, béton armé ou précontraint), voire en alcalins (cas de l'utilisation de granulats **PR** ou **PRP**). Il s'agit là d'une exigence de l'annexe nationale **NF EN 206/CN** complétée par le **fascicule 65 du CCTG** qui s'applique aux mortiers et bétons utilisés dans les ouvrages neufs. La teneur maximale en chlorures des **mortiers industriels** relevant de la norme **NF EN 1504-3** est très faible (0,05%) mais la norme ne traite pas des autres produits nocifs.

4.2.4.3 Critères de choix spécifiques dans le domaine du bâtiment

4.2.4.3.1 Généralités

Rappel : dans le domaine du bâtiment, à cause des **obligations d'assurances**, les produits et systèmes ainsi que les procédés doivent satisfaire à des exigences particulières.

Rappel : dans le cadre d'une démarche volontaire, l'**Avis Technique (ATec)** concerne un produit ou un procédé innovant ne bénéficiant pas d'un **marquage CE**. Le **Document Technique d'Application (DTA)** traite de la mise en œuvre de produits faisant l'objet d'un marquage **CE**. **ATTENTION**, dans certaines **normes-DTU**, apparaît le terme plus ancien : **Document d'Application**.

Les produits et systèmes de protection utilisés dans le domaine du bâtiment font donc l'objet de **normes de produits, de normes d'essai, de normes-DTU** ou d'**Avis Techniques**, aussi bien pour la réalisation **des ouvrages neufs** que pour **la réhabilitation et les réparations**. **Attention**, il faut s'assurer que l'opération prévue s'inscrit bien dans le **domaine d'application** couvert par ces différents documents.

Il existe **plusieurs familles de produits et systèmes de protection**, qui assurent **des fonctions spécifiques**, telles que celles listées en 4.2.2.3 ci-dessus et rappelées ci-après (**des fonctions supplémentaires** ou **complémentaires** peuvent être exigées par **le marché** en s'inspirant « **des fonctions nouvelles** » développées dans l'article ci-devant consacré au domaine **du génie civil**) :

- les produits et systèmes de revêtement, voire de protection des façades (murs verticaux ou faiblement inclinés) ;
- les produits et systèmes d'imperméabilisation, voire d'étanchéité d'ouvrages partiellement enterrés, voire totalement ;
- les produits et systèmes de protection des sols en béton utilisés en intérieur ou extérieurs ;
- etc.

Rappel : dans le domaine du bâtiment, il y a lieu de bien distinguer les produits et systèmes ayant une **fonction d'imperméabilité**, par exemple pour limiter la pénétration de l'eau de pluie tout en présentant une certaine **perméabilité à la vapeur d'eau** et ceux ayant une **fonction d'étanchéité**, par exemple pour empêcher le passage de l'eau sous pression, voire sous contre-pression.
Il est rappelé que le présent guide ne traite pas de l'étanchéité.

Dans le domaine du bâtiment, ce sont principalement les **normes-DTU existantes** et leurs **textes d'accompagnement** (normes, fascicules de documentation) ainsi que **la structure ou la partie de structure** sur laquelle doit être appliqué un **revêtement de protection** pour remplir **une ou plusieurs fonctions** qui guident sur le choix du produit ou du système à mettre en œuvre. En l'absence de documents à caractère normatif, le choix et la mise en œuvre de certains produits ou systèmes relève **d'Agréments Techniques** ou de **règles professionnelles**, voire des **fiches techniques des fabricants**.

Lors de la préparation du subjectile, outre les **produits d'impression** (impression isolante, hydrofuge, neutralisante, fixante [subjectile pulvérulent ou sensible à la détrempe à l'eau]), des **enduits de peinture** peuvent être nécessaires pour obtenir **l'état de surface final** exigé par le **marché**. Ces enduits relèvent de la norme **NF EN 16566** et du fascicule de documentation **FD T30-608** (Enduits de peinture pour travaux intérieurs et/ou extérieurs adaptation aux nouvelles normes européennes).

Les revêtements de peinture en feuille mince, semi-épais ou épais, applicables sur un support en béton, relèvent pour leur mise en œuvre du **NF DTU 59.1**. Cependant, les travaux concernant les sols relèvent de la norme **NF P74-203 (DTU 59.3)** et les travaux concernant la réfection des façades relèvent du **NF DTU 42.1**.

Les enduits de maçonnerie minéraux et ceux à base de ciments à maçonner et de liants polymères modifiés relèvent théoriquement pour leur mise en œuvre de la norme **NF EN 13914-1** et ceux entièrement minéraux du **NF DTU 26.1**.

Note : la norme NF EN 13914-1 n'est pas pleinement utilisable dans tous les pays en raison de la grande variété des matériaux et des méthodes de mise en œuvre. Elle doit être obligatoirement complétée par des recommandations nationales. Aucune norme n'assure actuellement l'adaptation de cette norme européenne.

En matière de réaction au feu, il appartient au **maître d'ouvrage**, pour un ouvrage donné, de fixer, dans le cadre du **marché**, ses exigences conformément à la réglementation en vigueur.

Les critères de choix spécifiques des produits et systèmes sont en grande partie liés à **l'élément de la construction** concerné, comme une façade en béton banché, un mur enterré... Dans la suite du présent guide sont développées les **solutions de protection** par produits et systèmes applicables aux éléments les plus courants des bâtiments. De plus, les **caractéristiques** que doivent présenter les différents produits et systèmes pour chaque solution de protection seront explicitées. La plupart des produits et systèmes doivent satisfaire aux dispositions de normes d'origine européenne ou française, ces dernières pouvant être des **normes-DTU** ; cependant, certains produits disponibles sur le marché ne s'appuient pas sur une **norme**.

Rappel : après le premier choix, celui de la **famille de produits ou systèmes**, pour le **choix définitif**, il faut se référer aux **fiches techniques** et s'assurer qu'il est possible de trouver chez les fabricants des produits ou systèmes capables de répondre aux **fonctions et performances** exigées, etc. Se reporter à l'article 4.2.4.2.4 ci-dessus plus complet.

Il est à noter que les fiches techniques de très nombreux fabricants de **produits de peinture et systèmes de revêtement** donnent le **classement** des produits (**NF T36-005**), leur **classification COV**, en fixent la **destination** (type de support intérieur ou extérieur, usage domestique, industriel...) et indiquent leurs propriétés (résistance physique, résistance chimique, facilité de nettoyage, résistance aux UV...) mais sans donner de **performances chiffrées**. Ce n'est pas heureusement le cas dans d'autres domaines, comme celui des **produits de réparation, des systèmes de protection des façades...**

Il y a lieu de rappeler que le **présent guide** doit traiter des **techniques de réparations** des ouvrages existants (murs extérieurs, ouvrages partiellement enterrés, cuvelages, planchers intérieurs ou extérieurs...). Ces réparations sont normalement effectuées, après préparation du support, avec les **produits et systèmes utilisés et mis en œuvre dans les ouvrages neufs**. C'est la raison pour laquelle le **présent guide** est obligé de traiter des pratiques relatives aux ouvrages neufs.

4.2.4.3.2 Choix des revêtements de protection des parois extérieures verticales ou faiblement inclinées en béton

4.2.4.3.2.1 Généralités

Les revêtements de protection des parois extérieures (façades) peuvent faire appel à différents types de produits :

- les produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton ;
- les enduits d'imperméabilisation et de décoration minéraux de maçonnerie (à base de liants hydraulique et organiques) ;
- les produits anti-graffiti.

Le produit ou système utilisé en fonction de ses caractéristiques peut avoir une fonction ou plusieurs fonctions à la fois : **fonction décorative** (tout en assurant une certaine protection vis-à-vis des salissures...), de **complément d'imperméabilisation**, voire **d'imperméabilisation**. De plus, par référence à la norme **NF EN 1504-2**, au **guide GA P18-902** et à la norme **NF P95-103**, la **protection des surfaces de béton structural** (BA et/ou BP) peut être requise.

Dans le choix du produit ou du système vis-à-vis de la **fonction décoration** rentrent, bien entendu, en ligne les exigences de **couleur**, de **brillant séculaire** (aspect mat, satiné, voire brillant) et de **texture** liée à la finition (talochée, grattée, ribbée, écrasée...).

Les produits et systèmes destinés à l'isolation thermique par l'extérieur (ETICS) ne sont pas traités dans le présent guide. Le lecteur est invité à se reporter :

- au **GATE 004 (ETAG 004)** Produits : Enduit d'isolation thermique par l'extérieur et aux **ATE (ETA)** correspondants ;
- aux **règles professionnelles** : l'entretien et la rénovation des systèmes d'isolation thermique extérieure (janvier 2010) ;
- aux fiches pathologie éditées par **l'Agence Qualité Construction** (www.qualiteconstruction.com) et par le site de la **SMABTP** : www.smabtp.fr ;
- le manuel (belge) de l'association professionnelle **ETICS** : système d'isolation thermique extérieur (réalisation)...

4.2.4.3.2.2 Choix des produits et systèmes de revêtement pour parois extérieures en béton (façades)

Les différents types de produits et systèmes de revêtement pour parois extérieures sont listés dans le fascicule de documentation **FD T30-808** : Peintures et vernis pour le bâtiment - Guide relatif aux produits de peinture et systèmes de revêtement pour façades - Revêtements minéraux, revêtements organiques.

Le tableau ci-après résume ce fascicule basé sur la norme **NF EN 1062-1**.

Il est rappelé que la norme **NF EN 1062-1** précise que **le type chimique du liant** doit être indiqué (résine acrylique, résine alkyde, bitume, ciment, résine caoutchouc chloré, résine époxydique, chaux hydraulique, huile, résine polyester, silicate, résine de silicone, polyuréthane, résine vinylique...). **Cette norme englobe donc tous les produits de peinture et systèmes visés par le tableau qui suit.**

Classification des produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs		
§ 3.1 Produits de peinture pour revêtements minéraux	Composition	Famille et classe (NF T 36-005) et remarques
Produits de peinture silicate à un composant	Solution aqueuse de silicate de potassium et de pigments compatibles avec moins de 5% m/m (en masse) de composés organiques déterminés conformément à l'annexe A	Famille I catégorie 1b1 ou famille II catégorie 3, pour son aptitude à l'emploi
Produits de peinture silicate à deux composants	À base de silicate de potassium et de pigments compatibles, sans contenir plus de 5% m/m (en masse) de composés organiques	Famille I catégorie 1b1 ou famille II catégorie 3, pour son aptitude à l'emploi
Produits de peinture prêts à l'emploi à base de chaux	Ces produits ne doivent pas contenir plus de 5% m/m (en masse) de produits organiques.	Famille I catégorie 1c ou famille IV catégorie 4, pour son aptitude à l'emploi. Ne pas confondre peintures à la chaux et badigeons à la chaux aérienne ou hydraulique dont l'exécution relève du NF DTU 26.1 et non du NF DTU 59.1
§ 3.2 Produits de peinture pour revêtements organiques comportant un liant silicone	Composition	Famille et classe (NF T36-005) et remarques
Produits de peinture silicone	Produits de peinture comportant au minimum 40% m/m (en masse par rapport au taux de liant total sec) de liant siloxane en phase aqueuse associé à d'autre(s) liant(s)	Famille I catégorie 10c ou Famille II catégorie 3 ou famille IV catégorie 4, pour leur aptitude à l'emploi
Produit de peinture	Produits de peinture comportant moins de 40% m/m (en masse) d'un liant silicone associé à un liant organique et/ou minéral	Ces produits ne sont pas des « produits silicones ». Ils sont caractérisés par référence au liant majoritaire
§ 3.3 Produits de peinture pour revêtements organo-silicatés ou organo-chaulés	Composition	Famille et classe (NF T36-005) et remarques
Produits de peinture pour revêtements organo-silicaté	Produits dont le liant majoritaire est un silicate, ils contiennent plus de 5% m/m (en masse) de composés organiques	Famille I catégorie 1 d ₁
Produits de peinture pour revêtements organo-chaulé	Produits dont le liant majoritaire est de la chaux, ils contiennent plus de 5% m/m (en masse) de composés organiques	Famille I catégorie 1 d ₂

Classification des produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs		
§ 3.4 Produits de peinture pour revêtements organiques à base de liants acrylique, vinylique-toluène-acryliques, polyuréthanes, époxydiques, etc.	Composition	Famille et classe (NF T36-005) et remarques
	Liants divers et variés	Famille I catégorie 2 à 8a à d ^{2B} ou famille II catégories 1 ou 2a ou b ou famille IV catégorie 4, pour leur aptitude à l'emploi

Tableau n° 20 : classification française des produits de peintures et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs (d'après le FD T30-808)

ATTENTION, parmi les critères de choix des produits et qui doivent figurer au marché, il faut, si nécessaire, ajouter :

- la spécification : les caractéristiques des systèmes de revêtements doivent être conformes aux spécifications de produits référencés dans la norme NF DTU 59.1P1-2 ;
- la teinte : en extérieur, sont admises partout les teintes dont la luminescence $Y > 35\%$ et le coefficient d'absorption solaire $< 0,7$;
- le brillant spéculaire : qui peut varier de très mat à brillant.

■ **Produits et systèmes de revêtement pour parois extérieures (façades) à fonction décorative :**

Rappel, ces produits et systèmes de revêtement pour façade ont comme fonction principale la « **décoration** » mais ils présentent une fonction **d'imperméabilité à l'eau de pluie** tout en permettant l'évacuation de la **vapeur d'eau**. Il s'agit d'une partie des produits et systèmes visés dans la première partie du tableau 1 de la norme **NF T34-722** (se reporter au Tableau n° 8 du présent guide).

Les produits et systèmes répondant aux **caractéristiques minimales** de la **norme** peuvent être une peinture microporeuse, un hydrofuge, une lasure, un **RPE** ou un **RPSE**... :

- une perméabilité moyenne à la vapeur d'eau : $V2 \geq 40 \text{ g/m}^2/\text{jour}$ soit $< 1,4 \text{ m}$ (il s'agit de l'épaisseur de la couche d'air équivalente), valeur nettement inférieure à la valeur limite de la classe I visée par le **GA P18-902** ($SD = 5 \text{ m}$) ;
- une perméabilité grande ou moyenne à l'eau liquide : $W1 > 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$ et $0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5}) \geq W2 > 0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$ sachant qu'un produit est considéré comme **imperméable** si $W \leq 0,01 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$;
- **une très faible résistance à la fissuration** : A0 (pas d'exigence) ou $A1 \geq 100 \mu\text{m}$ à 23°C.

■ **Produits et systèmes de revêtement souples d'imperméabilisation (RSI) pour parois extérieures (façades) :**

Il s'agit des produits et systèmes, dits **RSI**, visés dans l'autre partie dans le tableau 1 de la norme **NF T34-722** (se reporter au Tableau n° 8 présent guide). Ils assurent suivant leur épaisseur l'**imperméabilisation** ou l'**étanchéité** du mur à l'**eau de pluie**. Leur **résistance à la fissuration** (de A2 à A5) est mesurée à -10°C. Suivant l'ouverture des fissures à traiter, les produits et systèmes sont mis en œuvre avec ou sans armature. Ils répondent également à une **fonction décoration**.

Ces **revêtements souples d'imperméabilité** doivent répondre aux **caractéristiques minimales V2 et W2** en matière de perméabilité à la vapeur d'eau et à l'eau.

28/ la norme vise aussi les classes 2, 3 et 5 de la famille peintures et vernis.

Ces produits et systèmes sont couverts par le NF DTU 42.1 (choix des produits et mise en œuvre) qui impose pour ces RSI l'appartenance, sauf pour les produits d'impression préalable, à une des deux familles suivantes :

- résines vinyliques et copolymères en dispersion aqueuse ;
- résines acryliques et copolymères en dispersion aqueuse.

■ **Enduits organiques pour maçonnerie :**

Il s'agit de mortiers à base de résines organiques couverts par la norme **NF EN 15824** de type performantiels (au sens de la norme **NF EN 998-1** et du **NF DTU 26.1** qui ne concernent cependant pas ces mortiers). Il s'agit de mortiers pour **enduits de façade**, qui présentent des caractéristiques beaucoup plus étendues en matière de perméabilité à l'eau et à la vapeur d'eau, comme le montre le tableau ci-dessous. Pour pouvoir comparer, ce tableau comporte également les essais concernant les **mortiers industriels de réparation** conformes à la norme **NF EN 1504-3** de 2006.

Caractéristiques	Mortiers conformes à la norme NF EN 15824		Mortiers conformes à la norme NF EN 1504-3
	Exigences	Méthode d'essai	Méthodes d'essai
Résistance en compression	Sans objet	NR	NF EN 12190
Teneur en Cl-	Sans objet	/	NF EN 1015-17
Perméabilité à la vapeur d'eau	V1 à V3	NF EN ISO 7783	Sans objet
Coefficient de perméabilité à la vapeur d'eau	Sans objet	/	Sans objet
Perméabilité à l'eau – Absorption d'eau par capillarité	W1 à W3	NF EN 1062-3	NF EN 13057
Pénétration d'eau après essai d'absorption d'eau par capillarité	Sans objet	/	Sans objet
Perméabilité à l'eau après les cycles de conditionnement	Sans objet	/	Sans objet
Adhérence au support	≥ 0,3 Mpa	NF EN 1542	NF EN 1542
Retrait expansion	Sans objet	/	NF EN 12617-4
Durabilité : résistance à la carbonatation	Sans objet	/	NF EN 13295
Durabilité : compatibilité thermique	$W < 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}^{0,5})$ Adhérence ≥ 0,3 Mpa	NF EN 13687-3	NF EN 13687-1, 2 et 4
Module d'élasticité	Sans objet	/	NF EN 13412
Résistance au glissement	Sans objet	/	NF EN 13036-4
Coefficient de dilatation thermique	Sans objet	/	NF EN 1770

Tableau n° 21 : tableau inspiré des normes NF EN 15824 et NF EN 1504-3

Il y a lieu de noter que **les mortiers à base de liants organiques et autres** doivent satisfaire à une bonne partie des essais visés par la norme **NF EN 1062-1**.

Ces enduits ne sont pas testés vis-à-vis de la fissuration, ce qui impose la présence d'une **armature** en cas de risque de fissures. Ils sont cependant soumis à un essai d'adhérence avec un seuil minimal faible de **0,3 MPa** avant et après un cycle de gel-dégel sans sel (**NF EN 13687-3**). Les exigences d'adhérence sont nettement inférieures à celles de la norme **NF EN 1504-2**, au guide **GA P18-902** et à la norme **NF P95-103**. Ces enduits répondent, en plus, à une fonction de décoration (classes D [1 à 3]).

■ **Produits et systèmes de revêtement assurant en supplément la protection des surfaces de béton structural ou non :**

La photo ci-dessous montre un élément en béton armé de faible section à caractère décoratif très exposés à la carbonatation, d'autant que le revêtement est fortement endommagé. En bordure de mer, de tels éléments seraient, en plus, agressés par les chlorures.



Photo n° 17 : éléments de faible section et revêtement de protection endommagé
(crédit photo Poineau)

Attention, les produits et systèmes susvisés (revêtements de façade) ne sont pas des revêtements de protection du béton au sens de la norme **NF EN 1504-2** ; normalement, ils ne sont pas testés vis-à-vis de ces agents agressifs (CO_2 et chlorures). Cependant, le **NF DTU 59.1 P1-2** prévoit que des produits et systèmes de protection de façades (identification **EVWA**) puissent aussi être conformes à la norme **NF EN 1504-2** sous réserve de tenir compte de son guide d'application **GA P18-902** et, si nécessaire, de la norme **NF P95-103**. De tels produits et systèmes destinés à la fois au bâtiment et au génie civil qui satisfont à la fonction de base (protection contre les risques de pénétration) sont à performances faibles (niveau 1) vis-à-vis des produits et systèmes purement de génie civil.

> **Protection contre la carbonatation :**

Certains produits et systèmes visés ci-dessus, plus performants, peuvent à la fois assurer une fonction de décoration tout en présentant le **niveau de performance 1** visé par la norme **NF EN 1504-2** et le **GA P18-902** pour la protection du béton de la structure vis-à-vis de la **carbonatation** sans bloquer la circulation de la **vapeur d'eau**.

> Protection contre les chlorures :

Le recours à des produits et systèmes qui satisfont aux tests de d'adhérence après compatibilité thermique (gel/dégel avec sel) peuvent assurer la protection souhaitée. De même l'utilisation combinée d'une imprégnation hydrophobe et d'un système de revêtement est également envisageable.

> Résistance à la fissuration :

La performance vis-à-vis de la fissuration (**A**) est à adapter à la fissuration du support (ouvrage existant) ou à la fissuration retenue (ouvrage neuf).

Le choix final se fait en recherchant les produits et systèmes existants. En l'absence de solution « classique », il faut s'orienter vers des produits et systèmes utilisés dans le **domaine du génie civil**. S'assurer cependant, si nécessaire, d'une valeur acceptable de la **perméabilité à la vapeur d'eau**.

4.2.4.3.2.3 Choix des enduits minéraux d'imperméabilisation et de décoration des parois extérieures en béton

Le **NF DTU 20.1 P3** est un guide pour le **choix des types de murs** en fonction du site, de la hauteur de la façade et de l'exposition aux vents dominants chargés de pluie.

Un enduit ou un revêtement traditionnel assure une fonction d'imperméabilité à l'eau de pluie mais non d'étanchéité.

Dans les murs traditionnels, des types I, II et III, revêtus d'un enduit ou d'un revêtement traditionnel, une certaine quantité d'eau de pluie peut donc traverser la maçonnerie. La conception de ces murs permet, soit l'arrêt de l'eau, soit son recueil et son évacuation.

Les murs de type IV sont munis sur leur face extérieure d'un revêtement d'imperméabilité à l'eau de pluie tel qu'un revêtement plastique (Cf. le **NF DTU 42.1...**). Le recours à un bardage fait aussi partie des solutions possibles (technique non traitée dans le présent document).

La norme européenne **NF EN 13914-1**²⁹ et le **NF DTU 26.1** traitent du choix des enduits et de leur mise en œuvre. Les dispositions constructives à respecter figurent dans la partie du guide liée à la réalisation des travaux.

Note : la norme-DTU 26.1 ne fait pas actuellement référence à la norme européenne. Comme l'examen des deux textes montre qu'ils ne sont pas profondément différents, le présent guide se base uniquement sur le texte de la norme-DTU 26.1, seule pour le moment à être applicable.

Le **NF DTU 26.1** concerne les **enduits épais** en mortier de ciment, chaux hydraulique, chaux aérienne... applicables sur divers supports, dont ceux en béton courant. Il s'agit **d'enduits extérieurs** (les enduits intérieurs sont aussi concernés) **verticaux** satisfaisant aux fonctions **d'imperméabilisation** et de **parement** (décoration) mais aussi **horizontaux** et en **sous-face**. Certains peuvent être des enduits de **dressement** (corrections de défauts géométriques).

Cette norme-DTU ne concerne pas les **enduits minces** de ragréage et de lissage d'épaisseur ≤ 5 mm ni des **enduits d'étanchéité** pour cuvelage (se reporter au **norme-DTU 14.1**).

Les mortiers visés par les deux normes appartiennent, selon leurs propriétés ou leur domaine d'application, aux catégories suivantes :

29/ Il est rappelé que le domaine d'emploi de cette norme indique qu'elle n'est pas utilisable sans un complément national compte tenu de la grande diversité des matériaux et des méthodes de mise en œuvre en Europe...

- mortier d'enduit d'usage courant (GP) ;
- mortier d'enduit allégé (LW) ;
- mortier d'enduit de parement coloré (CR) ;
- mortier d'enduit monocouche (OC) ;
- mortier pour enduit d'assainissement (R). Il s'agit d'enduits pour maçonneries humides soumises à des remontées de sels (sans objet dans le cadre du présent guide) ;
- mortier pour enduit d'isolation thermique (T) (sans objet dans le cadre du présent guide relatif aux enduits de protection).

L'état du béton support peut nécessiter sa réparation par des mortiers de réparations conformes à la norme **NF EN 1504-3** (de classe **R1** ou **R2** en cas d'épaufrures et de classes **R3** ou **R4** (durabilité), si des armatures sont apparentes.

Si le support présente des irrégularités géométriques (planitude générale ou locale et rectitude) dépassant les limites visées par la **norme-DTU 21** ou le **FD P18-503** ou des désaffleurs entre panneaux dépassant les limites fixées par la **norme-DTU 23.1** (murs en béton banché), un **enduit de dressement** est à réaliser après application d'un gobetis.

L'enduit de dressement peut être un **mortier performantiel** d'usage courant (**GP**) de résistance **CS III** ou **CS IV** ou bien un **mortier de recette** dont la composition est donnée par le **tableau 12** du **NF DTU 26.1 P1-1**.

Une fois l'enduit de dressement réalisé ou s'il n'est pas utile, la **couche de finition** peut être effectuée comme suit. Si l'enduit de finition est appliqué directement sur un béton lisse, un gobetis est nécessaire :

- manuellement avec un mortier coloré de parement (**PR**) ou un mortier monocouche (**OC**) ou un **mortier de recette** dont la composition est fixée par le **tableau 6 de la norme-DTU**. L'épaisseur de la couche de finition varie entre 5 à 8 mm avec un minimum de 3 mm au droit des creux d'aspect. ;
- mécaniquement par projection avec un mortier coloré de parement (**PR**) ou un mortier monocouche (**OC**) ou un **mortier de recette** dont la composition est fixée par le **tableau 8 de la norme-DTU**.

Un gobetis peut être, soit prêt à l'emploi, soit de recette (dosage 500 à 600 kg de ciment CEM I ou CEM II 32,5 ou 42,5).

Le NF DTU 26.1 P1-2 traite :

- du choix des matériaux (ciments, granulats, eau, additifs, renforts d'enduit [armatures]...) pour la fabrication des mortiers d'enduit dits de recette (d'usine ou de chantier) ;
- de la **compatibilité** des mortiers de recette avec le support, laquelle est assurée si les dosages donnés dans le **NF DTU 26.1 P1-1** sont respectés ;
- du choix, dans son **tableau 4**, de la résistance de l'enduit pour les **enduits multicouches** (corps d'enduit + couche de finition) **performantiels (classes CS I à CS IV)** en fonction de la résistance à l'arrachement mesurée du support (**Rt 1 à Rt 3**), ce qui assure la **compatibilité** du mortier performantiel avec le support. Les caractéristiques des différentes couches des enduits (sauf pour les enduits monocouches) sont différentes. Normalement, la résistance de l'enduit croît de la première à la dernière couche, sachant que la résistance de la couche de finition ne doit pas dépasser celle du corps d'enduit sauf pour les enduits tyroliens ;

- de l'essai (**NF EN 1015-21**) de classification des **enduits monocouches performantiels** indépendamment de leur classe de résistance (**CS**). Son tableau 5 donne la catégorie d'enduit monocouche à adopter (**catégorie OC 1 à OC 3**) en fonction de la résistance à l'arrachement du support. L'essai permet de s'assurer de la **compatibilité** de l'enduit avec le support normalisé défini ;
- de l'absorption d'eau par capillarité (**W**) qui doit croître dans les enduits multicouches de la première couche à la finition. Un coefficient de performance **W2** est recommandé pour les enduits exposés à de fortes pluies ;
- du coefficient de rétention d'eau (**Re**) pour éviter une mauvaise hydratation des liants, tout particulièrement si le support est absorbant (**Re < 86% faible, 86% ≤ Re ≤ 94% moyenne et Re > 94% forte**) ;
- la résistance à la fissuration, qui n'est pas testée mais dont les précautions à prendre pour la prévenir figure dans le texte de la **norme-DTU** ;
- du mode de mise en œuvre de l'enduit (manuellement ou par projection mécanique) ;
- de la granularité du mortier qui est liée au décor et à la finition (lissée, talochée, grattée, ribbée, tyrolien...) ;
- de la couleur des granulats et des colorants (**le coefficient d'absorption du rayonnement solaire** ne doit pas dépasser 0,70) ;
- de la durée pratique d'utilisation (**DPU**) du mortier frais (mortiers industriels) en fonction de la température et des conditions climatiques de mise en œuvre ;
- de la couche de finition décorative organique éventuelle conforme à la norme **NF EN 998-3** ou aux normes **NF EN 1062-1** et **NF T34-722**. Si la couche de finition doit être un revêtement d'imperméabilité, il faut se reporter aux revêtements **RSI** visés par le **NF DTU 42.1**.

Les mortiers de ciment pour enduits peuvent être selon leur conception et leur fabrication :

- des mortiers industriels performantiels (pré-dosés ou pré-mélangés) ;
- des mortiers industriels de recette ;
- des mortiers de chantier de recette.

Cas des mortiers industriels performantiels :

Les enduits d'imperméabilisation et de décoration minéraux relèvent de la norme harmonisée **NF EN 998-1** : Définition et spécifications des mortiers pour maçonnerie – Partie 1 : mortiers d'enduits minéraux extérieurs et intérieurs (norme associée à un **marquage CE**).

Ces mortiers sont à base de chaux, de liants hydrauliques, de granulats, d'adjuvants et d'hydrofuges. Dans le cas de supports lisses et non absorbants, ils doivent être associés à un fixateur ou un gobetis compatible.

Les caractéristiques essentielles de ces produits et systèmes portent sur les points suivants :

- la perméabilité à la vapeur d'eau ;
- l'absorption d'eau ;
- la perméabilité à l'eau (testée à l'issue des cycles de conditionnement) ;

- l'adhérence (testée à l'issue des cycles de conditionnement) ;
- la réaction au feu.

Le tableau qui suit donne les caractéristiques et les méthodes d'essai des mortiers pour enduits performantiels. Il donne également pour comparaison les normes d'essais des mortiers de réparation. Les exigences à satisfaire dépendent de la catégorie de mortier (**GP, LW, CR, OC R et T**). Ces exigences pour mortier durci figurent dans **tableau 2** de la norme produit.

Caractéristiques	Mortiers GP (courants) conformes à la norme NF EN 998-1		Mortiers conformes à la norme NF EN 1504-3
	Exigences	Méthode d'essai	Méthodes d'essai
Résistance en compression	CSI à CSIV soit de 0,4 MPa à \geq 6 MPa	NF EN 1015-11	NF EN 12190
Teneur en cl-	Sans objet	/	NF EN 1015-17
Perméabilité à la vapeur d'eau	Sans objet	/	Sans objet
Coefficient de perméabilité à la vapeur d'eau	\leq valeur déclarée	NF EN 1015-19	Sans objet
Perméabilité à l'eau – Absorption d'eau par capillarité	WO à W2	NF EN 1015-18	NF EN 13057
Pénétration d'eau après essai d'absorption d'eau par capillarité	NR	NF EN 1015-18	Sans objet
Perméabilité à l'eau après les cycles de conditionnement	NR	NF EN 1015-21	Sans objet
Adhérence au support	NR	NF EN 1015-12	NF EN 1542
Adhérence au support après cycles de conditionnement	NR	NF EN 1015-21	NF EN 1542
Retrait expansion	Sans objet	/	NF EN 12617-4
Durabilité : résistance à la carbonatation	Sans objet	/	NF EN 13295
Durabilité : compatibilité thermique	Sans objet	/	NF EN 13687-1, 2 et 43
Module d'élasticité	Sans objet	/	NF EN 13412
Résistance au glissement	Sans objet	/	NF EN 13036-4
Coefficient de dilatation thermique		/	NF EN 1770
Conductivité thermique	NR	NF EN 1745	Sans objet
Réaction au feu	NR	NF EN 13501-1	Sans objet

Tableau n° 22 : tableau inspiré des normes NF EN 998-1 et NF EN 1504-3

Il y a lieu de noter que **les mortiers à base de liants hydrauliques et autres** se réfèrent à des **normes d'essai différentes** de celles de la norme **NF EN 1504-3** (produits de réparation) et de plus, que la norme **NF EN 998-1**, pour certains seuils (valeurs plancher), renvoie aux normes nationales.

Dans le choix, rentrent, bien entendu, en ligne les exigences de couleur et de texture liée à l'aspect de finition (talochée, grattée, ribbée, écrasée...)

Le choix final se fait en recherchant les produits et systèmes disponibles chez les fabricants. Si un projet particulier impose des **exigences spécifiques**, en l'absence de solution « classique », il faut s'orienter, si nécessaire, vers des produits et systèmes utilisés dans le **domaine du génie civil** et qui sont visés dans l'article 4.2.4.2 ci-dessus. S'assurer, si nécessaire, de la **perméabilité à la vapeur d'eau**.

Cas des mortiers de recette :

Les caractéristiques des composants la composition et les caractéristiques des différents mortiers de recette durcis (multicouches et monocouches) et les épaisseurs à mettre en œuvre sont fixées par les **NF DTU 26.1 P1-1 et P1-2**. Toutes ces informations ont été développées dans l'article 4.2.4.3.2.3 ci-dessus.

4.2.4.3.2.4 Choix des produits anti-graffiti pour parois extérieures en béton

Des produits anti-graffiti sont proposés par les fabricants. **ATTENTION**, certains sont détruits lors du nettoyage des graffiti mais les autres conservent leur propriété de protection après nettoyage. Ces produits doivent être perméables à la vapeur d'eau afin de laisser « respirer » les parois ainsi traitées. **Ces produits ne font l'objet, à ce jour, d'aucune norme particulière. Il appartient au marché de fixer les exigences.**

4.2.4.3.3 Choix des revêtements d'imperméabilité, voire « d'étanchéité » d'ouvrages en béton partiellement ou totalement enterrés

4.2.4.3.3.1 Généralités

Il y a lieu de rappeler que le présent **guide** traite des **techniques de réparations des ouvrages existants** (ouvrages partiellement enterrés, des cuvelages...). Ces réparations sont effectuées, après préparation du support, avec les **produits et systèmes utilisés et mis en œuvre dans les ouvrages neufs**, c'est la raison pour laquelle le présent texte est obligé de les traiter.

Ouvrages partiellement enterrés :

Le mur du sous-sol d'un bâtiment est l'exemple type d'un ouvrage partiellement enterré. Après remblaiement, il se trouve au contact des terres et peut être exposé à des eaux de ruissellement, une nappe phréatique... Il peut donc être nécessaire de le protéger par un produit ou un système d'imperméabilité (parfois d'étanchéité).

Note : dans cet article, le présent guide est obligé de traiter de l'étanchéité, propriété qui est parfois nécessaire.

Les revêtements utilisés dans les cuvelages peuvent être utilisés dans **les ouvrages de génie civil** partiellement enterrés, comme une culée creuse...

La doctrine en la matière est la suivante :

- en présence d'eau d'infiltration non permanente et sous réserve d'un drainage efficace un produit ou un système **d'imperméabilisation** suffit ;

- en cas de nappe phréatique permanente ou de crue, l'**étanchéité** est nécessaire, elle est alors assurée par un **cuvelage**.

Sachant que, de plus, un mur de soubassement :

- abritant des locaux habités doit être revêtu d'un enduit et équipé, si nécessaire, d'un système de drainage ;
- abritant des locaux de service sous réserve que les arrivées d'eau potentielles soient très réduites, la réalisation d'un enduit n'est pas obligatoire ;
- ayant un rôle de vide sanitaire..., la mise en œuvre d'un enduit n'est pas nécessaire.

Ouvrages totalement enterrés :

Une **galerie technique, une tranchée couverte ou un tunnel** sont des exemples d'ouvrages totalement enterrés. **Le présent guide** ne traite pas des réparations de ces types d'ouvrages.

4.2.4.3.3.2 Choix des revêtements d'imperméabilité pour la protection des ouvrages partiellement enterrés

La **protection des murs enterrés** peut se faire par l'**extérieur ou l'intérieur** au moyen de différentes techniques et de différents types de produits et systèmes décrits ci-après. Cette protection est complétée par la mise en place de **coupures capillaires** dans les parois pour éviter les remontées d'humidité dans celles-ci vers les parties supérieures de la construction.

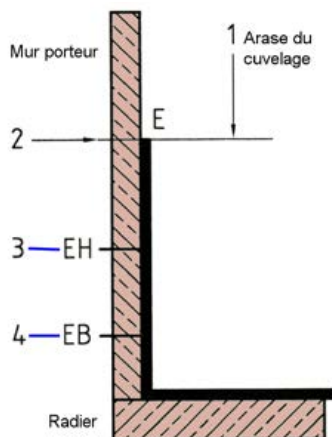
Le **cas des cuvelages** est traité par la **norme-DTU 14.1**. Il y a lieu de distinguer :

1. les **cuvelages relativement étanches** comportant un système de récupération des eaux ;

Note : cette technique n'a pas vocation à être traitée dans le présent fascicule.

2. les **cuvelages comportant un revêtement d'imperméabilité** à l'intérieur de la structure résistante du cuvelage sous la forme d'un revêtement :

- épais à base de mortier hydrofugé,
- mince à base de mortier,
- à base de résine solvantée ou non,
- de minéralisation de surface ;



Légende :

1. arase du cuvelage,
2. niveau des plus hautes eaux connues ou prévisibles,
3. niveau des hautes eaux,
4. niveau des basses eaux.

À défaut d'une conformité à une norme, un procédé de revêtement d'imperméabilisation de cuvelages relève de la procédure de l'**Avis Technique**.

Figure n° 9 : cuvelage avec revêtement d'imperméabilisation (extrait de la norme-DTU 14.1)

- 3. les cuvelages comportant une structure résistante en deux parties**, une externe située à l'extérieur du **revêtement d'étanchéité**, qui protège la structure résistante interne du cuvelage, sous la forme d'un revêtement adhérent ou non de type :
- plastique,
 - élasto-plastique,
 - élastique.

Note : le présent guide n'a pas vocation à traiter de telles étanchéités. Il convient de se reporter à la norme-DTU 14.1 qui précise les exigences de performances des divers revêtements d'étanchéité. Des renseignements complémentaires sont également disponibles dans le guide FAEQ 2 relatif aux étanchéités ainsi que dans les fascicules 67 titre I et III du CCTG.

Dans la suite du texte vont être décrits uniquement les différents **revêtements d'imperméabilisation** applicables aux murs de soubassement, aux seuls cuvelages disposant d'un revêtement intérieur... Parmi les critères de choix de ces revêtements, il y a lieu de rappeler que :

- ne résistent, normalement, pas à la **fissuration du support** :
 - les enduits épais > 5 mm ;
 - les enduits minces rigides ≤ 5 mm ;
 - les enduits obtenus par minéralisation du support ;
 - les revêtements bitumineux minces.
- résistent plus ou moins à la **fissuration du support** :
 - certains enduits épais armés ;
 - certains enduits minces flexibles qui peuvent être fibrés et armés ;
 - les revêtements bitumineux épais ;
 - les revêtements flexibles à base de résines époxydiques ou polyuréthanes qui peuvent être armés.

Pour les produits et systèmes de protection du béton conformes à la norme **NF EN 1504-2**, il faut, pour faire un choix, consulter les fiches techniques des produits ou systèmes afin de connaître les **classes de fissuration** et les **températures de réalisation des essais**. En effet, si la classe de fissuration figure sur l'étiquette du **marquage CE**, les températures de l'essai ne sont pas toujours indiquées.

Enduits épais en soubassement :

Ces enduits extérieurs sont des **enduits épais** à base de **mortiers de recette** ou de **mortiers industriels performantiels**. Il s'agit de mortiers courants (**GP**), voire de mortiers monocouche (**OC**). En soubassement, ils sont réalisés, normalement, sur les parois extérieures des murs et le mortier doit être hydrofugé.

Les enduits épais en mortier de ciments sont visés par le chapitre 9 du **NF DTU 26.1**. Ils sont le plus souvent utilisés sur les murs enterrés en maçonnerie de petits éléments (Cf. le **NF DTU 20.1 P1-1**) mais peuvent être appliqués sur des murs en béton. Leur classe de performance doit être ≥ CS III et leur coefficient de performance en capillarité doit être ≥ W2.

Ces enduits ont une épaisseur totale comprise entre 20 et 25 mm assurant un recouvrement minimal de 15 mm. Ils sont réalisés en deux couches espacées dans le temps, chaque couche ayant une épaisseur comprise entre 8 et 15 mm.

Dans le cas de mise en place d'un **mortier performantiel** pour **enduit monocouche OC**, l'enduit est réalisé en deux passes afin d'obtenir une épaisseur totale ≥ 15 mm.

Pour les **mortiers de recette**, le dosage en ciment CEM I ou II de classe 32,5 ou 42,5 de la première couche est de 500 à 600 kg/m³ de sable sec et celui de la seconde couche est de 450 à 550 kg/m³. Leur formulation comporte l'ajout d'un hydrofuge. En cas d'irrégularités de surface, la réalisation préalable d'un **enduit de dressement** est nécessaire (voir le chapitre 8.2 du texte). Sur un support lisse, après une préparation de surface, un gobetis d'accrochage est obligatoire.

En cas de milieu agressifs (milieu agricole ou marin...), il faut remplacer les ciments CEM I ou II par un ciment CEM V/A qualifié PM-ES.

Certains produits ou systèmes de réparation des bétons conformes à la norme **NF EN 1504-3** peuvent être utilisés pour la réalisation d'enduits de protection épais. Il s'agit de mortiers fibrés capables de résister à des actions chimiques ou physiques et qui répondent aussi aux exigences de la norme **NF EN 1504-2** complétées par celles du guide **GA P18-902** et de la norme **NF P95-103**. Certains systèmes peuvent comporter une armature. Il convient de se reporter aux **fiches techniques** des fabricants qui précisent le domaine d'emploi et les performances de leurs produits et systèmes.

Note : la norme NF EN 1504-3 n'impose pas aux mortiers de réparation de résistance particulière aux actions chimiques et physiques mais certains mortiers peuvent avoir été formulés spécialement pour résister à des eaux agressives, à l'abrasion... Il appartient au marché de fixer les exigences nécessaires.

Enduits minces en soubassement :

Une note de l'article 9 du **NF DTU 26.1** indique que l'utilisation de **mortiers performantiels d'imperméabilisation** prêts à gâcher à base de liants silicatés formulés pour un usage en soubassements permet de réaliser des enduits extérieurs minces en deux passes de 3 à 5 mm d'épaisseur. Ces enduits ne relèvent pas du **NF DTU 26.1**. Se reporter au paragraphe consacré à la **minéralisation** ci-après.

Note : un mortier à base de liants silicatés est un produit dont le liant principal est un silicate de potassium auquel sont ajoutés des polymères et des additifs. Se reporter ci-après aux enduits obtenus par minéralisation.

Il existe chez les différents fabricants de nombreux produits et systèmes formulés en usine pour la confection **d'enduits minces**. Ces produits et systèmes satisfont, normalement, aux dispositions de la norme **NF EN 1504-2**.

Ils sont applicables pour certains sur la paroi **extérieure** des murs et pour d'autres sur la paroi intérieure des murs et des cuvelages, ce qui peut imposer une résistance aux **contre-pressions éventuelles**.

Les produits et systèmes, qui sont à base de liants hydrauliques, sont **rigides**, alors que ceux qui sont à base de liants organiques sont **flexibles**, sachant que certains produits mixtes contiennent les deux types de liants. De plus, certains de ces produits ou systèmes peuvent être fibrés et/ou armés. L'examen des fiches techniques fournit les **classes de fissuration** et les **températures de réalisation des essais** ce qui donne des critères de choix vis-à-vis de la fissuration existante ou éventuelle du support.

Pour les autres critères de choix, l'examen des fiches techniques donnant leurs composants (par exemple : liants PM/ES) et les résultats des essais de performances permet de savoir en fonction des besoins exprimés si les produits et systèmes résistent :

- à des pressions d'eau, voire à des contre-pressions tout en assurant une certaine perméabilité à la vapeur d'eau ;
- au passage du gaz carbonique ;
- aux effets des cycles de gel/dégel, voire en présence de sels ;
- à des eaux pures, sulfatées, usées, de mer, chargées en lisier...

Enduits obtenus par minéralisation du support :

La minéralisation d'un béton est obtenue par un mortier constitué par un mélange de ciment adapté à la classe d'environnement, de charges et d'adjuvants chimiques (tels que des cristaux de silicium) et d'eau. Le mortier obtenu est appliqué en deux couches sur la paroi à traiter côté extérieur ou côté intérieur afin d'obtenir une épaisseur finie minimale de l'ordre de 2 mm.

Le silicium réagit avec la chaux du béton support et du mélange pour former un silicate de calcium qui obture les pores du béton. L'enduit ainsi obtenu présente une bonne adhérence, il peut résister aux pressions et sous-pressions, à certains agents chimiquement agressifs comme les eaux séléniteuses... enfin, il peut être compatible avec l'eau potable mais, il ne résiste pas à la fissuration du support.

Note : certains minéralisateurs sont disponibles sous forme liquide.

Enduits bitumineux en soubassement :

Les enduits bitumineux disponibles sur le marché se présentent en phase solvant ou en émulsions. **Ils ne relèvent actuellement d'aucune norme produit.** Ils peuvent s'appliquer en plusieurs couches, soit sous forme filmogène (2 à 3 couches suivant l'absorption du support), soit sous forme d'un revêtement épais (de l'ordre de 3 mm en 2 couches) qui est plus performant.

Ils peuvent aussi être appliqués en complément d'imperméabilisation sur un enduit traditionnel de soubassement.

Suivant leur formulation (bitumes, fibres, résines acryliques...), les revêtements bitumineux épais constituent des enduits qui peuvent résister à :

- certaines attaques chimiques (acides humiques, sels, alcalins dilués...) sauf les hydrocarbures ;
- la fissuration du support.

Les produits performants peuvent être utilisés pour **la protection de parties en béton des ouvrages de génie civil** en contact avec les terres comme les culées, murs de soutènement...

Enduits à base de résines :

Les enduits à base de résines se présentent sous la forme de revêtements souples pouvant être armés à base de liants organiques (résines époxydes ou polyuréthanes). Ils sont conformes aux dispositions de la norme **NF EN 1504-2** mais satisfont souvent à des **fonctions principales optionnelles**, voire **optionnelles complémentaires** visées par le guide **GA P18-902** et la norme **NF P95-103**.

Note : se reporter à la partie du guide ci-devant qui traite de ces différents produits et systèmes dans le domaine du génie civil.

Ces revêtements dont l'épaisseur peut varier entre 0,5 et 1 mm peuvent présenter les caractéristiques suivantes :

- une résistance chimique vis-à-vis des sels de déverglaçage, des eaux sulfatées et autres produits chimiques plus ou moins concentrés ;
- une étanchéité à l'eau, au CO₂ et à la vapeur d'eau ;
- une résistance physique à une abrasion plus ou moins forte ;
- une résistance à la fissuration plus ou moins élevée ;
- une certaine sensibilité aux effets des UV.

4.2.4.3.3 Choix des revêtements d'étanchéité pour la protection des ouvrages en béton totalement enterrés (pour mémoire)

La protection des ouvrages totalement enterrés (tranchées couvertes et tunnels) est traitée dans le **titre III du fascicule 67 du CCTG** (étanchéité des ouvrages souterrains), dans le **guide FAEQ 2** (étanchéités) et dans les publications de l'**AFTES**, textes auxquels le lecteur est invité à se reporter. Les techniques développées sont transposables à d'autres ouvrages totalement enterrés.

4.2.4.3.4 Choix des produits et systèmes de protection des planchers et sols en béton situés à l'intérieurs et à l'extérieur des locaux

Cet article traite à la fois des planchers, des sols...

4.2.4.3.4.1 Généralités



Photo n° 18 : revêtement de sol (crédit photo SIKA)

Le présent article concerne :

- les ouvrages **intérieurs** comme des planchers intermédiaires, escaliers, locaux techniques... ;
- les dallages **intérieurs ou extérieurs** (NF P11-213 [norme-DTU 13.3 de mars 2005] et ses 3 amendements de mai 2007) ;
- etc.

Note : certaines parties d'ouvrages de génie civil (escaliers, dalles...) peuvent être concernées par les systèmes de protection visés dans le présent article.

Pour chaque ouvrage, en fonction des actions physiques (intempéries, variations thermiques, circulations piétonnières, légères et lourdes...) et/ou chimiques (solvants, graisse, acides...) auxquelles il est soumis, mais aussi des exigences en matière d'esthétique, voire d'étanchéité, de sécurité incendie..., il convient de mettre en œuvre une protection adaptée.

Dans la suite de cet article, vont être décrits **différents systèmes de protection** applicables aux différentes catégories d'ouvrages susvisées, à savoir :

- les chapes et dalles à base de liants hydrauliques intérieures aux locaux ;
- les chapes (revêtements) à base de résines synthétiques intérieures aux locaux ;
- les produits de peinture et revêtements pour sols intérieurs et sols extérieurs (hors étanchéité) ;
- etc.

Les notions de **chapes** méritent quelques explications supplémentaires :

Le terme chape désigne la couche disposée en surface d'un sol auquel elle est ou non adhérente et qui est destinée à conférer certaines propriétés à celui-ci : résistance à l'usure, thermique, chimique, sonique, voire étanchéité...

La terminologie des chapes et des matériaux pour chapes relève de la norme **NF EN 13318**. Cette norme est complétée, pour les **sols intérieurs**, par la norme **NF EN 13313** qui fixe les caractéristiques des matériaux pour chapes. Il s'agit des chapes à base de ciment, de sulfates de calcium, de magnésie, d'asphalte coulé et de résines synthétiques. Cette norme est une **norme harmonisée** liée à un **marquage CE**.

La norme impose, pour chaque type de chape, des **caractéristiques normatives ou optionnelles** (si applicables). De plus, elle liste des **caractéristiques spéciales comme suit** :

- **liste des caractéristiques normatives, optionnelles...** : résistances à la compression, à la flexion, à l'usure (Böhme, BCA) au roulement (avec ou sans revêtement de sol), à l'indentation (cubes et plaques), à l'impact, dureté de surface, module d'élasticité, adhérence au support, temps de mise en œuvre, retrait et gonflement, consistance, pH.
Si, en plus, une **fonction de protection du béton** au sens de la norme **NF EN 1504-2**, celle-ci est applicable (voir aussi l'alinéa suivant) ;
- **liste des caractéristiques spéciales** : résistance électrique, réaction au feu, résistance chimique, émission de substances corrosives ou corrosivité, perméabilité à la vapeur d'eau, résistance thermique, perméabilité à l'eau, isolation au bruit d'impact, absorption du bruit... Ces caractéristiques doivent être déclarées si les exigences réglementaires l'imposent ou si le **fabricant** le souhaite.

Les différentes **classes de performances** pouvant être retenues par le **fabricant** figurent dans les tableaux de la **partie 5 de la norme** consacrée aux classifications et exigences.

L'annexe ZA.1 ne retient que les **classes de performance planchers** mais fixe pour chaque type de chape les **caractéristiques essentielles** nécessaires au marquage **CE**. Ces caractéristiques sont les **caractéristiques normatives** (tableau 1 de la norme), auxquelles s'ajoutent des **caractéristiques spéciales** qui font partie des **exigences fondamentales (exigences essentielles de la DPC)**. Le choix de la classe de performance, des caractéristiques optionnelles, voire des exigences de la norme **NF EN 1504-2**, relève du **prescripteur**.

Le présent guide, ci-après, ne traite que des **chapes à base de ciment et de résines organiques**.

4.2.4.3.4.2 Choix des chapes et dalles non structurales à base de liants hydrauliques intérieures aux locaux

Rappel : le présent guide ne traite pas des chapes en sulfate de calcium, en magnésie et à base d'asphalte.

Ces chapes et dalles à base de liants hydrauliques intérieures aux locaux doivent être réalisées conformément aux dispositions (choix des matériaux et mise en œuvre) des trois parties du **NF DTU 26.2 (P1-1, P1-2 et P2)**. Elles ont un caractère **non-structurel**, même lorsqu'elles sont armées par un treillis soudé. Elles peuvent être **adhérentes ou désolidarisées** de leur support neuf ou ancien, voire **flottantes** sur un isolant thermique ou phonique (cf. **NF DTU 26.2/52.1**).

Ces dalles sont destinées à supporter, soit de faibles charges (locaux d'habitation, bureaux... actions pédestres...), soit de moyennes charges (galeries commerciales... actions pédestres ou roulantes) ou de lourdes charges limitées aux cuisines collectives). **Elles ne sont pas destinées aux locaux industriels**. Si besoin est, les formes de pente de l'extrados de ces chapes et dalles doivent permettre l'évacuation des eaux.

Ces chapes et dalles peuvent être laissées **brutes de réalisation ou être revêtues**, suivant les usages auxquels elles sont destinées et les actions qu'elles peuvent subir.

Les produits et systèmes à base de liants hydrauliques utilisés pour la confection des chapes et dalles sont :

- **des mortiers** pour la réalisation des **chapes** :
 - mortiers industriels,
 - mortiers de recette ;
- **des bétons** pour la réalisation des **dalles** non-structurelles :
 - bétons prêts à l'emploi,
 - bétons fabriqués sur chantier.

Le **NF DTU 26.2 P1-2** fixe les **caractéristiques des matériaux** (ciments, sables, gravillons, eau, adjuvants) nécessaires à la réalisation des mortiers et bétons industriels ou de recette (les normes de références de ces matériaux ont été **développées dans les articles précédents**). **De plus, il fixe** les classes minimales de performances à obtenir (résistance à la compression, adhérence). Cette **norme-DTU** ne fixe pas de classes de performance vis-à-vis de la **fissuration** mais s'appuie sur des dispositions à respecter pour limiter celle-ci.

Note : parmi les normes citées dans les références normatives du **NF DTU** apparaît la norme harmonisée **NF EN 13813** susvisée, relative aux matériaux pour chapes pour planchers intérieurs, mais le **NF DTU 26.2** ne s'appuie pas sur les classes de performance de cette norme européenne. Il manque donc un document explicatif sur l'adaptation des chapes intérieures à la classification européenne.

Pour les mortiers industriels destinés aux chapes à base de ciment, il est possible de s'inspirer des exigences de performances du **NF DTU 26.2** mais aussi des caractéristiques essentielles du **tableau ZA.1.1** de la norme européenne et des exigences de performances normatives de cette norme pour sélectionner les caractéristiques et leurs niveaux de performance à imposer dans le marché.

Le **tableau ZA.1.1** de l'annexe ZA de la norme **NF EN 13813** liste les caractéristiques essentielles à imposer et la partie normative de la norme les classes de performance minimales ou les essais à effectuer :

Caractéristiques essentielles	Classes de performance minimales (marquage CE)	Observations
Réaction au feu	Cf. Euroclasses	Cf. NF EN 13501-1
Émissivité de substances corrosives ou corrosivité des matériaux pour chape	NR	Déclaration pour chacun des matériaux constitutifs
Perméabilité à l'eau	Cf. NF EN 1504-2	Cf. NF EN 1062-3
Perméabilité à la vapeur d'eau	NR	Cf. NF EN 12086
Résistance mécanique : - résistance à la compression - résistance à la flexion - résistance à l'usure (abrasion Böhme) - résistance à l'usure (abrasion BCA) - résistance au roulement (abrasion RWA)	Compression \geq C5 Flexion \geq F1 Abrasion Böhme \leq A22 Abrasion BCA \leq AR6 Abrasion RWA : \leq RWA300	Compression : tableau 2 Flexion : tableau 3 Abrasion Böhme : tableau 4 Abrasion BCA : tableau 5 Résistance au roulement : tableau 6
Isolation du bruit Absorption du bruit	NR NR	Cf. NF EN ISO 140-6
Résistance thermique	NR	Cf. NF EN 12524 ou EN 12664
Résistance chimique	NR	Cf. prNF EN 13529

Tableau n° 23 : caractéristiques et performances des chapes à base de ciment conformes à la norme NF EN 13813

Note : la norme **NF EN ISO 140-6** (Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction – Partie 6 : mesurage en laboratoire de la transmission des bruits de chocs par les planchers) est annulée et remplacée par la série des normes **NF EN ISO 10140-1, 1/A1, 1/A2, 2, 3, 3/A1, 4, 5 et 5/A1**.

De même, la norme **NF EN 12524** a été remplacée par la norme **NF EN ISO 10140-3**.

Le prescripteur complète en tant que de besoin les caractéristiques et les performances dans le marché (DPM).

4.2.4.3.4.3 Choix des revêtements coulés de sols en béton des locaux intérieurs à base de résine de synthèse

Le choix et la mise en œuvre des revêtements intérieurs coulés en résines de synthèses relève du **NF DTU 54.1** de janvier 2008 (Travaux de bâtiment - Revêtements de sol coulés à base de résine de synthèse).

Cette norme-DTU concerne des **supports neufs** qui peuvent être des chapes adhérentes ou flottantes, des dalles de dallage armées, des planchers intermédiaires soumis à des charges d'exploitation ne dépassant pas 10 kN/m² (charges réparties) ou 10 kN (charges concentrées).

Les classes de performances des produits et systèmes à utiliser (résines époxydiques, polyuréthanes, méthacrylates, époxy-uréthanes...) sont fonction des sollicitations auxquelles sont exposés les sols. Celles-ci peuvent varier de faibles à fortes (fortes avec chocs). Ceci correspond aux classements des sols **UPEC** (P2, P3, P4 et PS4).

Note : le classement UPEC (se reporter au cahier 3509 du CSTB) concerne les habitations, les bureaux, les gares et aéroports, les commerces, les hôtelleries, les enseignements, les hôpitaux, les maisons d'accueil pour personnes âgées. À chaque local est attribué un classement en fonction de l'usage :

- **U (usure) :** usure à la marche ;
- **P (poinçonnement) :** chute d'objet, déplacement de meubles, chaises à roulette, engins de manutention ;
- **E (eau) :** comportement à l'eau ;
- **C (chimie) :** tenue aux taches et produits chimiques.

La norme-DTU s'appuie sur la norme **NF EN 13813** susvisée relative aux matériaux pour chapes à base de résines synthétiques.

Le tableau ZA.1.5 de l'annexe ZA de la norme **NF EN 13813** liste les caractéristiques à imposer et la partie normative de la norme les classes de performances minimales ou les essais à effectuer pour obtenir le **marquage CE**.

Caractéristiques essentielles	Classes de performance minimales (marquage CE)	Observations
Réaction au feu	Cf. Euroclasses	Cf. NF EN 13501-1
Émissivité de substances corrosives ou corrosivité des matériaux pour chape	NR	Déclaration pour chacun des matériaux constitutifs
Perméabilité à l'eau	Cf. NF EN 1504-2	Cf. NF EN 1062-3
Résistance mécanique : - résistance à l'usure (abrasion BCA) - résistance au roulement (abrasion RWA)	Abrasion BCA ≤ AR1 Abrasion RWA : ≤ RWA10	Abrasion BCA : tableau 5 de la norme Résistance au roulement : tableau 6 de la norme
Force d'adhérence	≤ B1.5	Cf. prNF EN 13892-8
Résistance à l'impact	≥ IR4	Cf. NF EN ISO 6272
Isolation du bruit Absorption du bruit	NR NR	Cf. NF EN ISO 140-6
Résistance thermique	NR	Cf. NF EN 12524 ou EN 12664
Résistance chimique	NR	Cf. prNF EN 13529

Tableau n° 24 : caractéristiques et performances des chapes à base de résines synthétiques conformes à la norme NF EN 13813

Note : se reporter à la note ci-dessus concernant les normes **NF EN ISO 140-6** et **NF EN 12524** annulées.

ATTENTION, cette norme ne fixe pas la **classe de performance** à adopter pour le revêtement en fonction du classement **UPEC** des sols des différents locaux susvisés. Il faut se reporter au tableau 1 de la partie 1-2 (CGCM) du **NF DTU 54.1**, reproduit ci-dessous.

Caractéristiques	Exigences			
	Locaux à sollicitations			
	Faibles	Moyennes	Fortes	Très fortes
Usure par abrasion				
NF EM ISO 5470-2	Perte de masse < 3 000 mg		Perte de masse < 1 500 mg	
Usure par roulage				
NF EN 13892-5	< RWA100		< RWA10	
NF EN 13892-4	< AR 4		< AR 2	
XP P 11-101	< 15 cm ³		< 7 cm ³	
Résistance aux chocs				
NF EN ISO 6272 sur support béton ni fissures, ni décollement	4 Nm		10 Nm	20 Nm
Adhérence				
NF EN 13892-8	> B0,7	> B1	> B1,5	
Poinçonnement pour revêtement souple				
NF EN 433	< 0,20 mm		< 0,10 mm	

Tableau n° 25 : exigences de performances pour les revêtements à base de résines (extrait du NF DTU 54.1)

Le prescripteur complète en tant que de besoin les caractéristiques et les performances dans le **marché (DPM)**.

Dans le cas où le revêtement coulé à base de résines se trouve en extérieur ou peut être soumis à des trafics lourds, à des remontées capillaires..., il convient de consulter les **ETAG et les règles professionnelles** qui traitent des **systèmes d'étanchéité liquide (SEL)**, textes dans lesquels il est possible de trouver des indications sur les performances nécessaires pour satisfaire à ces exigences particulières.

4.2.4.3.4.4 Choix des produits et systèmes de peinture pour sols intérieurs et sols extérieurs (hors étanchéité)

■ Généralités :

Cet article concerne les **produits et systèmes de peinture** applicables sur les sols revêtus ou non d'une chape ou d'une dalle non structurelle, les dallages. Certains des produits et systèmes pouvant également s'appliquer sur les murs intérieurs. Il ne traite pas des revêtements de sols coulés à base de résines susvisés dans l'article précédent.

Le choix et la mise en œuvre des **produits de peinture** relève de la norme **NF P74-203 (norme-DTU 59.3 : peinture de sols)**.

Note importante : cette norme-DTU est daté d'octobre 2000 mais l'ensemble du document est basé sur le texte de 1993. Il ne fait donc aucune référence aux normes NF EN 1062-1 et NF EN 1504-2 et au guide GA P18-902. Une mise à jour serait nécessaire.

Le domaine d'application de cette norme-DTU concerne les travaux de peinture de sols de la plupart des locaux (des locaux d'habitation aux locaux industriels et de stockage) :

- à l'intérieur sur tous les supports et, en particulier, les sols en béton ;
- à l'extérieur sur des supports :
 - métalliques (protection non traitée par le présent guide),
 - en béton, mais sans assurer une **fonction d'étanchéité** ou de blocage des **remontées capillaires**.

Cette norme-DTU ne concerne pas les revêtements de sols industriels coulés ou talochés. Il concerne aussi bien la peinture des sols neufs que des sols existants, qui peuvent être ou non revêtus.

***ATTENTION**, les fiches techniques de très nombreux fabricants de produits de peinture et systèmes de revêtement donnent le classement des produits (NF T36-005), leur classification **COV**, en fixent la destination (type de support intérieur ou extérieur, usage domestique, industriel...) et indiquent leurs propriétés (résistance physique, résistance chimique, facilité de nettoyage, résistance aux UV...) mais sans en donner de **performances chiffrées**.*

Alors que c'est le contraire dans d'autres domaines comme celui des produits de réparation, des systèmes de protection des façades...

Les fonctions attendues des produits de peinture mis en œuvre dans le cadre du DTU 59.3 sont les suivantes :

- supprimer les poussières provenant des sols à base de liants hydrauliques ;
- diminuer la porosité du support rendant l'entretien plus facile ;
- conférer au support un aspect coloré uniforme ;
- protéger le support de certains produits chimiques ;
- réduire la microrugosité du support ;
- améliorer la résistance à l'abrasion et le pouvoir antidérapant (incorporation de grains de quartz, silice, corindon...).

Ces produits de peinture ne sont pas destinés pour le support à :

- modifier sa planéité ;
- modifier sa macrorugosité ;
- augmenter sa résistance intrinsèque ;
- rattraper ses niveaux de pentes ;
- résister à sa microfissuration ;
- améliorer son étanchéité.

Compte tenu des **fonctions attendues et des fonctions non recherchées**, cette **norme-DTU** vise donc plutôt des systèmes de peinture de faible épaisseur mis en œuvre en plusieurs couches (couche d'impression, une ou deux couches de base et une couche de finition).

Les produits de peinture visés par cette **norme-DTU** appartiennent aux différentes classes visées par la norme **NF T36-005** ; ils sont :

- des produits d'impression ;
- des produits pour couche primaire ;
- des résines de base :
 - polyuréthanes mono ou bicomposant en phase solvant,
 - alkyde-uréthanes monocomposant,
 - époxydiques bicomposant en phase solvant ou aqueuse,
 - méthacryliques mono ou bicomposant en phase solvant,
 - acryliques monocomposant en phase solvant ou aqueuse,
 - urée-formol à catalyse acide bicomposant en phase solvant (concerne les vernis),
 - certaines combinaisons de résines entre elles.

Ce **DTU** :

- n'aborde pas la notion de **système de peinture** et de **système de revêtement**, même si, dans sa partie mise en œuvre, il évoque bien la mise en place des produits de peinture en plusieurs couches ;
- n'évoque pas (rappel, la **norme-DTU** ne traite pas des revêtements de sols industriels coulés ou talochés) :
 - les systèmes de peinture auto-lissants, qui sont, le plus souvent, à base de résines époxydiques ou polyuréthanes et dont l'épaisseur finale atteint quelques centaines de microns,
 - les mortiers de résine, qui sont un mélange de résine (époxydique) avec du sable ou des gravillons, dont l'épaisseur finale peut atteindre plusieurs centimètres ;
- ne liste pas les fonctions « optionnelles » (au sens du **GA P18-902**) à privilégier suivant le type de local, sa situation et son utilisation... ;
- ne donne pas les domaines d'emploi des différents types de résines susvisés.

Note : une peinture auto-lissante est une peinture, qui est déversée sur le support sur lequel a été appliqué un primaire ; cette peinture s'étale toute seule. Il est cependant nécessaire d'utiliser une spatule crantée pour régler l'épaisseur de la couche, puis un rouleau débulleur pour obtenir une surface lisse.

- Fonctions « optionnelles » à privilégier :

ATTENTION, il est rappelé que les produits de peinture relevant de la **norme-DTU 59.3** n'assurent pas des fonctions d'étanchéité et de blocage des remontées capillaires (risque de cloquage). Il faut donc exiger des produits et systèmes adaptés, en particulier en usage extérieur non abrité, en application sur des **dallages intérieurs comme extérieurs** qui, par définition, sont en contact avec le terrain naturel.

Ces fonctions sont listées ci-après pour cinq types de locaux courants :

1. Cas du sol d'un local public (écoles...), d'un local administratif (bureaux...), d'un local sportif.
Les sols revêtus de ces différents locaux doivent satisfaire aux fonctions principales suivantes :
 - la résistance physique vis-à-vis de la circulation piétonne, des poinçonnements (meubles),
 - l'esthétique avec l'emploi de couleurs, d'incrustations (formes colorées, paillettes...),

- la résistance au glissement pour assurer la sécurité du personnel et du public,
 - la sécurité avec la réalisation de marquages au sol,
 - la résistance aux produits de nettoyage courants ;
2. Cas d'un local de restauration, d'un local médical... Aux fonctions précédentes, il faut ajouter :
- la fonction hygiène, qui conduit à privilégier un sol sans joint capable de ponter les joints de fractionnement...de résister à la fissuration du support... de façon à réduire au maximum les risques de développement des bactéries et de faciliter la nettoyage des sols ;
3. Cas d'un sol industriel. Le sol revêtu doit satisfaire au minimum aux trois fonctions suivantes :
- la résistance physique vis-à-vis des chocs, poinçonnements, rayures dus au roulement des engins de manutention, aux machines en fonctionnement, aux produits fabriqués ou stockés,
 - la résistance au glissement pour assurer la sécurité du personnel,
 - la résistance chimique vis-à-vis des produits agressifs ou des solvants fabriqués, stockés ou utilisés, des produits de nettoyage... ;
4. Cas d'un sol industriel dans le domaine agroalimentaire (laiterie, abattoirs, cuisine industrielle...). Aux fonctions précédentes, il faut ajouter :
- la fonction hygiène qui conduit à privilégier comme ci-devant un sol sans joint de façon à réduire au maximum les risques de développement des bactéries,
 - la fonction de forte résistance aux nettoyages qui sont fréquents ;
5. Cas d'un sol de parc de stationnement, d'un garage... : Le sol revêtu doit satisfaire aux fonctions optionnelles suivantes :
- la résistance physique vis-à-vis des chocs, poinçonnements, rayures dus au roulement des véhicules en particulier lorsque la température des pneumatiques est élevée,
 - la fonction protection contre les écoulements d'huile de moteur, qui conduit à privilégier un sol sans joint,
 - la résistance chimique vis-à-vis des huiles, graisses, carburants...,
 - la résistance au glissement pour assurer la sécurité des personnes et des véhicules,
 - l'esthétique et la sécurité avec l'emploi des couleurs (identification des niveaux...) et de marquages au sol (guidage des véhicules),
 - la résistance aux produits de nettoyage.

Note : certaines des fonctions optionnelles à privilégier pour les sols de certains des locaux susvisés (pontage des joints, résistance au nettoyage...) montrent qu'il est indispensable de les inclure dans les Documents Particuliers du Marché (DPM) puisqu'elles ne figurent pas dans le Cahier des Clauses Techniques de la norme-DTU. Il est possible, si nécessaire (bétons situés à l'extérieur, voire à l'intérieur), de se référer aux normes européennes NF EN 1062-1 et NF EN 1504-2, au guide GA P18-902, voire à la norme NF P95-103, pour fixer certains niveaux de performance.

Le tableau ci-après donne les fonctions visées par la **norme-DTU 59.3** et trois des textes susvisés ainsi que les principales propriétés et caractéristiques liées à chaque fonction (non chiffrées). Il s'agit des propriétés et caractéristiques pour toutes les utilisations prévues et quelques-unes pour certaines utilisations prévues.

Ce tableau doit permettre à **l'utilisateur** de choisir les **fonctions** puis de fixer les principaux **niveaux de performance** adaptés au sol à revêtir en se reportant aux textes. Il convient de compléter les exigences si besoin est, conformément au Cahier des Prescriptions Spéciales (CCS) de la **norme-DTU**.

Légende :

O : indique que le texte (norme, norme-DTU...) traite de la caractéristique souhaitée ;

N : indique que le texte ne traite pas de la caractéristique souhaitée.

Fonctions	Propriétés et caractéristiques	Norme-DTU 59.3	NF EN 1062-1	NF EN 1504-2	GA P18-902
Aspect et Esthétique	Couleur (nuancier RAL)	O	N	N	N
	Brillant séculaire (mat à brillant)	N	O	N	N
	Épaisseur du feuil sec (µm)	N	O	N	N
	Dimension maximale des grains (µm)	N	O	N	N
Protection contre les risques de pénétration	Perméabilité au CO ₂	N	O	O	O
	Perméabilité à la vapeur d'eau	N	O	O	O
	Absorption capillaire et perméabilité à l'eau	O	O	O	O
	Diffusion des ions chlorures	N	N	O	O
	Adhérence par essai d'arrachement	N	N	O	O
	Résistance à la fissuration (valeur et température d'essai à fixer)	N	O	O	O
	Adhérence après compatibilité thermique (gel/dégel, avec ou sans sels ou choc thermique)	N	O	O	O (+résistance à l'écaillage)
	Comportement après vieillissement artificiel (UV et humidité)	N	N	O	O
	Adhérence sur béton humide	N	N	O	N
	Résistance chimique	O	N	O	O

Fonctions	Propriétés et caractéristiques	Norme-DTU 59.3	NF EN 1062-1	NF EN 1504-2	GA P18-902
Résistance physique	Résistance à l'abrasion (type d'essai à fixer)	O	N	O	N
	Absorption capillaire et perméabilité à l'eau	O	O	O	O
	Résistance aux chocs	N	N	O	N
	Adhérence par essai d'arrachement	N	N	O	O
	Adhérence après compatibilité thermique (choix : gel/dégel, avec ou sans sels, choc thermique)	N	N	O	O (+résistance à l'écaillage)
	Comportement après vieillissement artificiel	N	N	O	O
	Adhérence sur béton humide	N	N	O	N
Résistance chimique	Résistance chimique	O	N	O	O
	Résistance à une forte attaque chimique	N	N	O	N
	Adhérence par essai d'arrachement	N	N	O	
	Adhérence après compatibilité thermique (choix : gel/dégel, avec ou sans sels, choc thermique)	N	N	O	O (+résistance à l'écaillage)
	Comportement après vieillissement artificiel	N	N	O	O
	Adhérence sur béton humide	N	N	O	N
Réactions de gonflement interne	(pour mémoire)	N	N	N	O
Résistance au nettoyage		O	N	N	O
Résistance aux pressions d'eau	(hors contre-pressions)	N	N	N	O
Autres fonctions	(à fixer par le prescripteur)	O (si besoin est)	N	N	O (si besoin est)

Tableau n° 26 : tableau d'aide au choix des fonctions

- Fonctions pouvant être remplies par les produits de peinture contenant les différentes résines de base visées par la norme-DTU :

ATTENTION, une résine de base peut aussi bien être utilisée pour formuler un produit de peinture destiné à un usage **domestique** comme **professionnel** : ce ne sera pas le même produit, il n'aura pas les mêmes propriétés ni les mêmes performances. Il faut donc consulter les **fiches techniques des fabricants**.

Outre le tableau ci-dessous, qui indique les avantages et les inconvénients des différentes résines de base, le lecteur est invité à consulter le Tableau n° 15 ci-devant.

Résines de base	Avantages	Inconvénients
Polyuréthanes Monocomposant - polymérisation liée à l'humidité atmosphérique Bicomposant - vitesse de polymérisation fonction du type de durcisseur	Dureté adaptable par la composition permettant de ponter des fissures	Résistance et adhérence au béton moins élevées que les résines époxydiques
	Fourchette de température de mise en œuvre large (0°C à 40°C)	Bullage si le support est humique ou si la teneur en humidité de l'air est élevée
	Bonne résistance aux chocs et à la fissuration	Tendance au jaunissement dans le temps en fonction des composants utilisés
	Résistance aux acides minéraux supérieure à celle des résines époxydiques	
	La bonne tenue aux UV est fonction des composants utilisés	
	Utilisables en couche de finition sur de résines époxydiques.	
Époxydiques Phase solvant Phase aqueuse (feuille de faible épaisseur) Phase solide à 100% (performances élevées)	Bonne adhérence au béton	Mal adaptée à la mise en œuvre par basse température à fortiori si le support est fortement humide
	Bonne résistance mécanique et chimique	Feuil très rigide
	Facile à mettre en œuvre même si le support est humide	Sensible aux UV en l'absence de couche de finition
	Aspect tendu et brillant	Polymérisation accélérée si la température dépasse 30°C
	Utilisable dans un local industriel	
Méthacrylates Bicomposant (MMA + peroxyde en poudre)	Polymérisation et durcissement même lorsque la température est négative. La réaction se règle en faisant varier le dosage en durcisseur	Produit inflammable
	Durcissement rapide permettant une remise en service des lieux au bout de quelques heures	Odeur très forte
	Excellente adhérence sur le béton et entre les couches	Temps d'utilisation très réduit de l'ordre de 15 mn à 20°C
	Bonne résistance chimique	Résistance moyenne aux solvants
	Bonne résistance aux UV et au vieillissement permettant leur utilisation en extérieur	
Alkydes-uréthanes Monocomposant	Anti-poussière	Résines moins performantes que les précédentes réservées à un trafic domestique ou commercial modéré
	Résistance aux chocs et à l'abrasion	Durcissement lent allongeant la durée de remise en service
	Utilisation intérieure et extérieure	
	Bonne résistance aux produits de nettoyage	
Acryliques		Résines réservées à un usage domestique

Tableau n° 27 : avantages, inconvénients et usages des principales résines utilisées pour les peintures et revêtements de sols

■ Additifs aux produits et systèmes de peinture pour améliorer leurs performances :

Des grains de quartz, de silice, de corindon... peuvent être répandus sur la couche d'impression pour améliorer l'**adhérence** avec la couche de base ; ils peuvent aussi être répandus sur la couche de finition pour empêcher les personnes et les véhicules de **glisser**. Les grains de quartz, s'ils sont colorés, peuvent être utilisés pour leur **fonction esthétique**.

Certains systèmes comportent des **fibres** pour améliorer leur résistance. Il s'agit de systèmes adaptés aux trafics agressifs.

Certains systèmes sortent du domaine de la norme-DTU et du présent guide. Il s'agit :

- **des mortiers de résines** (sable + résines) utilisés, par exemple, pour la réalisation de sols sportifs souples ;
- **des mortiers de pierres** (gravillons + résines) qui peuvent servir de tapis drainant si leurs pores ne sont pas obturés par une couche de fermeture.

4.2.4.3.5 Constatations sur les différents produits et systèmes de protection du béton – Incidences sur la fixation des exigences et les critères de choix

L'examen de **fiches techniques de divers fabricants** montre, par exemple, lorsqu'il s'agit de produits de peinture, d'enduits de parements organiques..., qu'il est fait appel aux mêmes composants : des résines acryliques, des silicates, des siloxanes, des compositions d'acrylates et de siloxanes... mais, ces différents produits ou systèmes sont classés dans des **catégories différentes** (peintures, **RPE, RPSE**, enduits, revêtements...) et bien entendu relèvent de **normes ou de DTU** différents comme par exemple :

- des enduits de parements organiques, silicatés ou siloxanes relevant des normes **NF EN 15824** et **NF EN 1062.1** ;
- des peintures silicatées ou acryliques relevant de la norme **NF EN 1062.1** et du **NF DTU 59.1**.

De plus, l'examen de ces fiches montre que les **performances** (par exemple, la classification **GESVWAC complète ou réduite EVWA**) de certains produits ou systèmes ne sont pas toujours indiquées.

Ces différentes constatations montrent que les **maîtres d'œuvre** ont intérêt à être très rigoureux pour la fixation des exigences que doivent présenter les produits ou systèmes à mettre en œuvre ainsi que lors du choix des produits ou systèmes proposés par l'**entrepreneur**.

4.2.5 ÉPREUVE D'ÉTUDE

La norme **NF P95-103** traite de la réalisation d'une **épreuve d'étude** mais sans traiter tous les cas particuliers. Cette épreuve est un **POINT D'ARRÊT**. Les paragraphes qui suivent sont directement inspirés du texte de cette norme.

Les produits prêts à l'emploi et conformes aux normes en vigueur, éventuellement admis à une **marque de certification** ou faisant l'objet d'un **Avis Technique**, **ne font pas normalement l'objet d'une épreuve d'étude** (se reporter à l'article 6.2 ci-dessous qui précise les différents cas qui se présentent).

Cette épreuve est cependant requise si :

- les conditions de contrôle ne sont pas adaptées ;
- les conditions de mise en œuvre du produit, en particulier la géométrie et l'orientation du support, les sollicitations imposées aux fissures, les conditions climatiques et hygrométriques, ne correspondent pas à celles fixées par les normes ;
- ces produits, une fois mis en œuvre, seront soumis à des sollicitations mécaniques spécifiques ou en contact avec un milieu agressif particulier...

Les produits non normalisés ou fabriqués sur le chantier doivent faire l'objet **d'une épreuve d'étude en laboratoire** pour s'assurer qu'ils satisfont bien aux exigences du marché (amplitude du mouvement des fissures, résistance, adaptation à la géométrie et à l'orientation du support, adhérence et compatibilité chimique avec le support, etc.) dans les conditions de mise en œuvre prévues (température et hygrométrie en particulier).

Les résultats d'une épreuve d'étude récente (quelques mois), effectuée **sur un chantier identique**, peuvent servir de référence si **le marché** l'autorise.

Dans le cas où **une épreuve d'étude** doit avoir lieu, elle est fixée par **le marché**. Sa consistance s'inspire des essais visés par les normes en vigueur et des conditions de mise en œuvre des produits.

4.2.5.1 Dans le domaine du génie civil

■ **Cas des produits et systèmes de protection :**

Les normes d'essai permettant de qualifier les différentes familles de produits et systèmes de protection (imprégnation hydrophobe, imprégnation et revêtement) vis-à-vis des différentes caractéristiques de performances sont listées dans les tableaux 3, 4, 5, 6 et 7 de la norme harmonisée **NF EN 1504-2**.

Cette norme doit être complétée par les stipulations du guide d'application de **l'AFNOR GA P18-902** pour les **essais optionnels complémentaires** : mesure de la résistance au nettoyage à l'eau sous pression et de la résistance aux pressions d'eau. D'autres essais sont nécessaires pour satisfaire à d'autres exigences (coloration esthétique, résistance à une forte abrasion, résistance à des sous-pressions...).

■ Cas des mortiers et bétons ajoutés :

Les caractéristiques des mortiers, voire de bétons à caractère industriels et prêts à l'emploi, figurent dans les **fiches techniques des fabricants**. Il n'est généralement pas nécessaire de faire une **épreuve d'étude**, sauf si ces produits sont soumis à des classes d'environnement très agressives, à des sollicitations spécifiques ou à des conditions de mise en œuvre particulières...

L'**épreuve d'étude** concerne surtout les mortiers et bétons fabriqués sur le chantier, voire en centrale pour vérifier qu'ils présentent les caractéristiques spécifiées.

La **consistance de l'épreuve d'étude** est à mettre au point en s'inspirant de l'article 4.2.4.2.6 ci-dessus qui traite des mortiers et bétons et de leurs composants.

4.2.5.2 Dans le domaine du bâtiment

Le domaine du bâtiment fait appel à divers produits et systèmes qui assurent certaines fonctions pour diverses parties des constructions rappelées ci-dessous (se reporter à l'article 4.2.4.3 ci-dessus relatif au choix des produits et systèmes) :

- de protection des façades (murs verticaux ou faiblement inclinés) ;
- d'imperméabilisation (parfois d'étanchéité) d'ouvrages partiellement enterrés ;
- de protection des sols en béton intérieurs ;

Les textes (normes, agréments techniques, normes-DTU, règles professionnelles...) concernant les produits et systèmes (produits de peinture, systèmes de revêtement, enduits, chapes et dalles non structurales, ...) pouvant être utilisés pour une des parties d'une construction figurent dans un des sous-articles couverts par l'article 4.2.4.3 ci-dessus. Dans ces différents textes sont référencées les **méthodes d'essai** de qualification des performances ainsi que les classes de performance correspondantes. Pour fixer le contenu d'une **épreuve d'étude**, le **maître d'œuvre** est invité à s'appuyer sur ces différents textes.

Note : *il a été jugé inutile de lister de nouveau les différents textes susvisés.*

4.3.1 LES DIFFÉRENTS PRODUITS

Différents types de produits et systèmes sont nécessaires pour la réalisation d'une protection de surface pour béton. Il s'agit :

- **des produits de nettoyage des supports** (produits anti-graffiti, anti-salissures, fongicides...) ;
- **des solvants** nécessaires, soit à la préparation des produits (peintures et revêtements en phase solvant), soit au nettoyage des outils et des récipients ;
- **des produits et systèmes monocomposant prêts à l'emploi solvantés ou non :**
 - produits utilisés pour la préparation des supports (enduits de ragréages, enduits bouche-pores, impressions diverses [régulatrices d'absorption, opacifiantes, fixantes, pénétrantes...]),
 - imprégnations hydrophobes, imprégnations minéralisatrices, lasures (assimilables à des imprégnations),
 - peintures microporeuses ou non en phase aqueuse ou en phase solvant (peintures acryliques, vinyliques, pliolites, alkydes, polyuréthanes...),
 - revêtements acryliques et vinyliques (RPE et RPSE) et liants organiques d'imperméabilisation,
 - revêtements souples d'imperméabilisation (RSI),
 - revêtements bitumineux d'imperméabilisation minces ou épais ;
- **des produits et systèmes multicomposant prêts à l'emploi à base de liants organiques ou organiques et hydrauliques :**
 - peintures époxydes et polyuréthanes à deux composants (base et durcisseur),
 - revêtements époxydes et polyuréthanes à deux composants,
 - systèmes d'étanchéité liquides ou SEL,
 - produits anti-graffiti de protection à deux composants,
 - mortiers à base de liants organiques (PC) comportant trois composants : base plus durcisseur et charges (sable et gravillons),
 - produits à base de liants hydrauliques et polymères (PCC),
- **des mortiers prêts à l'emploi ou non à base de liants hydrauliques :**
 - mortiers pour enduits minces ou épais,
 - mortiers de réparation,
 - mortiers pour enduits monocouche,
 - mortiers pour enduits traditionnels bicouches ou tri-couches
 - mortiers pour chapes de planchers ;
- **des armatures pour revêtements à base de liants organiques ou hydrauliques :**
 - armatures en fibres de verre, maillées ou non-tissées... pour ponter des supports en béton fissurés en combinaison avec des revêtements à base de liants hydrauliques ou organiques, tels que les polymères acryliques et vinyliques,
 - grillages en acier galvanisé pour armer certains enduits à base de liants hydrauliques,
 - etc.

4.3.2 CONDITIONNEMENT DES PRODUITS PRÊTS A L'EMPLOI

4.3.2.1 Généralités

Les produits de nettoyage liquides ou sous forme de gels sont livrés en jerricans, bidons ou fûts.

Les produits de préparation des supports, suivant leur forme, sont livrés en sacs, bidons, jerricans...

Les solvants sont livrés en jerricans, bidons, fûts... Étant, en général, facilement inflammables, nocifs par inhalation..., des précautions particulières s'imposent (se reporter aux fiches de données de sécurité [FDS]).

Les armatures de renforcement et les bandes autocollantes sont livrées en rouleaux. Les baguettes et les profilés sont livrés en éléments de différentes longueurs.

Les différents produits et systèmes de protection du type imprégnations et peintures sont livrés en boîtes, en pots... Lorsqu'il s'agit de produits bicomposant, ils sont livrés sous un emballage regroupant en pots la base, le durcisseur.

Les composants solides des mortiers à base de liants hydrauliques (CC) et à base de liants hydrauliques polymères (PCC) sont livrés en sacs ou en seaux et les produits éventuels de gâchage en seaux ou en bidons sinon, l'eau est à ajouter au mélange sec sur le chantier.

La base et le durcisseur des mortiers à base de polymères (PC) sont livrés en bidons ou en seaux et les charges minérales sont livrées en sacs.

Les produits et systèmes de protection organiques purs ou mélangés avec des charges minérales décoratives qui relèvent des catégories **RPE**, **RPSE**, polymères... sont, en général, livrés en seaux.

Les produits doivent être livrés en récipients d'origine, parfaitement hermétiques, prédosés. Si les produits sont en pots, ils doivent disposer de tambours à ouverture totale.

Pour les produits à plusieurs composants (deux ou trois) devant être mélangés dans leur totalité avant leur emploi, les boîtes des composants doivent être réunies sous un emballage unique et avoir des capacités telles que le mélange puisse être effectué sans avoir à verser leur contenu dans un récipient additionnel.

4.3.2.2 Marquage – Étiquetage

Dans le cas de produits normalisés ou admis à une marque, le marquage peut être défini dans la norme et/ou dans le règlement de la marque.

Comme indiqué ci-dessous les exigences en matière de marquage et d'étiquetage ne sont pas toujours explicites ni complètes.

4.3.2.2.1 Marquage et étiquetage liés aux normes européennes

Les diverses normes européennes produits, donc harmonisées, élaborées **sous le régime de la DPC** comme une bonne partie de celles de la série **1504** traitent du **marquage CE** et imposent les informations à apposer sur les **étiquettes des produits**. Il en est de même dans les guides relatifs aux agréments techniques européens (GATE ou ETAG).

Au contraire, **sous le régime du RPC**, pour les normes nouvelles ou révisées validées après juin 2015 avec la nouvelle **annexe ZA** (TF N 687 rev1 de juin 2015), il faut se reporter à la norme **NF EN 1504-8** révisée et surtout à **l'article 9 du RPC** qui fixent les conditions du **marquage CE et de l'étiquetage**.

Ces conditions n'ont pas fondamentalement changées. Cependant, les trois exemples ci-après montrent les confusions qui peuvent résulter, pour les **maîtres d'œuvre**, de l'ensemble formé par les normes mises à jour, partiellement mises à jour, voire non mises à jour à suite du remplacement de la **DPC** par le **RPC** et de l'introduction de la nouvelle **annexe ZA** :

1. **Premier exemple tiré du guide d'agrément technique 005 (ETAG 005) de mars 2005**, bien que ce guide relatif aux kits d'étanchéité liquide soit hors du champ du présent guide.

Observations : outre les informations importantes listées dans l'article 9 du RPC sur l'étiquetage et le marquage **CE**, ce **guide d'agrément technique européen** impose de renseigner la présence de **substances dangereuses** et de donner des informations sur la **tenue au feu**, bien qu'elles n'apparaissent pas dans la liste des informations devant figurer sur l'étiquette des produits relevant des normes harmonisées de la série **1504** et de la **DPC**. Ces indications doivent effectivement être fournies car :

- la valeur de **l'euro classe feu** est visée par **l'annexe ZA** et doit prendre sa place dans le cadre du niveau ou de la classe de performance,
- la déclaration des **substances dangereuses** est imposée par nos règles nationales.

2. **Deuxième exemple tiré de l'article 6 (Marquage et étiquetage) de la norme révisée NF EN 1504-8 de juin 2016** : Maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité. Cet article concerne tous les produits et systèmes visés par les normes de la **série 1504** :

« Lorsque les produits et systèmes de protection et de réparation du béton sont fournis dans des conteneurs ceux-ci doivent porter un marquage clair donnant les informations suivantes. Lorsque le matériau est fourni en vrac dans un conteneur au point de livraison, ces mêmes informations doivent être fournies par écrit au moment de la livraison :

- a) le nom, l'adresse, l'appellation commerciale et tout autre moyen d'identification du fabricant ou de son représentant agréé établi dans l'EEE, ainsi que le lieu de production ;
- b) l'identification du produit, c'est-à-dire la marque de fabrique, le numéro du lot ;
- c) le type du produit ou du système et le numéro, la date et la partie appropriée de l'EN 1504 ;
- d) un résumé des exigences relatives au stockage, avec les exigences concernant la durée du stockage, clairement marquées, par exemple : « Ce produit ne doit plus être considéré comme conforme à l'EN 1504 après le ... »
- e) Des recommandations relatives à l'emploi, y compris toutes précautions particulières concernant l'utilisation et les mesures de sécurité imposées par les réglementations locales.

Note : pour le marquage **CE**, se référer à **l'annexe ZA des normes de produits appropriées**. ».

Observations : il manque au moins **trois informations essentielles** qui figuraient par exemple dans la norme **NF EN 1504-2 d'avril 2005** mais qui restent heureusement imposées par **l'article 9 du RPC**. Malheureusement, le **modèle d'étiquette** a disparu :

- le numéro de référence de la déclaration de performances ;
- le niveau ou la classe des performances déclarées,
- le numéro d'identification de l'organisme notifié (concerne les produits relevant des systèmes 1+, 1, 2+)

De plus, le renvoi à **l'annexe ZA** n'apporte aucune information complémentaire sur le marquage et l'étiquetage comme le montre l'examen du projet de révision de la norme **NF EN 1504-4** ci-après.

3. Troisième exemple tiré de l'article 8 du projet de révision de la norme **NF EN 1504-4** mis à l'enquête en juillet 2016 et conforme aux dispositions de la nouvelle **annexe ZA de juin 2015** :

Marquage et étiquetage :

Les exigences relatives au marquage et à l'étiquetage sont établies dans l'EN 1504 8.

Note : Pour le marquage et l'étiquetage CE, l'article ZA 3 de l'annexe ZA s'applique

Observations : la norme **EN 1504-8** comme vu ci-dessus ne traite que partiellement du marquage et de l'étiquetage. De plus, si on se reporte à **l'article ZA 3**, il n'y a aucune indication sur le sujet puisque cet article traite seulement de l'attribution des tâches **d'EVCP** des systèmes 2+ et 4 !

Systèmes d'EVCP	Types d'organismes notifiés
Systèmes 1+ et 1	Organisme notifié de certification du produit
Système 2+	Organisme notifié de contrôle de la production
Système 3	Laboratoire notifié d'évaluation des performances

Le système d'EVCP du produit n'apparaît pas sur l'étiquette CE. Cependant, si un **numéro d'identification de l'organisme notifié de certification du contrôle de la production** y figure, on est certain que le système d'EVCP relève des niveaux : 1+, 1 ou 2+ et non du niveau 3, voire 4.

NOTE : Les indications, rédigées au moins en langue française, apparaissent normalement sur l'étiquette apposée sur chaque récipient d'un produit ou d'un système, sinon sur la déclaration des performances complétée par la fiche technique devant accompagner dans ce cas chaque livraison. A minima, le numéro de la DOP et le lien vers celle-ci figurent sous le cartouche CE.

4.3.2.2 Marquage et étiquetage liés aux normes françaises

Certaines normes françaises précisent le contenu des fiches techniques des fabricants ou des producteurs. Il en est ainsi de la norme **NF P18-545** qui assure une liaison entre les diverses normes européennes relatives aux granulats (pour béton, mortier, ballast...).

La norme **NF P18-800** relative aux définitions, conditionnement, marquage et conditions de réception des produits spéciaux destinés aux réparations, détaillait les conditions minimales d'étiquetage des produits. Elle a dû être abrogée fin 2008 à cause de la parution des normes de la série **1504**.

Les **normes-DTU** demandent un étiquetage d'identification donnant les précautions d'emploi.

4.3.2.2.3 Marquage et étiquetage - Synthèse des besoins

Les indications rédigées au moins en langue française que devrait comporter une « étiquette idéale » (y compris le **marquage CE**) apposée sur chaque récipient d'un produit ou d'un système sont les suivantes :

- les deux derniers chiffres de l'année de la première apposition du marquage CE ;
- le nom de l'adresse du siège du fabricant ou de la marque distinctive permettant d'identifier facilement et avec certitude le nom et l'adresse du fabricant, voire l'adresse de son représentant agréé établi dans l'EEE, ainsi que le lieu de production ;
- l'identification du produit, c'est-à-dire la marque de fabrique, le numéro du lot et le code d'identification unique du produit type ;
- le numéro de référence de la déclaration de performances (DdP ou DoP) ;
- le type du produit ou du système et la référence datée de la spécification technique harmonisée appliquée (la partie appropriée de l'**EN 1504**) ;
- le niveau ou la classe des performances déclarées ;
- le numéro d'identification de l'organisme notifié (seulement pour les produits relevant des systèmes 1+, 1, 2+) ;
- l'usage prévu tel que défini dans la spécification technique harmonisée appliquée ;
- un résumé des exigences relatives au stockage, avec les exigences concernant la durée du stockage, clairement marquées, par exemple : « Ce produit ne doit plus être considéré comme conforme à l'**EN 1504**-** après le ... »
- des recommandations relatives à l'emploi, y compris toutes précautions particulières concernant l'utilisation et les mesures de sécurité imposées par les réglementations locales.

La présence du **numéro d'identification de l'organisme notifié** est importante. Elle permet de connaître le système d'EVCP du produit et donc le niveau de confiance qu'on peut lui accorder.

Dans le cas où certaines des indications susvisées ne figurent pas sur l'étiquette, voire dans la fiche technique, il appartient à l'**entrepreneur** de les demander au **fabricant** afin de les remettre au **maître d'œuvre**.

Il est recommandé de prévoir dans le **marché** que les **indications suivantes**, qui complètent l'étiquetage, doivent pouvoir être remises ainsi que les **fiches techniques** par l'**entrepreneur au maître d'œuvre sur sa demande** :

- la date de fabrication complétant le numéro du lot (sur chaque composant pour les produits à plusieurs composants et sur le suremballage) ;
- la référence à la notice d'emploi (fiche technique) ;
- le cas échéant, le sigle de la **Marque NF** de conformité aux normes apposé dans les conditions prévues au règlement particulier de cette marque³⁰ ;
- pour les produits à plusieurs composants, l'indication de l'obligation de les mélanger dans leur totalité, sauf indication contraire du fabricant ;
- la masse ou le volume net des produits de type monocomposant ou, pour les produits à plusieurs composants, la masse ou le volume net total ;

30/ Pour les Marchés Publics, il faut aussi admettre les marques de certification équivalentes (la preuve est du ressort du producteur).

- pour les produits à base de liants hydrauliques, la quantité d'eau de gâchage prévue selon le ou les usages du produit correspondant à l'unité de conditionnement ;
- pour les produits à base de résines synthétiques la durée pratique d'utilisation (DPU) suivant les conditions thermiques des essais ;
- les pictogrammes réglementaires de danger « irritant, nocif, corrosif, inflammable... » associés à des phases indiquant les risques [R] et à des conseils de prudence (sécurité) [S] ;
- pour les peintures, vernis et produits connexes (RPE, RPSE, polymères...), la famille et la classe ;
- pour les produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et bétons extérieurs, le code d'identification renseigné « **GESVWAC** ou **EVWA** »...



Photo n° 19 étiquetage de produits de protection pour béton
(crédit photo BASF et MAPEI)

4.3.3 CONDITIONNEMENT DES PRODUITS FABRIQUÉS EN CENTRALE ET LIVRÉS SUR LE CHANTIER

Cet article concerne principalement les mortiers et bétons. Il convient de se référer aux dispositions de la norme **NF EN 206/NA**, du **fascicule 65 du CCTG** et de la **norme-DTU 21**.

4.3.4 CONDITIONNEMENT DES PRODUITS FABRIQUÉS SUR LE CHANTIER

Les différents composants qui servent à la fabrication foraine des produits doivent être livrés dans des récipients ou containers adaptés aux quantités à mettre en œuvre, parfaitement nettoyés pour éviter toute pollution et suffisamment solides pour éviter tout mélange accidentel. **Chaque composant** doit être facilement identifiable (étiquette, marquage indélébile, etc.) de façon à éviter toute confusion.

L'entrepreneur propose le **conditionnement** à l'acceptation du **maître d'œuvre**.

Les produits doivent être livrés sur le chantier suffisamment à l'avance pour permettre d'effectuer les essais et contrôles prévus **par le marché et la procédure correspondant aux travaux à effectuer.**

Les produits doivent être transportés puis stockés en suivant les prescriptions fixées par **la fiche technique du produit, la FDS et l'étiquette de sécurité**, en particulier vis-à-vis du point éclair. **Le marché** complète, en tant que de besoin, ces prescriptions.

ATTENTION, certains produits, s'ils sont transportés en ne respectant pas les conditions prescrites vis-à-vis de la température (par exemple, en cas de gel), peuvent **ne pas être récupérables après réchauffement**, alors que d'autres produits peuvent retrouver leurs caractéristiques initiales. L'entrepreneur doit imposer **au transporteur** de respecter les consignes et d'équiper le véhicule des moyens de mesure permettant de démontrer que les consignes ont été respectées.

En principe, les produits sont stockés à l'abri du soleil et du froid et en respectant les températures exigées (en général, entre 10 et 25°C). Le local de stockage doit être fermé mais aéré. De plus, une signalétique appropriée (par exemple : matières inflammables) doit être apposée sur le local.

4.5.1 GÉNÉRALITÉS

Les différents matériels à utiliser sont décrits, pour la plupart, dans l'article 6.4 de la norme homologuée **NF P95-103**, mais sans aucun schéma ni photographie.

Dans le cadre de **la procédure correspondant aux travaux à réaliser**, l'**entrepreneur** propose à l'acceptation **du maître d'œuvre** le matériel qu'il compte utiliser dans le respect des dispositions **du marché** et conformément aux stipulations des documents rendus contractuels (normes, fascicules du CCTG, guides techniques...) et des fiches techniques des fabricants³¹.

La procédure d'exécution doit démontrer, par exemple, que le matériel, sa puissance et le temps prévu de malaxage assure l'homogénéisation du mélange des composants.

L'état et le bon fonctionnement du matériel doivent être contrôlés par l'**entrepreneur** qui s'assure également de la présence **des fiches techniques et des carnets d'entretien, voire des procès-verbaux de tarage** (manomètres, dispositifs de pesage...).

4.5.2 MATÉRIELS DE PRÉPARATION DU SUPPORT

L'article 5.2 ci-après explicite et détaille les produits et matériels à utiliser.

4.5.3 MATÉRIELS DE PRÉPARATION DES PRODUITS

Outre les indications fournies par le présent guide et les textes qu'il cite, pour un produit ou un système donné, la **fiche technique** du fabricant explicite quels sont les matériels nécessaire à sa préparation.

4.5.3.1 Préparation de produits prêts à l'emploi monocomposant solvantés ou non à base de liants organiques et hydrocarbonés

Cet article concerne les impressions, imprégnations hydrophobes ou non, lasures, peintures, revêtements de peinture [**RPE** et **RPSE**], revêtements hydrocarbonés...

31/ Le marché vise en tant que de besoin les fiches techniques de fabricants, les normes, les fascicules du CCTG, les guides techniques en totalité ou en partie...



Photo n° 20 : opération de dilution d'une peinture
(crédit photo Jean-Paul Benneton LRPC de Lyon)

L'homogénéisation de ces produits est généralement obtenue en les remuant manuellement ou avec un agitateur à faible vitesse de rotation³² (quelques centaines de tours par minutes pour éviter l'inclusion d'air dans le mélange) jusqu'à l'obtention d'une teinte uniforme.

Pour l'application de la première couche de certains produits ou pour leur mise en œuvre, à l'aide de pistolets sans air ou à air d'autres produits, leur **fiche technique** impose la **dilution par des solvants**. L'homogénéisation du mélange avec le diluant est généralement obtenue par un agitateur à faible vitesse de rotation.

Certains enduits bitumineux doivent être chauffés avant l'emploi en respectant la température maximale fixée dans la fiche technique.

4.5.3.2 Préparation de produits prêts à l'emploi multicomposant à base de liants organiques ou hydrauliques et organiques

Cet article concerne des produits à base de liants organiques (peintures et revêtements époxydes ou polyuréthanes..., mortiers à base résines réactives [PC]...) ou des produits à base de liants hydrauliques et organiques (revêtements de type [PCC] [ex LHM]).



Photo n° 21 : mélange des constituants d'un revêtement
à base de liants hydrauliques modifiés
(crédit photo Parexlanko)

³²/ Suivant le type de produit et les risques feu qu'il présente, l'agitateur peut être électrique ou pneumatique.

Les produits à base de résines (peintures époxydes et polyuréthannes, revêtements anti-graffiti...) sont livrés pré-dosés dans des emballages regroupant une boîte contenant la résine et une boîte contenant le durcisseur.

Le plus souvent, le durcisseur est à verser dans **la boîte de résine dont la capacité est adaptée à cet effet**. L'homogénéisation du mélange est obtenue par un agitateur à faible vitesse de rotation, pour éviter l'inclusion d'air dans le mélange, en respectant **la durée de malaxage** de la **fiche technique** (quelques minutes) jusqu'à l'obtention d'une teinte uniforme. Ensuite il faut aussi, en général, respecter **la durée de mûrissement** indiqué par la **fiche technique** avant d'utiliser le produit (quelques minutes).

Les revêtements de type PCC (ex LHM) sont livrés dans des emballages contenant un bidon de résine et un sac contenant un mélange de ciment et de charges. **La préparation du produit** se déroule généralement comme suit : la résine est versée dans un récipient propre, puis on y ajoute le ciment et les charges en remuant le tout avec un agitateur à faible vitesse de rotation, pour éviter l'inclusion d'air dans le mélange. Il convient de respecter la durée de malaxage de la **fiche technique** (quelques minutes) jusqu'à l'obtention d'une teinte uniforme. Ensuite il faut aussi, en général, respecter la durée de mûrissement indiqué par la **fiche technique** avant d'utiliser le produit (quelques minutes).

Pour les mortiers à base de liants organiques, il faut commencer par préparer le mélange résine-durcisseur comme décrit au début du présent article 4.5.3.2, puis y ajouter les charges. Le mélange final est généralement obtenu par un malaxeur à axe vertical plus puissant qu'un simple agitateur.

4.5.3.3 Préparation des produits à base de liants hydrauliques

Cet article concerne les mortiers pour chapes sur planchers, enduits industriels et traditionnels, de réparation... et les bétons...

Pour la fabrication des mortiers à base de liants hydrauliques prêts à l'emploi, si les quantités à mettre en œuvre sont importantes, le mélange se fait, soit dans une bétonnière, soit dans le malaxeur associé à certaines machines de projection à moteur thermique ou électrique. Le mélange peut se faire manuellement dans une auge de maçon lorsque les quantités à mettre en œuvre sont faibles.



Photo n° 22 : machine à projeter avec sa cuve de malaxage et buse de projection en action (crédit photo Parexlanco)

Pour les mortiers traditionnels non prêts à l'emploi, les mortiers des différentes couches (enduits mis en place manuellement ou mécaniquement en trois couches ou réalisés mécaniquement en deux couches) sont dosés conformément aux dispositions du **NF DTU 26.1** et fabriqués dans une bétonnière ou un malaxeur pouvant être associé à une machine de projection, voire dans une auge de maçon dans le cas d'une application manuelle en faible quantité.

Certaines machines disposent de cuves de stockage et d'entretien qui évitent la décantation tout en permettant la durée de mûrissement du mélange avant son application.

Les bétons sont fabriqués dans une bétonnière ou un malaxeur dans une usine de **BPE** ou sur le chantier. Les caractéristiques que doivent présenter les matériels de fabrication figurent dans une annexe au **fascicule 65 du CCTG**.

4.5.4 MATÉRIELS DE MISE EN ŒUVRE DES PRODUITS

Il est rappelé que la **fiche technique** d'un produit indique quels sont les différents outils et matériels nécessaires à sa mise en œuvre (préparation du support, préparation du produit, application sur le support et finition). Par exemple, pour le surfacage d'un mortier destiné à la réalisation d'un enduit, la fiche sélectionne l'outil le plus performant parmi les divers types de taloches utilisables (taloches en acier inoxydable, en matière plastique et alvéolées, feutrées, en polystyrène expansé...).

La fiche indique également quelles sont les précautions à prendre afin d'éviter les accidents, les intoxications, les pollutions...

L'utilisation de matériels et d'outils en acier inoxydable est rendue nécessaire par certains produits qui provoquent la corrosion de l'acier ordinaire (par exemple, les produits à base de liants acryliques ou vinyliques). En effet, des traces de rouille ne peuvent être admises lorsque le revêtement doit avoir une fonction d'aspect.

La norme NF P95-103 rappelle à juste titre que les performances et la durabilité des revêtements de protection sont directement liées au respect et à la maîtrise de **l'épaisseur nominale de la couche sèche** du produit ou du système qui doit être suffisante, homogène et sans discontinuité locale. Ce respect implique un support béton préparé et de qualité (résistance homogène, planéité, absence de défauts de surface...) et une **formation du personnel** au respect de la qualité de la mise en œuvre.

La norme **NF P95-103** donne quelques indications sur les matériels à utiliser mais sans rentrer dans les détails.

Il est rappelé que **l'entrepreneur** propose, dans le cadre de la **procédure d'exécution** correspondante, à **l'acceptation** du **maître d'œuvre** le **matériel** qu'il envisage d'utiliser pour réaliser la mise en œuvre des produits et systèmes, ainsi que le **personnel** chargé de l'opération. Cette validation comporte la réalisation d'une **épreuve de convenue** liée à un **POINT D'ARRÊT**.

4.5.4.1 Matériels de mise en œuvre des produits prêts à l'emploi monocomposant solvantés ou non à base de liants organiques

Cet article concerne les impressions, imprégnations hydrophobes ou non, lasures, peintures, revêtements de peinture [RPE et RPSE]...

4.5.4.1.1 Matériels de mise en œuvre des produits prêts à l'emploi de préparation des supports (mortiers de ragréage, mortiers bouche-pores, enduits, impressions...)

■ Cas des mortiers de ragréage des dallages et des sols :

- les mortiers les plus fluides sont auto-lissants. Il est possible d'utiliser une raclette d'étalement réglable pour maîtriser leur épaisseur. Un rouleau débulleur termine l'opération,
- d'autres mortiers moins fluides doivent être mis en œuvre avec une taloche et surfacés avec une lisseuse manuelle ou mécanique ;

■ Cas des mortiers de ragréage des parois :

- les mortiers sont mis en place, soit manuellement à la truelle et/ou à la taloche, soit mécaniquement avec l'aide d'une machine à projeter. Le surfacage se fait avec une taloche dès que le mortier commence à tirer ;
- certains mortiers d'imperméabilisation sont mis en place en plusieurs passes à la brosse ;

■ Cas des impressions ou primaires :

- les impressions sont mises en œuvre, soit au rouleau lainé, soit à la brosse.

Rappel : les impressions ont pour but de faciliter l'adhérence des lasures, des peintures... Par exemple, avant la mise en œuvre d'une lasure, l'impression qui régule la porosité peut être :

- incolore si le parement du béton support présente une bonne régularité de teinte et d'aspect ;
- opacifiante si le parement présente des défauts de teinte ou d'aspect tel qu'un pommelage (teinte non uniforme) ;
- qualifiée de fixateur-égalisateur (teinté ou non) si le parement a été localement ragréé, présente des traces de ressuage...

4.5.4.1.2 Matériels de mise en œuvre des produits et systèmes de protection tels que les imprégnations hydrofuges ou non

Ces produits peuvent être mis en œuvre, suivant les cas, à la brosse, au rouleau lainé, au pulvérisateur (basse pression), au pistolet sans air ou avec air.

4.5.4.1.3 Matériels de mise en œuvre des produits et systèmes de protection tels que les produits de peinture à un seul composant

Ces peintures peuvent être mises en œuvre à la brosse et au rouleau lorsque les surfaces à traiter sont réduites, mais ces procédés, tout comme le pistolet à air, présentent quelques inconvénients développés dans le tableau ci-dessous. Le recours au pistolet sans air (pression élevée ≈ 15 MPa) donne les meilleurs résultats, mais impose l'utilisation d'un diluant.

Remarque importante : il faut s'assurer de la compatibilité chimique du produit à projeter avec les matériaux constituant le matériel de projection (pompe, pistolet...). Par exemple, les liants acryliques et vinyliques sont corrosifs.

L'extrait partiel du tableau de la page 60 du **guide technique de 2002 du LCPC** donne ci-dessous les avantages et inconvénients des différents matériels de mise en œuvre.

Procédés d'application	Avantages	Inconvénients
Brosse	Bonne maîtrise des épaisseurs. Pas de perte ni de projection. Bonne « mouillabilité » de la surface.	Rendements faibles et obtention de faibles épaisseurs de feuil
Rouleau	Rendements plus élevés que la brosse. Pas de perte ni de projection.	Mauvaise maîtrise des épaisseurs et inclusion d'air dans le feuil
Pistolet à air	Bons rendements, maîtrise et régularité des épaisseurs. Obtention de fortes épaisseurs.	Pertes et projections avec inclusion d'air dans le feuil. Accessibilité à certaines parties difficile
Pistolet sans air	Bons rendements, maîtrise et régularité des épaisseurs. Obtention de fortes épaisseurs.	Pertes et projections. Accessibilité à certaines parties difficile.

Tableau n° 28 : performances des matériels de mise en œuvre des peintures et revêtements

Il existe **des pistolets à air basse pression** dont le fonctionnement se rapproche des pistolets sans air, ce qui limite les projections nocives pour l'environnement, la santé et la qualité du travail.

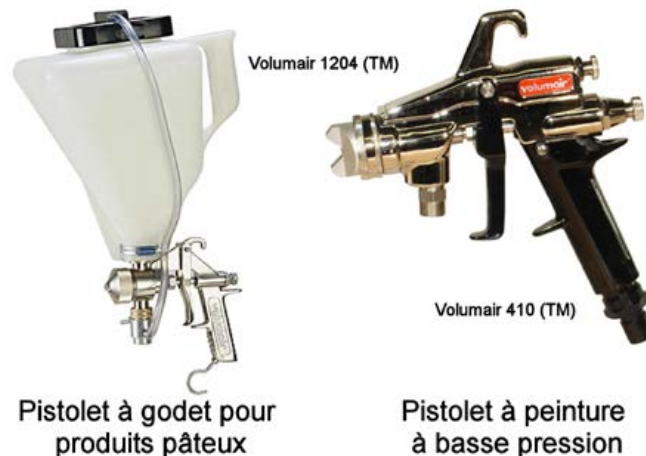


Photo n° 23 : pistolets divers pour projection de produits pâteux et pour peinture à basse pression (crédit photo Volumair)

4.5.4.1.1 Matériels de mise en œuvre des produits et systèmes de protection tels que les revêtements pour murs de façades (RPE, RPSE...)

- les RPE et RPSE peuvent être mis en place par plusieurs procédés qui dépendent de la finition recherchée. Les produits peuvent être mis en œuvre :
 - au pistolet à pot de projection pour enduits pâteux ou avec une machine à projeter basse pression pour une finition projetée,
 - à la taloche pour une finition talochée (lissée),
 - à la taloche inox. La finition avec une taloche plastique permet d'obtenir un enduit ribbé,
 - au rouleau lainé pour une finition roulée...



Photo n° 24 : chantier de projection d'un revêtement
(crédit photo Parexlanko)

- les revêtements d'imperméabilisation à base de polymères peuvent être mis en place par les procédés suivants :
 - au rouleau lainé en plusieurs couches lorsque le support n'est pas ou est faiblement fissuré (pas besoin d'armature),
 - au rouleau lainé pour l'ensemble des couches. L'armature est intégrée à la première couche par marouflage à la taloche en acier inoxydable.

4.5.4.2 Matériels de mise en œuvre des produits prêts à l'emploi multicomposant à base de liants organiques ou hydrauliques et organiques

Cet article concerne des produits à base de liants organiques (peintures et revêtements époxydes ou polyuréthannes..., mortiers à base résines réactives [PC]...) ou des produits à base de liants hydrauliques et organiques (revêtements de type [PCC] [ex LHM]).

4.5.4.2.1 Matériels de mise en œuvre des produits et systèmes de protection tels que les produits de peinture et revêtements époxydes ou polyuréthannes, les revêtements anti-graffiti

Ces produits peuvent être mis en œuvre à la brosse et au rouleau lorsque les surfaces à traiter sont réduites, mais ces procédés, tout comme le pistolet à air, présentent quelques inconvénients développés dans le tableau ci-devant. Le recours au pistolet sans air (pression élevée ≈ 15 .MPa, qui oblige cependant à utiliser un diluant) donne les meilleurs résultats. Il existe des pistolets spéciaux (délicats d'utilisation à cause des risques de polymérisation) pour les produits bicomposant où le mélange des composants a lieu au niveau de la buse.

4.5.4.2.2 Matériels de mise en œuvre des produits et systèmes de protection tels que les revêtements à base de liants hydrauliques de type PCC (ex LHM) et des mortiers à base de liants organiques

Il s'agit de mortiers mis en place en faible épaisseur.

- les mortiers de type PCC peuvent être mis en place à la brosse, au rouleau, à la spatule ou à la taloche ou par projection,
- les mortiers à base de résines peuvent être mis en place pour la première couche à la taloche crantée et pour la seconde couche à la lisseuse ou à la taloche ou par projection.

4.5.4.3 Matériels de mise en œuvre des produits à base de liants hydrauliques

Cet article concerne les mortiers pour chapes sur planchers, enduits industriels et traditionnels, de réparation... et les bétons...

4.5.4.3.1 Matériels de mise en œuvre de mortiers et bétons pour chapes et dalles sur planchers

Les mortiers et bétons pour chapes adhérentes ou flottantes (désolidarisées de la dalle), destinées à enrober les fourreaux et canalisations (chape de ravoilage) ou à supporter les revêtements de sol, sont mis en œuvre conformément au **NF DTU 26.2** en tenant compte des **fiches techniques des fabricants** :

- **Cas des mortiers auto-nivelants** : après mise en place des éventuels dispositifs de désolidarisation et des plots nécessaires pour le réglage de l'épaisseur de la chape, les mortiers auto-nivelants sont mis en place avec une pompe à mortier ;
- **Cas des mortiers traditionnels** : après mise en place des éventuels dispositifs de désolidarisation et des plots pour le réglage de l'épaisseur et des formes de pente, les mortiers nivelants sont étalés puis réglés à la règle et, enfin, leur surface est talochée, voire lissée.

Note : les indications fournies par la norme-DTU sur le choix des matériels de mise en œuvre des produits hydrocarbonés sont peu développées.

4.5.4.3.2 Matériels de mise en œuvre pour enduits monocouche ou multicouches

Outre les matériels spécifiques de mise en œuvre des mortiers pour les différents enduits ci-après, il faut aussi disposer sur le chantier des outils classiques du maçon et du façadier :

- niveau à bulle ;
- cordeaux ;
- fil à plomb ;
- règles métalliques ;
- chevillettes ;
- marteau de maçon ;
- règle à enduire ;
- truelles rondes et triangulaires ;
- truelle langue de chat ;
- truelle Berthelet ;
- lisseuse ;
- rabot ;
- sciote ;
- chemin de fer
- balayette ;
- etc.

4.5.4.3.2.1 Matériels de mise en œuvre des mortiers d'imperméabilisation

Rappel : il s'agit des mortiers utilisés pour **imperméabiliser** et non pour étancher les murs de fondation et certains autres ouvrages.

Ces mortiers d'imperméabilisation peuvent être mis en place :

- manuellement en plusieurs couches croisées (généralement 2, voire 3) à l'aide d'une brosse ou à l'aide d'une taloche ou d'une lisseuse ;
- mécaniquement par projection en plusieurs couches croisées avec un serrage avec une taloche en acier inoxydable.

4.5.4.3.2 Matériels de mise en œuvre des mortiers à base de liants hydrauliques prêts à l'emploi du type monocouche

Il s'agit des mortiers destinés à la réalisation des enduits des murs de façade. Ils peuvent nécessiter la mise en œuvre d'un gobetis préalable. Ces enduits sont réalisés normalement en **deux passes séparées par un faible laps de temps**.

Ces mortiers sont mis en place à la machine à projeter ou manuellement à la truelle puis l'enduit est dressé à la règle pour obtenir l'épaisseur optimale permettant la réalisation de la finition souhaitée. Le passage d'une taloche plastique alvéolée pour resserrer l'enduit peut être nécessaire. Pour réaliser la finition recherchée, les techniques suivantes sont utilisées :

- pour une finition rustique, il faut projeter une seconde couche de faible épaisseur à base d'un gobetis adjuvanté ;
- pour une finition rustique écrasée, l'enduit projeté en seconde couche est écrasé avec l'aide d'une taloche en plastique souple ;
- pour une finition talochée, dès que la dureté de l'enduit est suffisante, celui-ci est taloché avec une taloche plastique alvéolée ou une taloche en bois ;
- pour une finition grattée, l'enduit, après quelques heures de durcissement, est gratté avec l'aide d'un « gratton » (taloche cloutée) ou le tranchant d'une truelle ;
- pour une finition grattée-grésée, l'enduit, après le passage du « gratton », est poncé à l'aide d'une brique de carborundum ou une ponceuse vibrante ;
- etc.



*Photo n° 25 : machine à projeter manuelle dite « Tyrolienne™ »
(crédit photo Parexlanco)*



Bicomposant

Photo n° 26 : réalisation de diverses finitions de surface (crédit photo Parexlanko)

4.5.4.3.3 Matériels de mise en œuvre des mortiers à base de liants hydrauliques prêts à l'emploi ou fabriqués sur le chantier mis en œuvre en plusieurs couches

Il s'agit des mortiers destinés à la réalisation **des enduits de murs de façade en maçonnerie** (pas de murs en béton) conformément aux dispositions du **NF DTU 26.1**. Ces enduits, contrairement aux enduits monocouche, sont réalisés en plusieurs phases nécessitant des délais de séchage importants.

- les enduits à trois couches sont appliqués manuellement (truelle) ou mécaniquement (machine à projeter ou pot de projection) ;
- les enduits à deux couches sont réalisés mécaniquement (machine à projeter ou pot de projection).

Les diverses finitions susvisées dans l'article précédent sont applicables.

Un enduit de dressement d'un mur en béton dont la planéité sort des tolérances est mis en œuvre comme les enduits traditionnels, mais en une seule couche conformément aux dispositions du **NF DTU 26.1**.

5

Modes opératoires

5.1 Généralités

5.2 Préparation du support

5.3 Préparation et réalisation de l'opération

Il y a lieu de rappeler que les différents **produits et systèmes** destinés à la réalisation de chapes, de revêtements d'imperméabilité... figurent dans l'article 4.2.4.3 ci-dessus qui contient la liste des **documents de références (normes, fascicules du CCTG, normes-DTU, règles professionnelles...)** fixant les dispositions constructives et les **conditions de réalisation des travaux** à respecter (**les règles de l'art**).

La réalisation d'un revêtement à la surface d'un élément en béton comporte les trois phases principales suivantes :

- la préparation du support ;
- la préparation de l'opération ;
- la conduite de l'opération.

Par exemple, dans le cas de la réalisation d'une **protection généralisée du béton**, ces différentes phases sont détaillées dans l'article 6.4 de la norme homologuée **NF P95-103**.

La procédure de mise en œuvre d'un produit ou d'un système à la surface du béton et le cadre du document de suivi de l'opération sont également décomposés en trois sous-dossiers correspondant aux trois phases visées ci-dessus. Cependant, dans le présent guide et pour **des raisons de présentation**, la seconde et la troisième phase ont été liées.

L'ensemble des opérations liées aux **trois phases** est effectué conformément aux dispositions de **la procédure correspondant aux travaux à exécuter**, qui reprend les exigences du marché, de la notice d'emploi (fiche technique) du produit et des **règles de l'art** (normes d'exécution, fascicules du **CCTG, normes-DTU et règles professionnelles...**). **Le document de suivi correspondant aux travaux à exécuter** est complété au fur et à mesure du déroulement des travaux.

5.2.1 GÉNÉRALITÉS – LE RELEVÉ DES DÉFAUTS DU SUPPORT

Dans le **domaine du génie civil**, pour la réalisation d'une **protection généralisée**, la préparation du support est imposée par la norme homologuée **NF P95-103**, qui donne une liste des défauts qui peuvent exister et évoque des techniques de préparation. Il est rappelé que le présent guide, dans l'article 4.2 consacré au choix des produits et systèmes de protection, donne **une liste exhaustive des différents défauts** que peut présenter un support en béton.

Les fiches techniques des fabricants indiquent généralement le niveau de préparation du support ou renvoient aux textes ad hoc.

Dans le **domaine du bâtiment**, les différentes **normes-DTU** traitant de la mise en œuvre de produits ou systèmes à la surface du béton ayant un rôle esthétique et/ou de protection listent les **techniques de préparation des supports neufs et des supports anciens revêtus ou non** qui doivent être mises en œuvre, si besoin est, avant de procéder à l'application du produit ou du système .

Si des travaux de préparation complémentaires (non prévus par une norme, une **norme-DTU** ou un fascicule du CCTG) sont nécessaires, il appartient **au marché** de les imposer. L'article ci-après développe cette notion de « **de travaux de préparation du support** ».

Exemples de quelques défauts

- des déformations de surface ;
- des balèvres et des nids de sable ou de cailloux ;
- des fissures ;
- des inclusions de débris (bois, papier, sciure, sable, polystyrène...) ;
- une humidité interne due à la présence d'eau en pression ou en contre-pression ;
- un ruissellement ou une stagnation d'eau ;
- des traces de calcite ;
- des algues, des moisissures et des lichens ;
- etc.



Photo n° 27 : relevé des défauts du support (crédit photo Parexlanko et Poineau)

Relevé des défauts
du support

Dans le domaine du génie civil, le marché complète, si nécessaire, les prescriptions de la norme NF P 95-103 et impose sur le chantier **un relevé contradictoire de l'état du support**. Ce relevé a déjà été évoqué dans l'article 4.2.3.2.5 ci-devant relatif au choix des produits.

Dans le domaine du bâtiment, les normes-DTU imposent aussi **ce relevé** explicitement ou implicitement en fixant la qualité requise du support.

Un relevé des défauts doit normalement figurer dans **les pièces du marché**. Il doit cependant être complété par **le relevé contradictoire de l'état du support**, qui permet, en marquant et en métrant les défauts et les fissures, de contrôler le relevé du marché et de fixer définitivement, après **l'épreuve de convenance**, les techniques de préparation du support.

La partie du relevé contradictoire consacrée aux fissures permet d'estimer le linéaire des fissures et donc d'en déduire le mètre des produits à utiliser pour traiter, si besoin est, les fissures par les techniques visées dans le **guide FABEM 2** et/ou le **guide FABEM 3**.

Ce relevé contradictoire permet aussi d'éliminer de l'opération les fissures marquant la corrosion des armatures, une réaction de gonflement interne, une insuffisance de force portante... De telles fissures relèvent d'autres **techniques de réparation** qui doivent être mise en œuvre avant la réalisation de la protection si cela est possible. Par exemple :

- il est inutile de vouloir calfater ou ponter une fissure engendrée par la corrosion d'une barre de béton armé avant d'appliquer un revêtement de protection. Le traitement d'un tel désordre relève du **guide FABEM 1** sur la reprise des bétons dégradés ;
- le traitement des fissures dues à une alcali-réaction ou une réaction sulfatique interne relève du **guide méthodologique de 2003 du LCPC** pour la gestion des ouvrages atteints de réactions de gonflement interne et des **recommandations provisoires d'octobre 2010 du LCPC** pour la protection et la réparation des ouvrages atteints de réaction de gonflement interne...

5.2.2

QUALITÉ DU SUPPORT À OBTENIR APRÈS PRÉPARATION – TRAVAUX DE PRÉPARATION DU SUPPORT

5.2.2.1 Généralités

Le marché demande à **l'entrepreneur** de proposer à l'acceptation **du maître d'œuvre la procédure et le cadre du document de suivi**, relatifs à la préparation du support dans le respect des clauses correspondantes du **marché et des règles de l'art applicables** (normes, fascicules du CCTG, normes-DTU...).

La procédure doit préciser :

- l'état du support (relevé contradictoire) ;
- la qualité requise du support pour la réalisation de la protection ;
- les méthodes de préparation du support ;
- le matériel à utiliser ;
- les personnes affectés à cette opération ;
- les moyens de contrôle prévus.

Il est rappelé l'obligation de définir les **lieux de stockage ou d'évacuation des gravats et déchets** dans le respect de la législation en vigueur. Les informations correspondantes doivent figurer dans les documents spécifiques que sont le **Plan d'Assurance de l'Environnement (PAE)** et le **Schéma Organisationnel du Suivi et de l'Élimination des Déchets (SOSED)**.

Les techniques, le personnel ainsi que les moyens et produits à mettre en œuvre seront ensuite validés par l'**épreuve de convenue** correspondante.

Cette procédure est intégrée dans la **procédure relative à l'ensemble des travaux à effectuer** (préparation du support, préparation des produits, mise en œuvre des produits ou systèmes, contrôles...) et ce **cadre de document de suivi** est intégré dans le **cadre du document de suivi de l'ensemble des travaux**.

■ **Pour le domaine du génie civil :**

La norme **NF P95-103** indique que la préparation du support comporte **trois étapes** qui dépendent de l'état de l'ouvrage et des produits utilisés :

étape 1 : nettoyage préalable et décapage éventuel pour obtenir la texture requise : enlèvement de la laitance, des dépôts, des micro-organismes, des revêtements existants si nécessaire, purge des parties non adhérentes du béton, déglacage, etc. ;

étape 2 : traitement des défauts locaux de forme en saillie ou en creux, des nids de cailloux, etc. ;

étape 3 : travaux d'apprêt (application d'un bouche-pores, surfacage, etc.) adaptés au revêtement si nécessaire.

■ **Pour le domaine du bâtiment :**

Les travaux de préparation du support peuvent être décomposés en deux catégories :

- les **travaux préparatoires** conformes à ceux des deux étapes 1 et 2 susvisées ;
- les **travaux d'apprêt**.

Note : ces deux catégories de travaux sont issues des **normes-DTU relatifs aux travaux de peinture qui utilisent le terme de « travaux avant mise en peinture »**. Elles sont **transposables au domaine du génie civil**

Dans le **domaine du bâtiment, le marché (DPM)** peut être plus sévère que la **norme-DTU** ou les règles existantes et exiger **des travaux préparatoires complémentaires et/ou des travaux d'apprêt complémentaires**.

Il est très important d'identifier l'entreprise ou le corps d'état qui doit exécuter les travaux préparatoires, sachant que ceux-ci peuvent être décomposés en deux catégories :

- les **travaux préparatoires** qui relèvent **du domaine de la maçonnerie et/ou de la réparation** ;
- les **travaux préparatoires** qui relèvent **du domaine de la protection (peinture, revêtement, enduit...)**.

Les deux exemples ci-dessous explicitent les deux sortes de travaux préparatoires :

- **la préparation d'un support neuf** à mettre en peinture, qui ne présente ni défaut de planéité, ni défaut de surface, ni défaut de propreté, est une opération simple. Les travaux préparatoires se résument à un égrenage, un brossage et un époussetage. Ces travaux relèvent du domaine de la peinture ;
- **la préparation d'un support ancien**, qui comporte des défauts de planéité, de texture, de propreté... et qui est, de plus, revêtu, est une opération beaucoup plus complexe. Les travaux peuvent comporter un décapage de l'ancien revêtement, un nettoyage (lavage et dépoissierage), des ragréages, le rebouchage partiel ou total du bullage et des nids

de cailloux, la réalisation d'un enduit de dressement... Tous ces travaux préparatoires se partagent entre les deux domaines, celui de la **maçonnerie** et celui de la **protection**.

Il est rappelé que la partie 2 de chaque norme-DTU est un cahier des clauses administratives spéciales (CCAS) qui complète les prescriptions des deux parties (1-1 et 1-2) du cahier des clauses techniques (CCT). Cette partie sépare en trois listes les travaux à effectuer avant la mise en œuvre d'un revêtement de protection comme suit :

- la liste des travaux faisant partie de la mise en œuvre de la protection ;
- la liste des travaux non compris, sauf prescription contraire du **marché (DPM)** ;
- la liste des travaux qui ne font pas partie de la mise en œuvre de produits et systèmes de protection.

Rappel : le CCAS est désigné par le sigle **CCS** (cahier des clauses spéciales) dans les **normes-DTU** non encore transformés en **NF DTU**.

EN CONCLUSION :

- dans le domaine du bâtiment, à partir de la comparaison de l'état de la surface du support relevé avec celui requis pour satisfaire aux exigences de qualité, le marché fixe :
 - tous les travaux de préparation du support à effectuer sans oublier les travaux préparatoires et/ou d'apprêt complémentaires qui ne figurent pas dans les listes du CCT et du CCS. Ces différents travaux sont à répartir dans trois listes comme ci-dessus ;

Note : dans le cas des ouvrages en cours de réalisation, si l'état de surface requis n'est pas obtenu, le maître d'œuvre met à la charge de l'entrepreneur du gros œuvre les travaux de remise en état du support.

- le corps de métier (le maçon, l'applicateur de revêtement...)³³ qui est concerné par les travaux de chaque liste ;
- les critères précis d'acceptation du support (subjectile) en fonction du type de protection à mettre en œuvre. Ces exigences sont développées dans l'article ci-après.

Dans le domaine du génie civil, les mêmes principes peuvent s'appliquer.

5.2.2.2 Préparation du support béton des ouvrages de génie civil

5.2.2.2.1 Généralités – textes de référence

Dans le domaine du génie civil, la **préparation du support** est traitée dans les documents suivants :

- l'article n° 6.4.2.1 de la norme **NF P95-103** ;
- l'article 10 du **fascicule 65 du CCTG** (tolérances géométriques) ;
- l'article 11.5.2 du chapitre 11 du **fascicule 65 du CCTG** ;
- la norme harmonisée **NF EN 1504-10**.
- divers **NF DTU** et **normes-DTU** qui traitent de points particuliers non abordés dans les autres documents à caractère normatif listés ci-dessus ;
- l'article 4 de la **note d'information technique de 1978 du LCPC** relative à la mise en peinture des bétons de génie civil ;

33/ La désignation **de l'intervenant** est importante dans le domaine du bâtiment car les travaux d'intervention sur un bâtiment sont en général divisés en lots.

- l'article 3.1 du **guide technique de 1996 du LCPC** relatif au choix et à l'application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton ;
- le chapitre 3 du **guide technique de 1999 du LCPC** relatif à la mise en peinture des bétons de génie civil ;
- le chapitre 6 du **guide technique de 2002 du LCPC** sur l'application de produits et systèmes de protection à la surface du parement qui fait référence au guide technique de 1999 du LCPC et à la norme harmonisée **NF EN 1504-10**...

Remarque : la **note d'information technique de 1978** a été remplacée par le **guide technique de 1999 du LCPC**. Elle présente cependant l'intérêt de montrer de nombreuses photographies de défauts de surface de béton avant et après travaux préparatoires, qui explicitent bien l'intérêt des traitements correctifs.

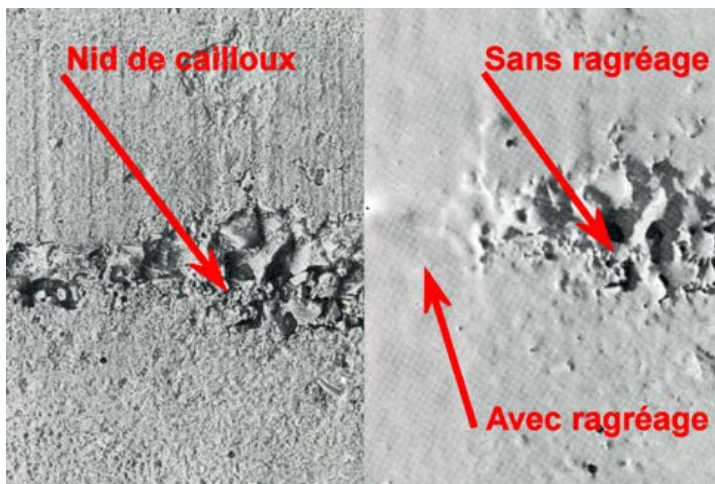


Photo n° 28 : Aspect final d'un revêtement sans et avec ragréage préalable d'un nid de cailloux (extrait d'une note d'information du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées parue en 1978)

Le **relevé des défauts** annexé aux pièces techniques **du marché** et le **relevé contradictoire de l'état du support** classent les défauts et caractéristiques du support en plusieurs catégories comme indiqué dans l'article 4.2.3 ci-dessus) :

- les défauts géométriques d'ensemble du support ;
- les défauts de la structure superficielle du support ou texture ;
- les défauts d'aspect dus aux salissures ;
- les défauts d'aspect dus à des défauts de teinte ;
- les caractéristiques physiques et chimiques du support ;
- les défauts liés à la présence de fissures...

Il est rappelé que le présent guide ne traite pas **des travaux de réparation des matériaux** (le béton et les armatures) **ni de la structure**. Se reporter aux autres guides de la collection.

5.2.2.2 Généralités - Critères d'acceptation du support béton

Il est indispensable que le **marché** impose des **critères précis d'acceptation du support** (subjectile) en fonction du type de protection à mettre en œuvre.

Les supports peuvent être classés comme des **parements** (parois destinées à être vues par le public), des **parois** (non destinées à être vues par le public) et des **surfaces non coffrées**.

Dans le domaine du génie civil, on distingue trois qualités de parements :

- parement simple ;
- parement fin ;
- parement ouvragé.

Les caractéristiques de **planéité et de texture** de ces trois catégories de parements (plans, pour les parements courbes...les caractéristiques sont à adapter) sont fixées par le **fascicule 65 du CCTG** qui est en conformité avec la norme **NF EN 13670** et le fascicule de documentation **FD P18-503**.

Parements	Planéité d'ensemble rapportée à la règle de 2 m	Planéité locale – hors joints – rapportée à un réglet de 0,20 m (creux maximal sous ce réglet)	Texture (selon le Fascicule de Documentation FD P 18-503)
Simple	8 mm P(2)	3 mm P (2)	E (2,2,2)
Fins	5 mm P(3)	2 mm P (3)	E (3,3,3)
Ouvragé	Les exigences sont définies par le marché sur la base des spécifications applicables aux parements fins		

Tableau n° 29 : caractéristiques de planéité et de texture des parements (extrait du fascicule 65 du CCTG)

Rappel des notations du **FD P18-503** :

P (0 à 3) : ce critère correspond aux tolérances de planéité fixées dans le fascicule. Le critère P (4) correspond au cas où elles sont fixées par le marché.

E (0) à E (3) correspond aux tolérances de texture avec trois sous-classes E (0, 0, 0) à E (3, 3, 3) : d'une part, le bullage moyen et, d'autre part, le bullage concentré et les défauts localisés qui eux sont liés à une distance d'observation fixée dans le fascicule. La classe E (4) et ses trois sous-classes sont fixées par le marché.

Le fascicule **65 du CCTG** traite aussi :

- **des parois** qui peuvent rester brutes de décoffrage ou recevoir un revêtement mais qui ne doivent pas présenter de défauts pouvant nuire à la durabilité (nids de cailloux, fissures, fractures,...) ;
- **des surfaces non coffrées horizontales ou faiblement inclinées** (extrados de tablier, extrados de hourdis inférieur de poutres caissons...) :
 - ces surfaces ne doivent pas présenter de défauts susceptibles de nuire à la durabilité,
 - les exigences susvisées relatives aux **parements** peuvent être imposées par le **marché aux surfaces visibles par le public**,
 - pour les surfaces destinées à recevoir une couche d'étanchéité, se reporter **fascicules 67 titres I et III du CCTG**.

ATTENTION, il faut s'assurer que la **planéité et la texture** du support, qui peuvent être conformes aux exigences susvisées, sont aussi compatibles avec le **produit ou le système de protection** à mettre en place (se reporter par exemple, au texte ci-après qui traite des exigences pour la mise en peinture).

Pour fixer **les exigences auxquelles doit satisfaire le support après préparation**, il n'est pas possible de s'appuyer uniquement sur la norme **NF P95-103**. En effet, son **article 5.5.1** donne bien la liste des paramètres (taches, fissures, planéité...) qui sont à prendre en compte lors du choix du produit ou du système de protection généralisée mais **ne fixe pas les valeurs à respecter pour que le support soit apte à sa mise en œuvre**. De même, son **article 6.4.2.1**

sur la préparation du support donne bien diverses techniques de préparation du support (listées ci-après avec celles visées par la norme **NF P95-101**) mais ne donne pas **quel doit être l'état du support après la préparation**. Elle renvoie à la norme **NF EN 1504-10** dont le contenu est développé ci-après.

Cependant, dans sa **note 3**, la norme **NF P95-103** renvoie au guide de **l'ICRI n°03732** qui fixe les **techniques de préparation** du support à utiliser et la **texture** à obtenir en fonction de **l'épaisseur du revêtement** à mettre en œuvre.

NOTE : guide technique n°03732 de l'ICRI 27 (International Concrete Repair Institute) de janvier 1997 « Selecting and specifying concrete surface preparation for sealers, coatings and polymers overlays ».

La figure ci-après donne des images de rugosité de surface extraites du **guide de l'ICRI n°03732**.



Figure 2.3 : Classification de la rugosité de la surface avant réparation (Guide ICRI 03732)

Figure n° 10 : figure extraite de la thèse de Vanessa Durand (2012) - Université de Laval Québec

Traductions :

Acid etched : traitement à l'acide (par exemple : 1 volume d'acide chlorhydrique pour 3 volumes d'eau). Il est rappelé que ce traitement est interdit sur des éléments en BA et BP.

Grinding : meulage, ponçage.

Scabbling : repiquage.

La norme **NF EN 1504-10** traite de la préparation du support et des moyens de contrôle à mettre en œuvre ainsi que de certaines exigences de performances, en particulier pour la mise en œuvre de revêtements de protection du béton. La norme traitant de tous les **principes (fonctions)** et de toutes les **méthodes de réparation** associées est très générale. Elle vise pour la préparation du support trois niveaux dont seuls les deux premiers concernent le présent **guide FABEM 4** :

- **le nettoyage du béton** qui utilise toutes les méthodes permettant d'enlever la poussière, les parties non adhérentes, les contaminants de surface...
- **le repiquage du béton** qui utilise toutes les méthodes permettant d'enlever le béton sur une profondeur limitée (l'article A.7.2.3 indique 15 mm) afin d'obtenir une rugosité suffisante pour pouvoir restaurer la géométrie de l'élément par un mortier ou un béton ;
- **l'enlèvement du béton** qui utilise toutes les méthodes permettant d'assurer un enrobage non contaminé autour des armatures. Les méthodes correspondantes sortent bien entendu du domaine d'application du présent guide.

Toutes les indications sur la préparation du support se trouvent :

- dans **l'article 7.2** qui fixe des exigences très générales et non chiffrées sur le nettoyage et le repiquage du béton support en particulier dans le **tableau n°2**.
- dans **l'annexe informative A 7** qui détaille les méthodes de **l'article 7.2** ainsi que les moyens à mettre en œuvre. Elle fixe, en plus, des valeurs pour certains des paramètres :
 - la pression lors d'un nettoyage à l'eau sous pression sans enlèvement de matière doit rester inférieure à 18 MPa,
 - le décapage à l'eau à haute pression est utilisé pour le nettoyage ou l'enlèvement superficiel du béton sur une profondeur de 2 mm,
 - l'air comprimé ne doit pas polluer le béton par de l'huile (contrôler l'état et le fonctionnement du compresseur)...
- dans **l'article 9** qui traite du contrôle de la qualité, le **tableau n°4** donnant une liste d'essais de qualification du béton support dont certains relèvent de normes :
 - recherche de décollements (sondage au marteau) ;
 - propreté (œil ou papier adhésif) ;
 - régularité du support ;
 - rugosité (**NF EN 1766, NF EN ISO 3274, NF EN ISO 4288**) ;
 - cohésion de la surface du support (**NF EN 1542**) ;
 - vibration de la structure (incidence sur la mise en œuvre des produits) ;
 - teneur en eau ;
 - température ;
 - carbonatation (**NF EN 14630**) ;
 - teneur en chlorures (**NF EN 14629**) ;
- dans **l'annexe informative A 9**, qui détaille le contenu de **l'article 9** et qui donne la description détaillée de tous les essais susvisés avec, dans son **tableau A.2**, les valeurs des paramètres maxi et mini acceptables et tout particulièrement le suivant, important, pour le choix des produits ou systèmes à mettre en œuvre :

La résistance à la traction du support doit être supérieure à l'adhérence du produit ou du système de revêtement pour éviter une désorganisation support en mortier ou béton.

La résistance à la traction du support (cohésion de surface, arrachement du béton). Elle est mesurée, si **l'épaisseur en cause ne dépasse pas 50 mm**, conformément à la norme **NF EN 1542** et à la procédure suivante :

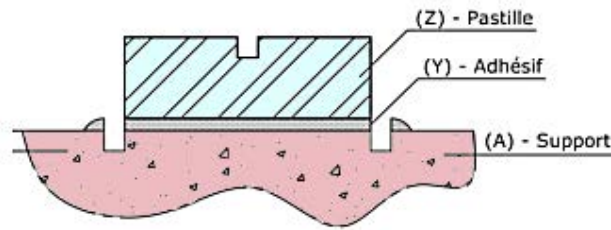


Figure n° 11 : schéma de l'essai d'arrachement du béton dans le cas d'un support non-revêtu (NF EN 1542)

1. Cas d'un support non-revêtu :

Les principales étapes de l'essai sont les suivantes :

- les zones de mesure sont préparées (enlèvement des parties non adhérentes, des micro-organismes, des salissures...), une aspiration ou un balayage soigné termine la préparation ;
- sur une zone de mesure de l'ordre du m², au minimum 5 pastilles métalliques de 50 mm de diamètre sont collées ;
- ensuite, on procède à une découpe circulaire du revêtement et du support à l'aide d'un carottier qui doit être impérativement fixé sur le support en béton (sinon les vibrations du carottier endommagent le support ce qui fausse les mesures) ;
- enfin, avec un dynamomètre et en respectant le processus normatif, on arrache les pastilles.

Doivent être éliminées :

- les ruptures adhésives entre le support et l'adhésif ;
- les ruptures cohésives dans l'adhésif ;
- les ruptures adhésives entre l'adhésif et la pastille.

Doivent être conservées :

- les ruptures cohésives dans le support plein en béton ;
- les ruptures cohésives dans le support en peau du béton dont l'épaisseur est à mesurer.

Note : dans le cas des ruptures de la peau du support (laitance), la mesure de son épaisseur permet de connaître l'épaisseur à éliminer lors de la préparation de surface.

On calcule, sous réserve de disposer d'au moins trois essais valables, la moyenne des essais $F1_m$ et on élimine des résultats qui s'écartent de $\pm 20\%$ de cette première moyenne. Sur les essais ainsi retenus, sous réserve de disposer de trois essais valables, on calcule une nouvelle moyenne $F2_m$ que l'on compare à la valeur minimale nécessaire pour pouvoir appliquer le revêtement (1,5 MPa). Si on ne dispose pas de trois essais valables, une nouvelle série d'essais est à programmer.

2. Cas d'un support revêtu. Deux cas se présentent :

Cas 1 : le nouveau revêtement n'est pas compatible avec le revêtement existant :

Dans un tel cas, le revêtement ancien sur les zones de mesure est décapé et on procède à la mesure de la résistance à la **traction du support** comme susvisé.

Cas 2 : la mise en œuvre du nouveau revêtement sur le revêtement existant est envisageable :

Il faut vérifier, d'une part, la cohésion du revêtement existant, d'autre part, de son adhérence au support et ensuite il faut s'assurer de l'adhérence du nouveau revêtement sur l'ancien :

- l'essai de quadrillage visé par la norme **NF EN ISO 2409** permet de tester l'adhérence du revêtement ancien sur le support si son épaisseur ne dépasse pas **250 µm**. Il est aussi possible de procéder à des mesures par traction directe comme susvisé ;
- ensuite, après préparation des zones de mesure, on leur applique le nouveau revêtement ;
- une fois passé le délai de durcissement du nouveau revêtement fixé par la notice technique du fabricant ou au minimum 28 jours, on procède à des **essais de traction directe** comme exposé et détaillé dans l'article 6.4.2.5.2 ci-dessous.

Les exigences susvisées dans le fascicule **65 du CCTG** (planéité et texture), les normes **NF P95-103** et **NF EN 1504-10**, comme l'absence de défauts (laitance, taches, efflorescences...), la nécessité d'une certaine rugosité après préparation... peuvent ne pas suffire. Il faut, si nécessaire, y ajouter des **exigences de performance spécifiques** sur la planéité, la texture, la cohésion du support... en s'inspirant de textes et de normes existants comme suit :

- **Pour les produits et systèmes pour peintures et revêtements il est possible de s'appuyer sur les fiches techniques, Avis Techniques et les textes suivants :**
 - **Le fascicule de documentation FD P18-902** fixe deux niveaux de performance pour l'adhérence des revêtements avec une valeur **moyenne (en gras)** et une valeur minimale :
 - le **niveau 1** pour les revêtements non soumis au trafic :
 - systèmes souples : $\geq 0,8 - 0,5$ MPa
 - systèmes rigides : $\geq 1,0 - 0,7$ MPa
 - le **niveau 2** pour les revêtements destinés aux ouvrages de génie civil : $\geq 1,5$ MPa (dans tous les cas)
- **L'article 11 du fascicule 65 du CCTG** relatif aux peintures pour béton qui donne des exigences sur :
 - la planéité P (2) (≤ 3 mm sous le réglelet de 20 cm),
 - le bullage E (3, 3, 3) (surface totale $\leq 2\%$, surface des bulles $\leq 0,3$ mm et profondeur des bulles ≤ 2 mm),
 - la cohésion de surface $\geq 1,5$ MPa ;

Les exigences concernant la préparation de surface figurant ci-après pour le **domaine du bâtiment** sont très détaillées, elles peuvent être appliquées pour le domaine du génie civil.

- **Les articles 5.3.1, 5.3.2, 5.33, 6.3.3 et 6.6.2 du NF DTU 59.1** fixent des exigences pour les travaux extérieurs sur :
 - la propreté du support (absence de taches [liste complète] et efflorescences, taux d'humidité $\leq 5\%$, pH ≤ 13 ...),
 - la planéité sous la règle de 2 m et l'aspect des enduits à base de ciment,
 - la qualité requise des parements en béton (parement soigné pour la réalisation de revêtements en feuil minces et semi-épais – parement ordinaire pour les revêtements en feuil épais),
 - la préparation de surface pour les ouvrages neufs et les ouvrages anciens en fonction de l'état de finition souhaité (brillant, satiné, mat), de la classe du parement dans différents tableaux ;
- **Le NF DTU 42.1** sur la réfection des façades en service fixe des exigences sur :
 - la présence **d'anciens revêtements** et leur décapage éventuel,
 - les opérations de nettoyage y compris en présence de micro-organismes,
 - la préparation d'un support en béton ;

- **Pour les mortiers ajoutés (faible épaisseur), il est possible de s'appuyer sur les fiches techniques, avis techniques et les textes suivants :**
 - **les différents textes** visés ci-après relatifs aux reprises de bétonnage et à la projection des mortiers et bétons. Ces textes traitent des moyens de préparation du support,
 - **l'article 8 du NF DTU 26.1**, qui traite de la mise en œuvre des mortiers pour enduits sur des parois en béton, indique que le support doit être rugueux et exempt de produits de décoffrage. Il précise que, si le béton support est lisse, il doit être rendu rugueux, soit par piquage, sablage, brossage ou lavage à l'eau sous haute-pression, soit par mise en place d'une couche d'accrochage sous forme d'un gobetis, le produit pour gobetis étant prêt à l'emploi ou de recette (500 à 600 kg/m³ de ciment CEM I ou II des classes 42,5 ou 32,5),
 - **l'article 6.3 de la norme NF EN 13914-1**, qui traite de la mise en œuvre des mortiers pour enduits sur des parois en béton (quasiment le même domaine d'emploi que le **NF DTU 26.1**), indique que le support doit être rugueux ou rendu rugueux par un gobetis à base d'un ciment-polymère) ;
 - **la norme NF P95-101**, qui fixe ci-après des moyens de préparation de surface mais pas les résultats à obtenir.
- **Pour les bétons ajoutés, il est possible de s'appuyer sur les fiches techniques, Avis Techniques et les textes suivants : le fascicule 65 du CCTG et les normes NF EN 1992-1-1 (Eurocode 2 partie 1) et NF EN 1992-2 (Eurocode 2 partie 2) qui traitent des reprises de bétonnage :**
 - l'article 8.4.2.1.2 du **fascicule 65** indique que le béton durci doit être débarrassé de sa laitance et présenter une rugosité suffisante. Il renvoie, d'une part, au document **CEBTP/FFB/Sétra de 2000** (recommandations professionnelles pour l'exécution des reprises de bétonnage parues dans les **annales de l'ITBTP de février 2001**) et, d'autre part, à **l'Eurocode 2** qui traite de la justification des reprises de bétonnage. Il autorise le recours au collage par une résine du béton frais sur le béton durci (technique qualifiée de délicate),
 - **le document CEBTP/FFB/Sétra se réfère aux règles BAEL 91** (il reste applicable avec les **règles BAEL 99**). Il concerne les bétons normaux (classe \leq B 60) d'ouvrages neufs (se reporter aux **limites d'emploi** du guide). Il traite des moyens à mettre en œuvre pour obtenir la **rugosité améliorée** visée par les **règles BAEL** (creux et reliefs de 5 mm distants au moins de 4 fois leur profondeur sur des surfaces horizontales et verticales pour des bétons jeunes et anciens. Cette rugosité permet d'admettre dans le calcul des armatures de couture un **coefficient de frottement $\varphi = 1$** , alors qu'avec une surface de reprise lisse, le coefficient peut descendre à 0,6. La figure ci-après extraite du document donne, en fonction de l'état de surface souhaité, les différents moyens de traitement applicables.
 - **la note (2) de l'article 6.2.5 de la norme NF EN 1992-1-1 (Eurocode 2 partie 1)** donne des valeurs pour la **cohésion « c »** et le **coefficient de frottement « μ »** des formules de calcul des armatures de couture en fonction de la rugosité de la surface de reprise, qui peut appartenir aux quatre classes suivantes, à défaut d'informations plus détaillées (par exemple : cas d'un collage par résine d'un béton frais sur un béton durci...) :
 - très lisses (moules métalliques, en plastique, en bois traité spécialement...),
 - lisses (coffrages glissants, béton extrudé, surface non-coffrée sans traitement ultérieur...),
 - rugueuses : aspérités \geq 3 mm espacées \sim 40 mm (aspérités obtenues par striage, lavage...),
 - avec indentation (présence de clés) ;

Note : les règles BAEL et des EC visent des travaux neufs alors qu'ici, il s'agit de la protection de bétons existants. Il ne faut pas oublier de tenir compte que les effets des retraits différentiels entre le béton ajouté et le béton existant seront plus élevés.

- l'article 6.2.5 de la norme NF EN 1992-2 (Eurocode 2 partie 2 ponts) indique que pour les surfaces de reprise soumises à des sollicitations dynamiques ou à la fatigue, la valeur de la cohésion doit être nulle ($c = 0$). ATTENTION, le guide méthodologique « Eurocode2 » du Séttra indique que les charges de trafic ne sont pas à considérer comme des actions dynamiques. Cependant, lorsqu'il y a un risque de fatigue ou lorsque la contrainte normale à la surface de reprise est une traction, la cohésion « $c = 0$ ».

Note : si la surface de reprise concerne un béton existant et ancien, il est préférable de négliger le collage et donc le terme cohésion sauf si on réalise des clés conformément aux dispositions de l'Eurocode.

Note : compte tenu de la non-concordance des différents textes sur les reprises de bétonnage, il est indispensable que le marché précise bien la texture souhaitée après traitement.

TABLEAU SYNOPTIQUE

Codes des opérations et moyens de traitement mis en œuvre	
TS1	soufflage à l'air
TS2	soufflage à l'air plus eau
TS3	eau sous pression
TS4	eau sous très forte pression
TS5	sablage à sec ou grenailage
TS6	sablage humide
MF	moyens mécaniques sur béton frais (brosses, râpeaux, rouleaux...)
MD	moyens mécaniques sur béton durci (burin, boucharde ...)
DR	désactivant ou retardateur
G	grillage
K	coffrage à indentations
EL	élimination de l'eau libre
CC	coulis de ciment

Cas (et repère du texte)	Orientation de la reprise	EXIGENCES		Etat du premier béton	TYPE DE TRAITEMENT (selon codes)	
		Dans tous les cas : propreté et absence d'eau libre				
		Rugosité	Étanchéité			
ORDINAIRES 3.2.1	horizontale	non	non	durci	surface propre : aucun sinon : TS1 ou (TS2+EL)	
	3.2.2	verticale coffrée	non	non	durci	TS2 + EL
RUGOSITÉ AMÉLIORÉE 3.3.1	horizontale	OUI	non	frais durci jeune	TS2 ou (MF+TS2+EL) (TS3+EL) ou (DR+TS3+EL)	
	3.3.2	horizontale	OUI	non	durci vieux ferme(*) durci	(TS4 ou TS5 ou TS6)+EL TS1 ou (TS2+EL)
	3.3.3	verticale coffrée	OUI	non	durci jeune durci	(TS3+EL) ou (DR+TS3+EL) G + (TS2 ou TS3)+EL
DÉMOLITION 3.4	quelconque	oui ou non	non	durci vieux	(TS4+EL) ou (MD+TS3+EL)	
TRÈS FORTE RUGOSITÉ 3.5	quelconque coffrée	OUI	non	durci	K + TS2 + EL	
ÉTANCHÉITÉ 3.6	quelconque	non	OUI	durci	TS2 + EL + CC	

(*) à l'état frais.

Figure n° 12 : états de surface et moyens de traitement (extrait des annales de l'ITBTP de février 2001)

- Pour les mortiers et bétons mis en place par projection par voie sèche ou voie humide, il est possible de s'appuyer sur les fiches techniques et les normes NF EN 14487-2 et NF P95-102, ainsi que le fascicule de mise en œuvre du béton projeté de l'association ASQUAPRO, qui traitent des reprises de bétonnage :
 - la norme Européenne dans son article 5.2.2 renvoie aux dispositions de la norme NF EN 1504-10 pour la préparation du substrat et des armatures (voir le texte ci-devant). Cette norme n'apporte rien de plus sur les moyens de traitement de surface,
 - la norme NF P95-102 traite de la mise en œuvre du béton projeté par voie sèche ou humide. Elle indique simplement, dans son article 9.1, qu'après une éventuelle démolition en surface ou un repiquage du substrat, la préparation de la paroi est généralement obtenue par une action mécanique par l'intermédiaire d'un jet d'eau à très haute-pression ou la projection de particules solides. De plus, avant la projection, la surface doit être humidifiée.

5.2.2.2.3 Méthodes de préparation du support béton

5.2.2.2.3.1 Méthodes de préparation de surface listées par la norme NF P95-103

La norme traite des **méthodes de préparation du support** avant mise en œuvre d'un revêtement. Une **ÉPREUVE DE CONVENANCE** est nécessaire pour valider la procédure de préparation du support et l'adapter si nécessaire.

La **préparation du support** comporte **trois étapes** qui dépendent de l'état de l'ouvrage et des produits utilisés :

- la **première étape** : inclut un nettoyage préalable puis un décapage éventuel pour obtenir la texture requise : enlèvement de la laitance indispensable, des revêtements existants si nécessaire, purge des parties non adhérentes du béton, déglacage de la surface... ;
- la **seconde étape** : concerne le traitement des défauts locaux de forme, en saillie ou en creux, des nids de cailloux... ;
- la **troisième étape** : porte sur les **travaux d'apprêt** (imprégnation, bouche-pores, surfacage...) adaptés au revêtement si nécessaire.

Des opérations complémentaires de dépoussiérage par aspiration ou de lavage à l'eau peuvent être nécessaires à la fin des étapes 2 et 3.

Pour l'étape 1, le tableau ci-après donne le domaine d'emploi des **différentes méthodes de nettoyage, de lavage et de décapage** qui peuvent être associées pour obtenir le résultat souhaité.

Méthodes	Enlèvement de :				Création de :
	Salissures non grasses	Salissures grasses	Micro-organismes	Laitance, revêtement existant	Rugosité
Brossage/dépoussiérage	Oui	Inefficace	Inefficace	Inefficace	Inefficace
Lessivage suivi d'un rinçage soigné	Oui	Oui	Oui avec ajout de biocides	Inefficace	Inefficace
Ponçage au disque diamanté	Oui	Oui	Oui	Oui	Inefficace
Projection d'abrasif à sec ou grenailage	Oui	Inefficace	Oui	Oui	Oui
Projection d'abrasif humide	Oui	Inefficace	Oui	Oui	Oui
Projection d'eau pour nettoyage (pression inférieure à 18 MPa)	Oui	Oui avec ajout de détergent	Oui avec ajout de biocides	Inefficace	À vérifier par un essai préalable
Projection d'eau pour décapage (pression jusqu'à 60 MPa)	Oui	Oui si enlèvement de béton	Oui	Oui	Oui si enlèvement de béton

Tableau n° 30 : méthodes de décapage et de nettoyage (tableau extrait de la norme NF P95-103)

Il existe aussi des procédés brevetés tel que le procédé « **Sponge jet®** », qui utilise des grains d'abrasif enrobés de polymères. La couche de salissures atmosphériques peut être éliminée par la projection de microbilles de verre (cette technique est utilisée dans le nettoyage des parements en pierre des monuments historiques).

Ces méthodes peuvent avoir des limites d'emploi :

- les méthodes par voie humide peuvent imposer des délais de séchage pour certains produits à base de liants polymères ;
- les méthodes par voie sèche imposent un dépoussiérage soigné du support. Il est possible de prévoir la mise en place d'une cellule fermée combinée avec un système de récupération et de recyclage des abrasifs ou de travailler avec un système de brumisation qui limite le dégagement de poussières ;
- le lavage à l'acide **est interdit** pour les ouvrages en béton armé et précontraint.

Lors de l'étape 2, l'opération de décapage nettoyage ne peut faire disparaître les **défauts résiduels de planéité** du support, il faut traiter les défauts en saillie et en creux comme suit :

- les défauts en saillie peuvent être éliminés de différentes façons :
 - ponçage, pour les défauts de faible importance,
 - marteau burineur ou boucharde pour les défauts plus importants pouvant imposer des ragréages complémentaires,
 - rabotage,
 - etc.

5.2.2.2.3.2 Méthodes de préparation de surface listées par la norme NF P95-101

Le tableau suivant, extrait de la norme **NF P95-101**, liste ci-dessous différentes **méthodes utilisables** avec leurs avantages et inconvénients. Très souvent **deux méthodes** sont utilisées conjointement : la première pour dégrossir la préparation en éliminant le béton dégradé, la **seconde** pour rendre la surface du support apte à recevoir les produits de réparation, si nécessaire, et ceux de protection.

Ces méthodes peuvent avoir des limites d'emploi à cause :

- de la poussière ou du bruit qu'elles provoquent ;
- des déformations qu'elles peuvent infliger aux armatures ;
- des types d'ouvrages (béton armé ou précontraint) pour lesquels les décapages chimique et thermique sont interdits.

Méthodes — Matériel	Efficacité, domaine d'emploi	Contraintes
Repiquage : Enlèvement du béton jusqu'à une profondeur de 15 mm et production d'une surface rugueuse offrant une bonne adhérence.		
Décapage à l'abrasif et au sable		
Sablage à sec : sableuse pneumatique et compresseur.	Avec sables synthétiques conformes à la réglementation en vigueur, bonne préparation des bétons et armatures. Décapage des armatures corrodées.	Nuages de poussières, génération de résidus à récupérer et évacuer. Nécessité d'un personnel qualifié, équipé de protection individuelle agréée, risques pour ce personnel. Interdit en tunnel. Aspiration ou lavage nécessaires pour assurer l'adhérence du produit de réparation.
Sablage humide : sableuse pneumatique et compresseur.	Avec des abrasifs conformes à la réglementation en vigueur, bonne préparation des bétons et armatures. Décapage des armatures corrodées.	Génération de résidus à récupérer et évacuer. Nécessité d'un personnel qualifié, équipé de protection individuelle agréée, risques pour ce personnel. Risques importants de pollution des parties voisines, prévoir une protection efficace. Lavage indispensable. Compatible avec les produits à base de liant polymère après séchage.
Décapage à l'eau à haute pression (< 60 MPa environ)		
Pompe électrique haute pression.	Bon enlèvement des granulats dessertis et des liants dégradés. Décapage des armatures corrodées.	Risques pour le personnel. Génération de bruit et de brouillard. Nécessite un personnel qualifié et une éprouve de convenance pour définir les paramètres adaptés. Lavage en fin d'opération. Compatible avec les produits à base de liants polymères après séchage.
Mécanique abrasif et à percussion		
Rabotage mécanique : rabot électrique à molettes ou outils multiples.	Préparation des surfaces planes horizontales ou faiblement inclinées, non armées. Rendement important et maîtrise de la profondeur repiquée.	A tendance à créer des amorces de fissuration. Nécessité d'éliminer les poussières générées.
Ponçage : ponceuse légère rotative à disques abrasifs.	Préparation de surfaces planes de faible importance sans fissure ni armature apparente.	Aspiration ou lavage nécessaires. Ne crée pas de surface rugueuse. Ne convient pas pour les produits à base de liant hydraulique.

Méthodes — Matériel	Efficacité, domaine d'emploi	Contraintes
Repiquage : Enlèvement du béton jusqu'à une profondeur de 15 mm et production d'une surface rugueuse offrant une bonne adhérence.		
Autres techniques		
Décapage thermique : Lance à becs multiples oxyacétyléniques.	Préparation des surfaces planes de béton non armé. Peut convenir en cas de pollution chimique.	Ne convient pas à tous les bétons (nécessite une épreuve de convenance). Création d'amorces de fissures dans les granulats du béton. Prévoir un nettoyage final énergétique. Assèche le support. Nécessité d'un personnel qualifié, équipé de protection individuelle agréée, risques pour ce personnel.
Décapage chimique : Par acide dilué ou par solvant.	À réserver à des cas particuliers : élimination de laitance de béton non armé ou de film synthétique.	Risque important de pollution des parties voisines, de corrosion d'équipements métalliques voisins, prévoir une protection efficace. Nettoyage obligatoire. Risques pour le personnel, nécessité d'équipements de protection individuelle agréés.

Tableau n° 31 : méthodes d'élimination du béton dégradé - Préparation de surface (extrait de la norme NF P95-101)

Méthodes — Matériel	Efficacité, domaine d'emploi	Contraintes
Enlèvement de béton : Enlèvement des parties contaminées, détériorées et/ou de parties saines du support.		
Mécanique et à percussion		
Outils manuels pneumatiques ou électriques légers (Burinage)	Bon dégagement des bétons fissurés, brûlés et pollués dans l'encombrement des armatures.	Création de microfissurations locales dans le cas d'abattage sans précaution avec déformation possible des armatures de faible diamètre. Transmission de vibrations par le béton et génération de bruit.
Marteau léger pneumatique à aiguilles multiples.	Préparation efficace des bétons et surtout des armatures corrodées provoquant le décollement de la rouille.	Création de microfissurations dans les granulats du béton avec déformation possible des armatures de faible diamètre. Transmission de vibrations par le béton et génération de bruit.
Outils manuels, pneumatiques légers ou électriques légers à pointes de diamant (bouchardage)	Bonne préparation des surfaces de faible importance.	Microfissuration importante et déformation possible des armatures. Transmission de vibrations par le béton et génération de bruit.
Décapage à l'eau à haute pression (jusqu'à 60 MPa) et à très haute pression (jusqu'à 110 MPa)		
Pompe électrique à haute pression (pression supérieure à 2 fois la résistance du béton en compression).	Bon enlèvement des granulats dessertis et des liants dégradés. Décapage des armatures corrodées.	Risques pour le personnel. À réserver aux produits de réparation adhérent sur surface humide. Lavage en fin d'opération.

Tableau n° 32 : méthodes d'élimination du béton dégradé - Préparation de surface (extrait de la norme NF P95-101)

5.2.2.2.3.3 Traitements des défauts du support

- **les défauts en creux** peuvent nécessiter la réalisation d'un **enduit de dressement** par ragréage avec des finitions sur les rives dites « **en queue de billard** » pour éviter les biseaux. La profondeur du repiquage doit être adaptée à la granulométrie du produit de ragréage, se reporter à sa fiche technique. L'opération de ragréage s'effectue conformément aux dispositions de la norme **NF P95-101**. En cas de projection du mortier de l'enduit, celle-ci est à effectuer conformément à la norme **NF P95-102**. Les agrégés en faible épaisseur (< 1 cm) requièrent des mortiers de **type PC**.

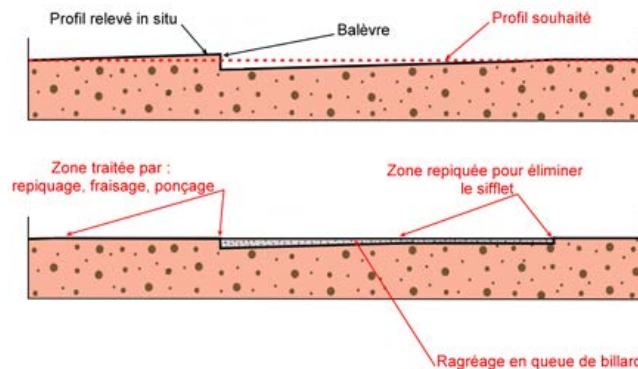


Figure n° 13 : ragréage en queue de billard (figure extraite de la norme NF P95-103)

- **les surfaces glacées** (d'origine ou après meulage) doivent être déglacées par projection d'abrasifs ou à l'eau sous pression ;
- **la présence d'humidité** n'est souhaitable que pour les revêtements à base de liants hydrauliques. Dans les autres cas, le support doit être sec. Le séchage peut être effectué par un rayonnement infrarouge ou par de l'air chaud et sec ;
- **le contrôle du pH** est à faire après un traitement avec enlèvement de matière. Il faut normalement attendre que la peau du béton soit de nouveau carbonatée en surface avant d'appliquer un revêtement à base de liants organiques ou mettre en œuvre une couche d'impression adaptée.

5.2.2.2.3.4 Travaux d'apprêt

Lors de l'étape 3 (travaux d'apprêt), après nettoyage et réparation des désordres et des défauts de forme importants, les défauts apparents restants (bullages, canaux de ressuage, etc.) doivent être traités avec un produit compatible avec le produit de protection de surface à mettre en œuvre.

La mise en œuvre de couches d'impression est à prévoir par exemple :

- lorsque la notice technique (fiche technique) du système de revêtement l'impose ;
- si la préparation du support n'a pu venir à bout de certaines tâches... Dans un tel cas, la couche d'impression doit être anti-contaminante ;
- si le support présente de fortes différences de teinte. Dans un tel cas, la couche d'impression doit être opacifiante voire teintée ;
- **si la surface du support est trop absorbante**, elle doit être traitée par une couche d'apprêt adaptée ;
- si le support est farineux ou recouvert d'un revêtement à conserver, une couche d'impression fixante et pénétrante peut être nécessaire...

Sur les bétons, les produits à base de liant organiques (PC) développent une adhérence chimique ne nécessitant pas systématiquement d'avoir une rugosité de surface.

Au contraire dans certains cas, les produits à base de liant hydrauliques (CC) imposent une rugosité de surface.

Enfin, les imprégnations hydrophobes et les imprégnations ne nécessitent pas ce type de **travaux d'apprêt**, sauf si il est prévu de compléter le traitement par la mise en place d'un revêtement.

Dans tous les cas, à la fin de la préparation de la surface du béton, celle-ci doit être débarrassée des poussières, dépôts, salissures qui peuvent se former et qui jouent un rôle néfaste dans l'adhérence de la protection généralisée.

5.2.2.3 Préparation du support béton des ouvrages de bâtiment

5.2.2.3.1 Généralités - Critères d'acceptation du support béton

Les méthodes de préparation du support en béton décrites dans la partie du texte consacré aux ouvrages de génie civil peuvent être utilisées dans le **domaine du bâtiment**, sauf dans le cas où une norme, une **norme-DTU**, un **NF DTU**, voire des **règles professionnelles**, imposent des méthodes spécifiques.

ATTENTION, dans le domaine du bâtiment, les supports sont tous classés comme des **parements** ou des **surfaces non coffrées**. Il est rappelé que les parements sont les parois latérales des murs et poteaux, les sous-faces des dalles et poutres et les joues latérales des poutres et que les **surfaces non coffrées** sont les planchers, sols et toitures. **On distingue quatre qualités de parements de béton :**

- parement élémentaire ;
- parement ordinaire ;
- parement courant ;
- parement soigné.

Les caractéristiques de **planéité et de texture** de ces quatre catégories de parements sont fixées par la norme-DTU 21 (exécution des ouvrages en béton) qui est en conformité avec la norme **NF EN 13670**, le **NF DTU 23.1** (murs en béton banché) et le fascicule de documentation **FD P18-503**.

Les **tolérances de planitude du NF DTU 23.1** renvoient à la **norme-DTU 21**. S'y ajoutent des **limites aux désaffleurs** entre les panneaux constituant les banches ou entre-banches, en fonction de la catégorie de parement.

Parements	Planéité d'ensemble rapportée à la règle de 2 m	Planéité locale – hors joints – rapportée à un réglet de 0,20 m (creux maximal sous ce réglet)	Texture (selon le Fascicule de Documentation FD P 18-503)
Élémentaire	Pas de spécification particulière P(0)	Pas de spécification particulière P(0)	E (0, 0, 0)
Ordinaire	15 mm P(1)	6 mm P(1)	E (1, 1, 0)
Courant	8 mm (7 mm*) P(2)	3 mm (2 mm*) P(2)	E (1, 1, 1**)
Soigné	5 mm P(3)	2 mm P(3)	E (2, 2, 2**)

Tableau n° 33 : caractéristiques de planéité et de texture des parements (extrait de la norme-DTU 21)

(*) En cas de revêtements

(***) - Distance d'observation des défauts : 10 m.

Rappel des notations du FD P18-503 :

P (0 à 3) correspond aux tolérances de planéité

E (0, 0, 0 à 2, 2, 2) correspond aux tolérances de texture avec trois sous-classes : bullage moyen, bullage concentré et défauts localisés liés à une distance d'observation.

Remarque : il n'y a pas de correspondance rigoureuse entre les différentes catégories de parements visées, d'une part, par le **fascicule 65 du CCTG** et, d'autre part, par la **norme-DTU 21**. Seuls les **parements soignés et fins** ont les mêmes exigences mais uniquement sur la **planéité**.

Certaines des exigences d'autres **DTU** peuvent être différentes de celles susvisées comme le montre la colonne caractéristiques d'aspect du tableau suivant issu du **NF DTU 59.1** qui ne reprend pas totalement les exigences de la **norme-DTU 21** :

- **E (1, 1, 0)** : outre la surface maximale par bulle de 3 cm² et une profondeur de 3 mm, la surface de bullage est ≤ 3%. De plus, les zones de bullage concentré (nuages de bulles) sont ≤ 10% ;
- **E (2, 2, 0)** : outre la surface maximale par bulle de 1,5 cm² et une profondeur de 5 mm, la surface de bullage est ≤ 10%. De plus, les zones de bullage concentré (nuages de bulles) sont ≤ 25%.

Parements	Planéité d'ensemble rapportée à la règle de 2 m	Planéité locale rapportée à un réglet de 0,20 m (creux maximal sous ce réglet)	Caractéristiques d'aspect
Élémentaire	Pas de spécification particulière	Pas de spécification particulière	Pas de spécification particulière
Ordinaire	15 mm	6 mm	Nids de cailloux ou zones sableuses ragrées Surface individuelle des bulles inférieure à 3 cm ² Profondeur des bulles inférieure à 5 mm
Courant	7 mm	2 mm	Étendue maximale des nuages de bulles 25%
Soigné	5 mm	2 mm	Identiques au parement courant, étendue des nuages de bulles étant ramené à 10%

NOTE : extrait du NF DTU 21 et du FD P 18-503 (34) auxquels ils renvoient pour les éléments d'identification des surfaces de parement de béton.

Tableau n° 34 : tolérances applicables aux supports en béton (extrait de l'annexe C2 du NF DTU 59.1)

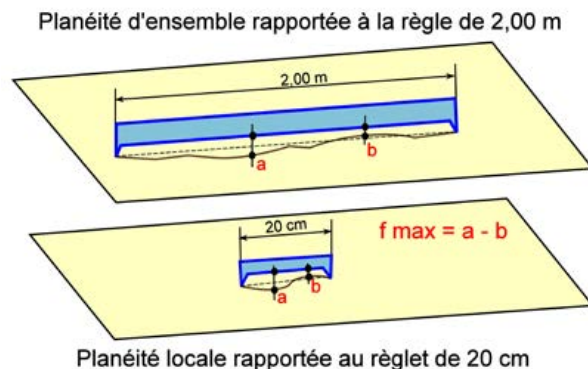


Figure n° 14 : contrôle à la règle et au réglet de la planéité d'une paroi en béton

Les caractéristiques de **planéité des sols** sont aussi fixées par la **norme-DTU 21**.

État de surface	Planéité d'ensemble rapportée à la règle de 2 m	Planéité locale – hors joints – rapportée à un réglet de 0,20 m (creux maximal sous ce réglet)
Brut de règle	15 mm	Pas de spécification particulière
Surfacé	10 mm	3 mm
Lissé⁽¹⁾	7 mm	2 mm

1) dans le cas où les DPM indiquent que le support est destiné à recevoir un revêtement de sol dit « fragile adhérent » ou une sous couche isolante ou encore un revêtement de sol en pose scellée désolidarisée, les tolérances de planéité sous la règle de 2 m et le réglet de 0,20 m sont respectivement de 7 mm et 2 mm.

Tableau n° 35 : caractéristiques de planéité des sols (extrait de la norme-DTU 21)

Note : les revêtements de sols fragiles visés par le présent guide concernent : les résines de synthèse coulées (NF DTU 54.1), les chapes et dalles rapportées adhérentes (NF DTU 26.2).

À partir des informations rassemblées lors de l'**étude préalable** du support réalisée par le **maître d'ouvrage** ou son représentant, le **marché** fixe la **catégorie de parement** à obtenir après préparation de surface en fonction des exigences de la **norme-DTU** ou des **règles professionnelles** (en l'absence de **DTU**) couvrant le **type de finition** à mettre en œuvre (produit de peinture, revêtement, enduit, chape, produit hydrocarboné, résine...).

En plus, une **reconnaissance contradictoire** du support est faite par l'**entrepreneur** qui propose les adaptations nécessaire au mode opératoire.

Les normes normes-DTU applicables sont les suivants :

- **NF DTU 59.1** : Travaux de bâtiment — Revêtements de peinture en feuil mince, semi-épais, ou épais ;
- **NF DTU 42.1** : Travaux de bâtiment - Réfection de façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères ;
- **Norme-DTU 59.3** : Travaux de bâtiment — Peintures de sols ;
- **NF DTU 26.2** : Travaux de bâtiment – Chapes et dalles à base de liants hydrauliques ;
- **NF DTU 54.1** : Travaux de bâtiment – Revêtements de sol coulés à base de résines de synthèse ;
- **NF DTU 26.1** : Travaux de bâtiment – Enduits en mortiers de ciment, de chaux et de mélange plâtre et chaux aérienne ;
- **Norme-DTU 14.1** : Travaux de bâtiment – Travaux de cuvelage ;

La consistance finale des travaux à effectuer avant la mise en œuvre du revêtement est fixée en fonction de l'examen des résultats obtenus lors de l'**opération de préparation de la surface de zones** ou de plaques témoins qui servent « **de surfaces de référence pour ouvrage témoin** » exigées par différents textes. Cette opération constitue **L'ÉPREUVE DE CONVENANCE de préparation du support**, bien que cette notion n'apparaisse pas dans ces textes relatifs au bâtiment.

La suite du guide traite de la **préparation du support** (subjectile) en béton en vue de la mise en place des divers revêtements pouvant satisfaire des exigences **d'esthétique, de protection, d'imperméabilité** sur les différents éléments d'un bâtiment que sont les murs de façade, les murs de soubassement, les parois intérieures, les sols intérieurs et extérieurs. Ces différents éléments peuvent être neufs ou existants et, dans ce dernier cas, revêtus ou non.

Rappel : la résistance à la **traction du support** doit être supérieure à l'**adhérence du produit ou du système de revêtement** pour éviter une désorganisation support en mortier ou béton.

5.2.2.3.2 Préparation du support pour la mise en œuvre de produits de peinture, revêtements et produits anti-graffiti sur des parois et sols en béton neufs ou existants

La préparation du support (subjectile) relève des trois textes normatifs suivants : **le NF DTU 59.1, le NF DTU 42.1 et la norme-DTU 59.3**. Dans ces trois textes, il est possible d'identifier une ossature commune d'exigences sur :

- **l'état du support, qui peut-être neuf ou existant, revêtu ou non** :
 - sa propreté,
 - sa cohésivité,
 - son humidité,
 - son pH,
 - sa planéité,
 - sa texture et son bullage,
 - ses défauts apparents (fissures, balèvres...) ou cachés (cas d'un support existant revêtu) ;
- **la consistance de l'étude préalable dans le cas d'un support existant revêtu afin de fixer si le revêtement** :
 - doit être décapé entièrement,
 - peut être conservé ;
- **la consistance des travaux préparatoires** (nettoyage, décapage...), **les techniques et le matériel de préparation utilisables** et enfin le **corps d'état** (maçon et/ou peintre) en charge de ces travaux ;
- **la consistance des travaux d'apprêt par le peintre** (rebouchage, enduisage, traitement de la fissuration non structurelle, mise en œuvre des couches d'impression, d'apprêt...) ;
- **la réalisation des surfaces de référence et des éprouvettes d'échantillon d'aspect** (si le revêtement est coloré).

Note : la réalisation des surfaces de référence a pour but de tester toutes les opérations prévisibles (préparation du support, traitement des fissures et des joints, réalisation des travaux d'apprêt, application du revêtement...). Cette réalisation présente le caractère d'une ÉPREUVE DE CONVENANCE. De plus, ces surfaces de référence servent aussi au contrôle des surfaces revêtues à la fin des travaux.

Note : les fiches techniques des fabricants peuvent indiquer les techniques de préparation du support utilisables.

5.2.2.3.2.1 Préparation du support pour la mise en œuvre de produits de peinture sur des parois extérieures en béton neuves ou revêtues (NF DTU 59.1)

Le cahier des clauses spéciales (CCS) du **NF DTU 59.1** impose dans son **article 4.3.1** la **reconnaissance préalable du subjectile par l'entrepreneur**, qui doit s'assurer que les subjectiles sont conformes aux prescriptions des **normes-DTU** dont ils relèvent (les travaux préparatoires et d'apprêt sont, normalement, limités à ceux prévus dans le **NF DTU 59.1**). En cas de non-conformité, **l'entrepreneur** informe le **maître d'ouvrage** ou son représentant des travaux préparatoires supplémentaires à effectuer...

Rappel : le NF DTU 59.1 traite des produits de peinture et des revêtements de peinture épais (RPE) et semi-épais (RPSE) mais ne traite pas des revêtements souples d'imperméabilité (RSI), qui relèvent du **NF DTU 42.1**.

Le tableau ci-après explicite les articles (5, 6 et 7) du **NF DTU 59.1** relatifs aux exigences concernant l'état du support, ainsi que sur les **études préalables** et les **travaux préparatoires et d'apprêt** des subjectiles en mortier ou béton recouverts ou non d'un revêtement.

Désignation	Article du NF DTU 59.1	Exigences contenues dans les articles et relatives :
État des supports pour être aptes à la mise en peinture	5.3.1	- à la propreté - à l'absence de produits de décoffrage ou démoulage - à la cohésion de la surface - à l'humidité - au pH...
	5.3.2.1	- à la planéité des subjectiles revêtus d'un enduit de mortier (flèche \leq 0,5 cm à 1 cm suivant le type d'enduit : soigné, et entre nus et repères ou courant) - à la planéité des subjectiles en béton brut de décoffrage : classe P 2 pour les revêtements minces ou semi-épais, classe P 3 pour les revêtements épais - à l'adhérence des ragréages éventuels...
Travaux préparatoires des supports neufs	6.3.3	- aux techniques de préparation des supports neufs (Cf. le tableau récapitulatif 7 du NF DTU reproduit ci-après)
	7.4.1, 7.51 et 7.5.3	- aux techniques de préparation des supports neufs (brossage, égrenage, ponçage...)
Travaux préparatoires des supports revêtus	6.6.2	- aux techniques de préparation des supports existants (Cf. le tableau récapitulatif 24 du NF DTU reproduit ci-après)
	7.5.7	- aux techniques de préparation des supports revêtus (grattage, décapage...)
Travaux d'apprêt sur supports neufs	7.4.2	- à la mise en œuvre de couches primaire, d'impression... aux travaux d'enduisage... sur tous supports
	7.5.3	- aux travaux de rebouchages, de rattrapages de niveau... pour supports en béton
Travaux d'apprêt sur supports revêtus	7.4.2	- à la mise en œuvre de couches primaire, d'impression... aux travaux d'enduisage...
	7.5.7	- à la mise en œuvre de couches primaire, d'impression... aux travaux d'enduisage...
Épreuve de convenance et contrôles	7.7.2	- aux surfaces de référence et aux éprouvettes d'échantillon d'aspect

Tableau n° 36 : récapitulation des exigences relatives à l'état des supports et à leur préparation

A. Exigences relatives à la préparation du support (subjectile) :

- le **tableau 7** relatif aux travaux extérieurs donne les techniques à mettre en œuvre pour les **travaux préparatoires et d'apprêt des supports neufs en béton bruts de décoffrage** ou des **enduits à base de liants hydrauliques...**

Tableau 7 — Parements de béton brut de décoffrage, enduits de liants hydrauliques et de produits industriels en béton — Travaux extérieurs

Subjectile		État de finition recherché (4)			Brossage Égrenage Époussetage	Couche d'impression (2)	Couche intermédiaire (3) (5)	Couche de finition (5)
Nature	Présentation	Mat	Satiné	Brillant				
Béton brut de décoffrage et produits industriels en béton	Parement soigné (6)	Finition C			x ⁽¹⁾	x	x	x
Enduits de liants hydrauliques	Parement lissé				x ⁽¹⁾	x	x	x
	Parement taloché				x ⁽¹⁾	x	x	x
	Parement projeté				x ⁽¹⁾	x	x	x
<p>(1) En extérieur le lavage au jet ou sous pression adaptée peut remplacer l'époussetage (le support doit être parfaitement sec avant l'application du revêtement).</p> <p>(2) La couche d'impression s'exécute soit avec un produit spécifique (voir 7.4.2.1), soit avec un produit compatible dilué.</p> <p>(3) La couche intermédiaire est facultative, néanmoins la durabilité du revêtement sera améliorée par l'application d'une telle couche.</p> <p>(4) En travaux extérieurs, l'état de finition reflète celui du subjectile et les critères de qualité à rechercher sont en priorité la protection et la durabilité.</p> <p>(5) L'ensemble des couches intermédiaire et de finition peut être remplacé par un revêtement semi-épais ou épais.</p> <p>(6) L'application d'un revêtement épais peut se faire également sur un parement courant.</p> <p>NOTE Les travaux d'enduisage ou de réparation du support ne peuvent se faire que sur prescription des DPM.</p>								

Tableau n° 37 : préparation des subjectiles neufs (extrait du NF DTU 59.1)

Note : dans ce tableau 7, extrait de la norme-DTU 59.1, ont été supprimés les traitements relatifs aux enduits à base de plâtre, support qui n'avait pas sa place dans le présent guide.

- le **tableau 24** relatif aux travaux extérieurs donne les techniques à mettre en œuvre pour les **travaux préparatoires** et **d'apprêt** des **supports existants revêtus en béton** ou des **enduits à base de liants hydrauliques**...

Tableau 24 — Supports anciens à base de liant hydraulique et dérivés — Anciens fonds peints — Travaux extérieurs

Subjectile ⁽²⁾	État de finition recherché ⁽¹⁾			Gratage des parties mal adhérentes	Ouverture des fissures	Brossage Epoussetage	Lessivage ou lavage pour repeindre ⁽³⁾	Impression ⁽⁴⁾	Rebouchage e/ou réparation ⁽⁵⁾	Couche intermédiaire ⁽⁴⁾	Couche de finition
	Mat	Satiné	Brillant								
Fonds peints Mat, satiné ou brillant Finition C	Finition C			x		x	x	x	x	x	x
<p>(1) La finition C est d'aspect poché. D'autres aspects décoratifs peuvent être obtenus (voir 7.2.2.4.) notamment avec des revêtements semi-épais ou épais ne nécessitant pas de couche intermédiaire.. Le décapage des anciens fonds n'est effectué que sur prescriptions des Documents Particuliers du marché (DPM).</p> <p>(2) Sur ancien fond de laque ou de vernis, un dépolissage à l'abrasif de la surface sera effectué.</p> <p>(3) Optionnel, dépend de l'encrassement des fonds. Un traitement de décontamination est recommandé.</p> <p>(4) Cette impression pourra être appliquée localement Il y a lieu de s'assurer que l'impression ou la couche intermédiaire ne détrempe pas l'ancien revêtement.</p> <p>(5) Les travaux d'enduisage ou de réparation des subjectiles sont réalisés sur prescriptions des Documents Particuliers du Marché (DPM).</p>											

Tableau n° 38 : préparation des subjectiles anciens (extrait du NF DTU 59.1)

ATTENTION, la **finition C** présente un aspect poché ou structuré mais reflète l'état de finition du subjectile. Si le **maître d'ouvrage** souhaite limiter les défauts d'aspect, le **marché (DPM)** doit fixer une préparation du subjectile adaptée.

CONSEIL, dans le cas d'un support revêtu, il est souhaitable de réaliser une **étude préalable** du revêtement existant (consulter le **NF DTU 42.1**) pour savoir, d'une part, s'il peut être conservé ou s'il doit être décapé et, d'autre part, si le support ne présente pas de défauts cachés.

Note : ces travaux ne comprennent pas ceux nécessaires à la remise en état d'un subjectile non conforme (se reporter aux exigences relatives à l'état du subjectile susvisées). En fonction de l'état du subjectile des travaux d'apprêt complémentaires peuvent être prévus par les DPM ou proposés par l'entrepreneur.

B. Préparation en vue des vérifications et contrôles en fin de travaux :

Le **NF DTU 59.1** impose la réalisation de surfaces de référence et éventuellement des éprouvettes d'échantillon d'aspect. Ces deux opérations s'apparentent en partie à une **ÉPREUVE DE CONVENANCE**, elles servent également aux contrôles en fin des travaux.

- **Article 7.3.1 : toutes les opérations prévisibles** (préparation du support, traitement des fissures et des joints, application du revêtement...) sont testées lors de la réalisation obligatoire de surfaces de référence (10 m² pour une surface d'application > 1 000 m²) qui est obligatoire. Il doit y avoir autant de surfaces que de types de subjectiles et de systèmes de peintures. L'exécution générale des travaux est liée à l'acceptation par le maître d'ouvrage des surfaces de référence (POINT D'ARRÊT)... ;
- **Article 7.3.2** : à la demande du **maître d'ouvrage** ou de son représentant une **épreuve d'échantillon d'aspect du revêtement** (brillant, texture, couleur) en trois exemplaires (environ 200 cm²) peut être exécutée par **l'entrepreneur**. L'épreuve retenue est signée par les parties et conservée (durée de validité 6 mois) sur le chantier dans un local normalement éclairé et aéré à l'abri du soleil.

5.2.3.2.2 Préparation du support pour la mise en œuvre de revêtements d'imperméabilisation à base de polymères destinés à la réfection de parois extérieures en béton existantes (NF DTU 42.1)

Le tableau ci-après détaille les articles 5, 6 et 7 du NF DTU 42.1 P1-1 (CTT) relatifs aux exigences concernant l'état du support, ainsi que sur les études préalables et les travaux préparatoires et d'apprêt des subjectiles en mortier ou béton revêtus ou non. **ATTENTION**, les réparations structurales ne relèvent pas du NF DTU.

Désignation	Article du NF DTU 42.1	Exigences contenues dans les articles et relatives :
Étude préalable du ou des revêtements existants	4 (CCS)	surface ≤ 500 m ² peut être effectuée par l'entrepreneur surface > 500 m ² doit être effectuée par un professionnel missionné par le maître d'ouvrage
	5.3	au décapage obligatoire sauf résultats positif de l'étude préalable du revêtement dans le cadre du tableau ci-après
	5.4	aux surfaces de référence (> 2 m ²) pour tester toutes les opérations prévisibles et les incompatibilités entre le revêtement à appliquer et le ou les anciens revêtements, un mauvais rendu
	Annexe normative A	aux différents essais à effectuer lors de l'étude préalable qui sont résumés dans un tableau ci-après
Travaux préparatoires des supports revêtus	7.2.2.3	aux techniques de décapage de l'ancien revêtement organique (film mince, RPE, RPSE, RSI) (mécaniques, chimiques + raclage et rinçage à l'eau), thermique, eau THP...
	7.2.3	aux techniques de traitement d'autres anciens revêtements (hydrofugés, silicatés...)
	7.1.1	aux techniques de nettoyage des salissures, micro-organismes...
	7.1.2	au traitement des défauts apparents pouvant mettre en cause l'imperméabilité du revêtement (enduit de surfacage) et/ou imposés par les DPM
	7.1.3	aux traitements des défauts cachés et révélés au décapage (travaux supplémentaires à la charge du maître d'ouvrage)
	7.2.1.1	aux traitements des supports en béton présentant du bullage, des zones dégradées, sonnantes creux, éclatées par oxydation des armatures...
	7.2.1.2	aux traitements des enduits présentant des décollements (se reporter aux NF DTU 26.1 et NF DTU 42.1 P1-2 (CGM))
	7.4.1, 7.4.2, 7.4.3	aux traitements des divers types de fissures : lézardes (≥ 2 mm), localisées et généralisées. Se reporter au tableau ci-après

Désignation	Article du NF DTU 42.1	Exigences contenues dans les articles et relatives :
Matériaux nécessaires aux travaux préparatoires des supports	6.1.1	aux produits de réparation des supports en béton conformes au NF DTU 42.1 P 1-2 : critères généraux de choix des matériaux (ICGM) : mortiers CC ou PCC (supports humides et fortes épaisseurs), mortiers PC (supports secs et faibles épaisseurs), mortiers relevant de la norme NF EN 1504-3 de classe R 2
	6.1.2	aux produits de réparation des enduits à base de liants hydrauliques conformes au NF DTU 26.1
	6.1.3	aux produits de réparation des défauts de surface à base de liants organiques additionnés ou non d'un liant minéral pour le surfacage, les ragréages localisés, le bouche-bulage... ces produits doivent être conformes à la norme NF EN 998.3 ³⁴ ou à la norme NF EN 1062-1 (enduits extérieurs de peinture)
	6.2	aux produits de traitement des fissures transformées ou non en joints (des mastics, des produits pâteux, des mortiers de réparation adaptés à la nature du support)
Épreuve de convenance et contrôles	7.7.2	aux surfaces de référence ($\geq 2 \text{ m}^2$) (ce NF DTU ne s'appuie pas sur les éprouvettes d'échantillon d'aspect)

Tableau n° 39 : récapitulation des exigences relatives à l'état des supports et à leur préparation (extrait du NF DTU 42.1)

Note : le NF DTU 42.1 ne traite pas comme dans le NF DTU 59.1, d'une part, les travaux préparatoires et, d'autre part, ceux d'apprêt. Ces deux types de travaux sont intégrés dans les opérations de préparation des supports.

Tableau 1 — Conditions à respecter pour les supports autres qu'en mortier de plâtre

Épaisseur du revêtement en place	Classe du nouveau revêtement d'imperméabilité			
	I1	I2	I3	I4
< 300 μm	Etude préalable	Etude préalable	Etude préalable	Etude préalable
$\geq 300 \mu\text{m}$	Etude préalable	Décapage obligatoire	Décapage obligatoire	Décapage obligatoire

Tableau n° 40 : tableau 1 : Opérations à effectuer en présence d'un revêtement existant (extrait du NF DTU 42.1)

N° de l'essai	Description de l'essai	Norme de référence
-	Épaisseur du revêtement ($>$ ou $<$ 300 μm)	NF T 30-123 (norme annulée)
1	Aspect	visuel
2	Adhérence par essai de quadrillage à sec (classification bonne entre 0 et 3, mauvaise pour 4 et 5)	NF EN ISO 2409 (épaisseur $\leq 0,25 \text{ mm}$)
3	Adhérence sur plots de diamètre 50 mm (si les résultats de l'essai de quadrillage sont douteux). Appréciation bonne si rupture cohésive du support $\geq 0,3 \text{ MPa}$ ou rupture cohésive du revêtement ou rupture adhésive $\geq 0,5 \text{ MPa}$	NF EN ISO 4624 (limitée à une épaisseur de revêtement $\leq 50 \text{ mm}$) (norme semblable à la NF EN 1542)
4	Susceptibilité à l'eau (humidification à l'éponge durant 30 mn)	Visuel et toucher
5	Adhérence par essai de quadrillage humide (classification bonne entre 0 et 3, mauvaise pour 4 et 5)	NF EN ISO 2409
SYNTHÈSE	Un résultat d'essai mauvais impose le décapage	Schéma décisionnel dans l'annexe

Tableau n° 41 : essais nécessaires pour l'étude préalable du revêtement existant (extrait du NF DTU 42.1)

^{34/} Dans le texte de la norme était visé le projet de norme **PR EN 998.3**, depuis la norme est parue.

Note : un support hydrofugé qui peut poser des problèmes de recouvrement se détecte, normalement, lors de son arrosage par un effet perlant mais pas toujours. Une peinture silicatée est insensible aux solvants et à la flamme qui servent de tests de détection.

Fissures ou lézardes	Emplacement	Traitement
Article 7.4.1 : lézardes > 2 mm		Une étude préalable doit déterminer l'origine des désordres et leur évolution prévisible avant de définir le traitement à appliquer. Leur traitement ne relève pas du présent NF DTU
Article 7.4.2 : fissures localisées susceptibles de mouvements	Acrotères, chaînage, joints...	1^{er} cas : - la fissure est laissée en l'état, - elle peut être ou non rebouchée au moyen d'un enduit pâteux suivant son ouverture, - elle est recouverte d'un revêtement de classe I4 armé localement ou généralisé.
		2^{ème} cas : - une saignée de 5 mm x 5 mm est ouverte, - un calfeutrement est réalisé avec un produit pâteux adapté, - un revêtement de classe I4 est mis en œuvre au moins localement. Il est armé ou non armé (une couche d'impression + 3 couches et une épaisseur de 0,6 mm).
		3^{ème} cas : - la fissure est transformée en un véritable joint avec un calfeutrement en mastic, - le joint est ou n'est pas recouvert par le revêtement.
Article 7.4.3 : fissures réparties	Support dans son ensemble	la classe du revêtement est choisie en fonction de l'importance des fissures.

Tableau n° 42 : récapitulation des divers traitements applicables aux fissures (extrait du NF DTU 42.1)



Photo n° 29 : nettoyage d'un support en béton à l'eau sous pression, à l'eau sous THP et par sablage (abrasifs autorisés) (crédit photo Parexlanko et Poineau)

5.2.2.3.2.3 Préparation du support pour la mise en œuvre de produits de peinture sur des sols en béton neufs ou existants intérieurs et extérieurs (norme-DTU 59.3)

Le cahier des clauses spéciales (CCS) de la norme-DTU 59.3 impose dans son article 4.2 la reconnaissance préalable du subjectile par l'entrepreneur qui doit s'assurer qu'il est conforme aux dispositions du marché. En cas de non-conformité, l'entrepreneur avise le maître d'œuvre des travaux supplémentaires nécessaires.

De plus, en cas de subjectiles anciens, l'entrepreneur, après l'opération de reconnaissance, soumet au maître d'ouvrage la nature et l'importance des travaux préparatoires et d'apprêt....

Le tableau ci-après détaille les articles 3 et 4 de la norme-DTU 59.3 relatifs aux exigences concernant l'état du support ainsi que sur les études préalables et les travaux préparatoires et d'apprêt des subjectiles en mortier ou béton revêtus ou non. **ATTENTION**, les réparations structurales ne relèvent pas du NF DTU.

Désignation	Article du NF DTU 59.3	Exigences contenues dans les articles et relatives :
État des supports neufs pour être aptes à la mise en peinture	3.1.1	- aux supports neufs autorisés : - parements surfacés ou lissés conformes à la norme-DTU 21 - aux chapes et dalles conformes au NF DTU 26.1 - dallages sur terre-pleins conformes à la norme-DTU 13.3
	3.1.2	- à la propreté - à la cohésion de la surface - à l'humidité - au pH... (Se reporter au tableau récapitulatif ci-après)
État des supports existants et revêtus pour être aptes à la mise en peinture	3.2.1	- à l'élimination des revêtements existants lorsque leur écaillage ou cloquage dépasse 10% de la surface - à la conservation des revêtements en bon état et compatibles
État des supports existants non revêtus pour être aptes à la mise en peinture	3.2.2	- à la propreté - au traitement des fissures et éclats...
Travaux préparatoires des supports neufs	4.2.1.1	- aux techniques de préparation des subjectiles neufs (brossage, égrenage, ponçage...)
Travaux préparatoires des supports existants non revêtus	4.2.2.1	- aux techniques de préparation des subjectiles existants listées dans l'article
Travaux préparatoires des supports existants revêtus	4.2.2.2	- à la reconnaissance préalable du subjectile - aux techniques de préparation des subjectiles revêtus (décapage, projection d'abrasif...)
Travaux d'apprêt sur supports neufs	4.3.1.1	- à la mise en œuvre d'une couche d'impression... pénétrante, durcissante, isolante, hydrofuge, neutralisante - au rebouchage partiel et à l'enduit de lissage en plein si ces travaux d'apprêt complémentaires sont prévus aux DPM
Travaux d'apprêt sur supports existants revêtus ou non	7.4.2	- aux travaux d'apprêt identiques à ceux sur subjectiles neufs à la réalisation d'une couche primaire d'accrochage si nécessaire
Épreuve de convenance et contrôles	4.3.1.1	- aux surfaces de référence nécessaires en cas de travaux d'apprêt complémentaires

Tableau n° 43 : récapitulation des exigences relatives à l'état des supports et à leur préparation (extrait de la norme DTU 59.3)

ATTENTION : cette norme-DTU ancienne fait référence aux parements courants ou soignés de l'ancienne norme-DTU 21. Ils ont été remplacés par les parements surfacés et lissés de la norme-DTU 21 actuelle.

Note : cette norme-DTU ancienne fait aussi référence aux règles professionnelles sur les dallages qui ont été remplacées par la norme-DTU 13.3.

Prescriptions relatives à la qualité des subjectiles

Caractéristiques	Prescriptions		Méthodologie (1)	
	Béton (2)	Mortier	de référence	d'investigation
Humidité (en % de la masse sèche)	$h \leq 4$	$h \leq 4$	Séchage à 70 °C	Humidimètre capacitif Toile plastique Solution colorée
Porosité (durée d'absorption en secondes)	$60 < a \leq 240$	$60 < a \leq 240$		Essai à la goutte d'eau
Pulvéulence (cliché de référence à ne pas dépasser)	2	2	NFT 30-081	Ruban adhésif
Cohésion superficielle (en MPa (2))	$R \geq 1$	$R \geq 0,5$	NFT 30-062	Lavage sous pression
pH	de 8 à 12	de 8 à 12		Solutions colorées

1. Les méthodes sont données en annexe 1. 2. 1 MPa = 100 N/cm² = 10 daN/cm². 3. Y compris les zones ragrées.

Tableau n° 44 : qualité des subjectiles (extrait de la norme-DTU 59.3)

Note : dans le tableau ci-dessus, les prescriptions concernant les subjectiles en bois et en métal ont été supprimées puisque le présent guide concerne les subjectiles à base de liants hydrauliques. **ATTENTION**, les deux normes d'essai du tableau ont été annulées : la mesure de la cohésion superficielle relève actuellement des normes NF EN ISO 4624 et NF EN 1542. De plus, la mesure de l'humidité s'effectue actuellement avec une bombe à carbure ou une sonde hygrométrique.

Conseil aux maîtres d'œuvre : les dispositions en matière de préparation de surface imposées par le NF DTU 59.1, beaucoup plus récent, devraient se substituer en tout ou partie à celles de la norme-DTU 59.3.



Photo n° 30 : décapage d'un ancien revêtement de sol (crédit photo Parexlanko et Poineau)

Il est rappelé que les bouchardes provoquent des chocs, donc des microfissures dans le béton : moins la boucharde possède de dents plus son agressivité est importante.

5.2.2.3.2.4 Préparation du support pour la mise en œuvre de produits anti-graffiti sur des parois et sols en béton neufs ou existants

En l'absence de texte à caractère normatif, il faut se reporter aux fiches techniques des fabricants des produits. Il est rappelé que ces produits assurent une protection classée, soit comme renouvelable après un nettoyage, soit comme permanente c'est-à-dire pouvant subir plusieurs nettoyages.

5.2.2.3.3 Préparation du support pour la mise en œuvre de chapes et dalles non structurales à base de liants hydrauliques sur des planchers intérieurs en béton (NF DTU 26.2)

Le cahier des clauses administratives types du NF DTU 26.2 sépare les travaux faisant partie du **marché** de ceux qui n'en relèvent pas. Il impose la coordination avec les autres **entreprises et intervenants**. Il prévoit que les **DPM** fournissent les **données essentielles** nécessaires à l'exécution des travaux (se reporter à l'article 5 de la partie P1-1 (Cahier des Clauses Techniques Types) du **NF DTU 26.2**).

Les locaux sont classés en **trois catégories** en fonction des sollicitations auxquelles ils sont exposés :

- locaux à faibles sollicitations ;
- locaux à sollicitations modérées ;
- locaux à fortes sollicitations limitées à celles développées dans les **cuisines collectives**.

Il appartient au **maître d'ouvrage** de s'assurer de la **capacité portante du support** à prendre en compte le poids propre de la chape, des éventuelles couches de désolidarisation ou d'isolation (ravoilage, film synthétique, non tissé...) et du revêtement.

Dans le cas où le support ne présenterait pas les qualités requises pour la réalisation de la chape ou de la dalle (défaut de planéité par exemple) l'**entrepreneur** prévient le **maître d'ouvrage**, lequel commande la mise en œuvre d'un ouvrage intermédiaire préparatoire (ravoilage...).

Les différents types de supports sont les suivants (la liste est ici limitée aux supports en béton) :

- plancher dalle avec continuité sur appui ;
- dalle pleine en BA coulée in-situ ;
- dalle pleine coulée sur prédalles en BA ;
- dalle pleine coulée sur prédalles en BP ;
- dalles alvéolées en BA ou BP avec dalle collaborante rapportée en BA et continuité sur appuis ;
- plancher nervuré à poutrelles en BA ou BP, entrevous de coffrage et dalle de répartition complète coulée en œuvre ;
- dallage sur terre-plein.

Les supports sont classés en trois types en fonction des **tolérances de planéité** :

- type I : 5 mm sous la règle de 2 m et 1 mm sous le réglet de 0,20 m (tolérance plus serrée que dans les **normes-DTU** ou **NF DTU**, qui doit être prescrite dans les **DPM**),
- type II : 7 mm sous la règle de 2 m et 2 mm sous le réglet de 0,20 m (béton lissé au sens de la **norme-DTU 21** et du **NF DTU 13.3**),
- type III : > 7 mm sous la règle de 2 m et > 2 mm sous le réglet de 0,20 m,

Les trois types de pose des chapes et dalles non structurales sont les suivants :

- pose adhérentes ;
- pose désolidarisée ;
- pose flottante.

Le tableau ci-après détaille les articles 6 et 7 du NF DTU 26.2 relatifs aux exigences concernant les supports admissibles ainsi que sur les travaux préparatoires à y effectuer.

Désignation	Article du NF DTU 26.2	Exigences contenues dans les articles et relatives :
Supports admissibles	6.1	à l'âge du support, lequel est fonction du type de pose et de l'importance des sollicitations du local concerné. Se reporter aux tableaux n°1 et 2 du NF DTU
	6.2.2	à la planéité admissible en fonction du type de pose : - type I à III en cas de pose adhérente - type I ou II en cas de pose flottante ou isolante
	6.3.2	à la réalisation d'un ravaillage imposée par la présence de canalisations, dont l'implantation est interdite dans la chape ou la dalle non structurale, ou pour obtenir le niveau imposé
	7.1	au respect de sa planéité du support et à sa propreté quel que soit le type de pose
	7.2	aux pentes minimales que doit respecter la chape ou la dalle après réalisation pour permettre l'écoulement des eaux
Travaux préparatoires des supports	7.2.1	aux préparations spécifiques du support dans les cuisines collectives en fonction du revêtement final
	6.3.1	aux préparations spécifiques du support en cas de pose d'une couche isolante conformément au NF DTU 26.2/52.1
	7.3.1	aux préparations manuelles ou mécaniques (grenaillage...) après nettoyage pour rendre le support rugueux et éliminer tout produit de cure dans le cas d'une pose adhérente. De plus, après humidification une barbotine pure ou adjuvanté est à réaliser avant le coulage de la chape ou de la dalle
	7.4.1	Au respect de la planéité du support pour les poses désolidarisées ou flottantes
Épreuve de convenance et contrôles	NR	NR (aucune indication dans le NF DTU)

Tableau n° 45 : récapitulation des exigences relatives à l'état des supports et à leur préparation (extrait du NF DTU 26.2)

Note : pour une pose adhérente, le support doit être plus âgé (de l'ordre de 6 mois) que pour une pose désolidarisée (de l'ordre de 1 mois) pour permettre à la majeure partie des déformations différées du support de s'effectuer.

Note : pour l'écoulement des eaux, la pente (LPGP) de la chape ou de la dalle doit être au minimum de 1 cm/ml vers les exutoires. Des pentes < 2 cm/ml peuvent conduire à des retenues d'eau sur le revêtement fini. Des pentes supérieures au minimum peuvent être prescrites par certains documents.

Note : il n'y a aucun article traitant des contrôles à effectuer, il appartient à l'entrepreneur de respecter les exigences du NF DTU.

5.2.2.3.4 Préparation du support pour la mise en œuvre de revêtements coulés à base de résine de synthèse sur des planchers intérieurs en béton (NF DTU 54.1)

Le cahier des clauses administratives types du NF DTU 54.1 sépare les travaux faisant partie du marché de ceux qui n'en relèvent pas. Il impose la **coordination** avec les autres **entreprises et intervenants**. Il impose une **reconnaissance des supports**. En cas de non-conformité du support, l'**entrepreneur** avise le **maître d'œuvre** des travaux supplémentaires nécessaires. Il prévoit que les **DPM** fournissent les **données essentielles** nécessaires à l'exécution des travaux (se reporter à l'article 5 de la partie P1-1 (Cahier des Clauses Techniques) du **NF DTU 54.1**).

ATTENTION, le **domaine d'application** des revêtements de sol coulés à base de résines synthétiques **est limité** (se reporter au texte du **NF DTU** : locaux intérieurs, charges peu élevées, revêtements non étanches...).

Les articles 5.2.1.1 à 5.2.1.5 du **NF DTU 54.1 (CCT)** fixent les différents supports admissibles à la réalisation de revêtements de sol coulés à base de résine de synthèse. Il s'agit :

- des dalles en béton, chapes adhérentes ou dallages armés,
- des chapes désolidarisées ou flottantes,
- des dallages en béton armé,
- de certains types de planchers (se reporter à l'article 5.2.1.4 du **NF DTU**),
- de sols chauffants à température limitée en surface,
- d'autres supports bénéficiant d'un **Avis Technique** favorable.

Note : le texte du NF DTU précise les spécificités que doivent présenter ces différents supports.

Dans le cas où le revêtement serait à l'intérieur ou à l'extérieur et soumis à des charges importantes comme le passage de véhicules, il faut se reporter à d'autres textes, comme ceux qui traitent des SEL... bien que ces textes imposent sensiblement les mêmes techniques de préparation des supports en béton.

Le tableau ci-après détaille les articles 5, 6 et 7 du NF DTU 54.1 relatifs aux exigences concernant les supports admissibles ainsi que sur les travaux préparatoires à y effectuer.

Désignation	Article du NF DTU 54.1	Exigences contenues dans les articles et relatives :
Supports admissibles	5.2	- à la propreté du support, à sa résistance et à la nécessité d'une préparation
		- au respect d'un taux d'humidité maximal donné dans le tableau ci-après
		- à l'utilisation d'un revêtement perméable à la vapeur d'eau ou à la pose d'un pare-vapeur bénéficiant d'un Avis Technique favorable en cas de pose sur un dallage ne reposant pas sur un pare-vapeur
	5.2.1	- à la mise en place d'un pare-vapeur bénéficiant d'un Avis Technique favorable sous le revêtement si le taux d'humidité résiduel du support est excessif
		- aux caractéristiques du support visées dans le tableau 1 du NF DTU reproduit ci-après
		- à la pente minimale du support > 1 cm/ml
5.3	- à l'obligation d'utiliser une pompe à carbure si le taux d'humidité d'équilibre HRE mesuré avec une sonde hygrométrique est > 80%	
	- au respect des tolérances de planéité du support fixées dans le tableau 2 du NF DTU reproduit ci-après	
		- à la nécessité de disposer d'un revêtement dont la technique de mise en œuvre bénéficie d'un Avis Technique favorable dans le cas d'un support présentant un risque de remontées d'humidité

Désignation	Article du NF DTU 54.1	Exigences contenues dans les articles et relatives :
Travaux préparatoires des supports	6.1.1	- aux techniques de décapage des supports à base de liants hydrauliques pour éliminer les dépôts et la laitance, décapage suivi d'une aspiration intensive. Se reporter aux tableaux 3 et 4 du NF DTU reproduits ci-après. - au contrôle de la cohésion du béton support par des essais d'arrachement. (la rupture doit être cohésive sur plus de 80% de la surface et les résistances mesurées de toutes les éprouvettes doivent être supérieures aux minima du tableau ci-après)
	6.1.2	- aux préparations spécifiques du support destinées à corriger certains de ses défauts (reprofilage, couche d'imprégnation, primaire...) Ces préparations doivent être décrites par le concepteur du revêtement dans la fiche système
	7.2.1	- à l'ancrage des bords de chaque revêtement dans une saignée dont les dimensions minimales sont de : 5 mm de largeur et de 10 mm de profondeur
	7.2.2	- au traitement des fissures évolutives qui ne relève pas du présent NF DTU - au traitement des fissures de retrait qui dépassent 0,3 mm d'ouverture et qui ne relève pas du présent NF DTU - au traitement des fissures d'ouverture $\leq 0,3$ mm qui doivent être ouvertes sur une profondeur de 10 mm suivi d'un remplissage de la saignée par un micro-mortier de type PC (riche en liant à base de résine)
Traitement des joints de retrait et des arrêts de coulage du support en béton Sauf disposition contraire des DPM	7.2.3	- aux joints de retrait qui apparaissent dans le support et qui doivent être traités comme des fissures (voir l'article 7.2.2) - au sciage des joints de retrait après coulage du revêtement et à leur remplissage par un fond de joint surmonté d'un mastic conforme à la fiche système - aux planchers chauffants dont l'épaisseur de la chape ou de la dalle rapportée doit permettre le sciage des joints de retrait sans risque pour les canalisations

Tableau n° 46 : récapitulation des exigences relatives à l'état des supports et à leur préparation (extrait du NF DTU 54.1)

Note : des fissures et des déformations peuvent apparaître dans les systèmes de revêtement de sol au niveau des joints de retrait et des arrêts de coulage du support en béton comme les chapes et dalles rapportées (incidence des écarts de température dans les locaux). Ces défauts doivent être traités comme indiqué dans le tableau ci-devant.

Caractéristiques	Locaux à sollicitations faibles Type P2	Locaux à sollicitations modérées Type P3	Locaux à sollicitations Fortes Type P4	Locaux à sollicitations fortes + Chocs Type P4S	Méthodes d'investigation
Classe	> C 16	> C 20	> C 25	> C 25	NF EN 13813
Résistance en compression en N/mm ² (MPa)	> 16	> 20	> 25	> 25	Essais EN 13002-2
Rupture cohésive (MPa)	R > 0,7	R > 1	R > 1,5	R > 1,5	Adhérence par traction NF EN 13002-4 Dynamomètre de traction
Porosité	> 60s < 240s	> 60s < 240s	> 60s < 240s	> 60s < 240s	Test à la goutte d'eau

Caractéristiques	Locaux à sollicitations faibles Type P2	Locaux à sollicitations modérées Type P3	Locaux à sollicitations Fortes Type P4	Locaux à sollicitations fortes + Chocs Type P4S	Méthodes d'investigation
Humidité résiduelle du support hydraulique (*)	< 4,5%	< 4,5%	< 4,5%	< 4,5%	Bombe au carbure à 4 cm de profondeur minimum dans le support
Humidité relative d'équilibre HRE (*)	< 80% HR	< 80% HR	< 80% HR	< 80% HR	Sonde hygrométrique à 5 cm de profondeur
Fissure	< 0,3 mm	< 0,3 mm	< 0,3 mm	< 0,3 mm	Relevé, analyse et traitement

(*) le titulaire du revêtement de sol en résine doit choisir l'une des méthode de mesure du taux d'humidité

Tableau n° 47 : caractéristiques exigées des supports (extrait du NF DTU 54.1)

Note : la ligne du tableau 1 du NF DTU ci-dessus relative à l'humidité résiduelle des supports à base de sulfate de calcium a été supprimée car le présent guide FABEM 4 ne traite que des supports à base de liants hydrauliques.

Supports	P2	P3	P4	P4S	Méthodes d'investigation
Dalle béton, dallage, plancher intermédiaire	7 mm	7 mm	7 mm	7 mm	Règle de 2 m
Dalle béton, dallage, plancher intermédiaire	2 mm	2 mm	2 mm	2 mm	Réglet 0,20 m
Chape rapportée	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	Règle de 2 m
Chape rapportée	1 mm	1 mm	1 mm	1 mm	Réglet 0,20 m

Tableau n° 48 : exigences de planéité du support (tableau 2 extrait du NF DTU 54.1)

Tableau 3-Techniques recommandées pour les supports de résistance à la compression inférieure à 25 MPa

Épaisseur du système de revêtement à appliquer	Technique recommandée
De 1 mm à 2 mm	Surfaçage diamant ou à molettes ou rectifieuse
Supérieure à 2 mm	Fraisage ou surfaceuse à molettes

Tableau 4-Techniques recommandées pour les supports de résistance à la compression supérieure à 25 MPa

Épaisseur du système de revêtement à appliquer	Technique recommandée
De 1 mm à 2 mm	Grenaillage ou surfaceuse diamant ou surfaceuse à molettes
Supérieure à 2 mm	Grenaillage ou rabotage/fraisage

Tableau n° 49 : techniques de préparation des supports en béton (tableaux 3 et 4 extraits du NF DTU 54.1)

Résistances minimales à l'arrachement du béton après préparation du support (MPa)	Classes des locaux
0,7	P 2
1	P 3
1,5	P 4 et P 4S

Tableau n° 50 : résistances minimales à l'arrachement (extrait du NF DTU 54.1)

Remarque : la réalisation des revêtements d'étanchéité liquide (SEL) imposent sensiblement les mêmes techniques de préparation des supports en béton.

5.2.2.3.5 Préparation du support pour la mise en œuvre d'enduits et revêtements d'imperméabilisation et de décoration à base de liants hydrauliques ou organiques sur des murs extérieurs et soubassements en béton

5.2.2.3.5.1 Préparation du support pour la mise en œuvre d'enduits d'imperméabilisation à base de liants hydrauliques sur des murs extérieurs et soubassements en béton (NF DTU 26.1)

Les enduits d'imperméabilisation, suivant la finition exigée, peuvent avoir, en plus, **une fonction de décoration**. De tels enduits, à base de liants hydrauliques, peuvent être de type : monocouche, multicouche, de finition, de soubassement...

Le **NF DTU 26.1** concerne les **murs de façade** mais aussi les **murs de soubassement** (pour les soubassements, les mortiers pour enduits doivent être hydrofugés). Les exigences concernant l'état du support et les travaux préparatoires visés dans le présent article sur les murs de façade sont applicables.

Le **cahier des clauses spéciales (CCS)** du **NF DTU 26.1** donne la **consistance des travaux** (préparation des supports avant la mise en œuvre des produits et systèmes). Ce **NF DTU** s'applique aux travaux neufs comme aux travaux de rénovation exécutés sur d'anciens fonds revêtus ou non. Le présent **guide FABEM 4** se limite à traiter des enduits sur bétons courants et soignés, bétons caverneux et bétons de granulats légers. D'autres types de supports sont aussi traités par ce **NF DTU**.

Le **NF DTU 26.1** peut aussi être appliqué pour la préparation des supports destinés à la mise en œuvre d'enduit à base de ciments et de polymères modifiés que l'on trouve dans le domaine d'application de la norme **NF EN 13914-1**.

Les travaux à réaliser appartiennent entièrement au domaine de la maçonnerie et/ou de la réparation, sauf si un revêtement de finition, tel qu'une mise en peinture, est prévu.

ATTENTION, le présent **NF DTU** ne traite pas d'une **étude préalable des supports existants** revêtus ou non mais le **CCS** précise que les **DPM** doivent indiquer si des ouvrages de renformis sont nécessaires.

Le **tableau ci-après** détaille l'**article 8 du NF DTU 26.1** relatifs aux exigences concernant les supports admissibles ainsi que sur les travaux préparatoires à y effectuer.

Désignation	Article du NF DTU 59.3	Exigences contenues dans les articles et relatives :
Supports admissibles		-à la planéité du support -à la propreté du support -à la rugosité du support -à l'élimination de l'ancien revêtement si nécessaire
Travaux préparatoires des supports	8.1	-aux travaux de préparation d'un support lisse par : - repiquage, sablage - brossage ou lavage à l'eau sous pression suivi de la réalisation d'un gobetis d'accrochage ou d'un enduit de dressement
		-à la reprise par ragréage des défauts locaux de planéité (trous, balèvres...) avec un mortier d'enduit de dressement ou un mortier de réparation de classe R1 ou R2 conforme à la norme NF EN 1504-3 .
	-à la reprise par ragréage avec un mortier de réparation de classe R3 ou R4 conforme à la norme NF EN 1504-3 des défauts lorsque le mortier est en contact avec des armatures. -à la composition d'un gobetis : - mortier de recette ou performantiel de liants hydrauliques, avec ou sans résine d'adjonction (selon le NF DTU 26.1 P1-2 – CGM) - mortier de polymères (par exemple : micro-gobetis), en pâte prête à l'emploi	
8.2	à l'exécution d'un enduit de dressement pour corriger la géométrie du support (cet enduit pouvant servir de couche de finition ou de support à un enduit de finition)	

Tableau n° 51 : récapitulation des exigences relatives à l'état des supports et à leur préparation (extrait du NF DTU 26.1)

Note : l'enduit de dressement est destiné à couvrir intégralement et sur une certaine épaisseur le support ce qui le différencie d'un enduit de ragréage. La mise en œuvre d'un mortier de ragréage mince (5 mm) est proscrite.

Le dosage d'une **recette de gobetis** pour l'application manuelle ou par projection d'enduits multicouches ou monocouche sur béton lisse est de 500 à 600 kg/m³ de ciment CEM I ou II de classe 42,5 ou 32,5.

L'**enduit de dressement** est réalisé en une couche avec un mortier performantiel (GP) de classe de résistance CS III (3,5 à 7 MPa) ou CS IV (≥ 6 MPa) ou un mortier de recette du tableau 12 du **NF DTU 26.1** à base de liants hydrauliques avec ajout d'une résine d'adjonction et/ou d'un adjuvant définis dans le **NF DTU 26.1 P1-2 (CGM)**.

Tableau 12 — Dosages de l'enduit de dressement sur béton

Dosage en liant en kg par m ³ de sable sec (voir annexe A)	
Liants	Dosages
CEM II 32.5	500
CEM I ou II 42.5	400

NOTE Dans le cadre d'un environnement agressif (ex. milieu marin ou agricole) un ciment CEM V/A avec le label «PM-ES» peut être utilisé.

Tableau n° 52 : dosage d'un mortier pour enduit de dressement (extrait du NF DTU 26.1)

Le marché fixe la qualité de finition de l'enduit qui peut-être lissé, taloché, projeté. La finition doit être compatible avec la mise en place d'un revêtement de protection ou décoratif si une telle finition est prévue. D'autres finitions sont possibles (rustique, tyrolien...).

5.2.2.3.5.2 Préparation du support pour la mise en œuvre d'enduits d'imperméabilisation et de décoration à base de liants organiques sur des maçonneries extérieures

Le NF DTU 26.1 ne vise pas la mise en œuvre d'enduits de maçonnerie relevant de la norme **NF EN 15824** dont le liant principal est un matériau organique (la norme ne figure pas dans les références normatives) et il n'existe pas de texte de remplacement. Cependant, bien entendu, un support sec et propre conforme aux exigences combinées du **NF DTU 26.1 et de la fiche technique** relative à un enduit organique est à même de recevoir ce type de produit où système.

5.2.2.3.5.3 Préparation du support pour mise en œuvre de revêtements d'imperméabilisation à base de liants hydrocarbonés sur des soubassements en béton

En l'absence de texte à caractère normatif, il faut se reporter aux fiches techniques des fabricants des produits.

Normalement, le support doit être en bon état (absence de nids de cailloux, arrachements...) sains, adhérent, sans trace d'huile ou de graisse et sec... : exigences déjà développées ci-devant.

5.2.2.3.6 Préparation du support pour la mise en œuvre d'enduits et de revêtements d'imperméabilisation et/ou d'étanchéité à l'intérieur de cuvelages

Note : le présent guide se limite aux travaux de réalisation ou de réfection d'un cuvelage par un revêtement d'imperméabilisation adhérent aux parois et sols à l'intérieur de la structure.

Le cahier des clauses spéciales de la norme-DTU 14.1 donne la **consistance des travaux**, d'une part, de **l'entreprise de gros œuvre** et, d'autre part, de **l'entreprise d'étanchéité**. Il impose une **coordination entre les deux entreprises** avec un échange réciproque de données.

Il est rappelé que les revêtements d'imperméabilisation (revêtements minces ou épais à base de mortier, revêtement à base de résine, revêtement de minéralisation de surface), en l'absence d'une normalisation, font l'objet d'un **Avis Technique**.

Les revêtements d'imperméabilisation n'étant pas prévus pour résister à la fissuration du support, le support doit être stable. Ceci impose que :

- lors de la réalisation du gros œuvre, des précautions particulières d'exécution soient prises pour avoir un béton homogène et compact ;
- le béton de la structure ait au moins 28 jours avant la réalisation du revêtement pour limiter les effets du retrait, sauf en cas de recours à un procédé spécifique ;
- la majeure partie des charges permanentes s'exercent avant la réalisation du revêtement.

Note : se reporter au DTU qui donne avec croquis à l'appui les dispositions constructives à respecter (liaison structure et retours, joints, rampes d'accès...).

Un constat contradictoire de l'état du support doit être effectué pour contrôler la conformité du support aux exigences de la **norme-DTU** et vérifier la compatibilité du procédé d'imperméabilisation avec le support (texture, résistance à l'arrachement, types de fissures [inertes, en phase de stabilisation, actives], présence d'eau...). Les conditions de **rémunération des travaux supplémentaires** éventuellement nécessaires doivent être précisées. Se reporter à l'article 4.2.4.1.

Le tableau ci-après détaille l'article 4 de la norme-DTU 14.1 relatifs aux exigences concernant les supports admissibles ainsi que sur les travaux préparatoires à y effectuer.

Désignation	Article du NF DTU 59.3	Exigences contenues dans les articles et relatives :
Supports admissibles	4.2.4	- au respect des caractéristiques de parements courants de la norme-DTU 21 (flèche sous la règle de 2 m : 7 mm, flèche sous le réglet de 0,20 m : 2 mm, texture P(2) E (1, 1, 1) sauf exigence supérieure des DPM
		- à la remise en conformité du support, qui relève normalement de l'entreprise de gros œuvre et aux produits ragréages nécessaires, qui doivent être compatibles avec le procédé d'imperméabilisation de l'entreprise d'étanchéité
Travaux préparatoires des supports neufs, existants revêtus ou non	4.2.5	- au rabattement de nappe éventuellement nécessaire et à sa durée (pour éviter la présence d'eau à la surface du support pendant la mise en œuvre et le durcissement du revêtement). Cette opération relève normalement de l'entreprise de gros œuvre sauf disposition contraire des DPM
	4.3.2	à la préparation du support pour le rendre compatible avec le procédé d'imperméabilisation : - chanfreinage des arêtes, réalisation de gorges arrondies dans les cueillies... - traitement des lèvres des joints et des fissures

Tableau n° 53 : récapitulation des exigences relatives à l'état des supports et à leur préparation (extrait de la norme-DTU 14.1)

Se reporter aux articles 4.4 (parois moulées ou préfabriquées), 4.5 (autres parois) et 4.6 (radiers gênés) de la **norme-DTU** qui détaille les dispositions particulières à prendre.

Cet article traite pour les **domaines du génie civil et du bâtiment**, tout d'abord de la **préparation de l'opération** de mise en œuvre de différentes protections de surface du béton puis, ensuite, de sa réalisation, laquelle est précédée par la **préparation des produits et systèmes**.

5.3.1 GÉNÉRALITÉS – PRÉPARATION DE L'OPÉRATION

Remarque : l'article 5.1 ci-devant indique que les travaux comportent trois phases (la première traite de la préparation du support). Dans le présent article, pour améliorer la clarté de la présentation, la seconde phase concernant la préparation de l'opération et la troisième phase relative à la conduite de l'opération ont été réunies.

Le marché demande à l'**entrepreneur** de proposer à l'acceptation du **maître d'œuvre** les **deux procédures et les deux cadres de documents de suivi** relatifs, d'une part, à la **préparation de l'opération** et, d'autre part, à la **réalisation de l'opération**.

Les techniques, le personnel ainsi que les **moyens et produits à mettre en œuvre** seront ensuite validés par l'**ÉPREUVE DE CONVENANCE** correspondante avant tout commencement de réalisation des travaux de mise en œuvre.

Ces deux procédures sont intégrées dans la **procédure relative aux travaux** et ces **deux cadres de documents de suivi** sont intégrés dans le **cadre du document de suivi des travaux**. Ces deux documents généraux sont visés dans l'**article 5.1** ci-devant.

Les opérations suivantes doivent avoir été effectuées et validées par le maître d'œuvre :

- **l'épreuve de convenance relative à la préparation du support**, la préparation de l'opération et sa mise en œuvre le tout étant lié à un **POINT D'ARRÊT** (se reporter à l'article 6.3 ci-dessous) ;
- **la préparation des supports** sur lesquels les produits et systèmes doivent être appliqués (se reporter à l'article 5.2 ci-dessus) ;

Doivent être disponibles sur le chantier :

- **les procédures de préparation et de réalisation de l'opération et les documents de suivi** ;
- **les fiches techniques** qui définissent les conditions de préparation et de mise en œuvre des produits et les matériels à utiliser ;
- **les fiches de données de sécurité (FDS)** qui définissent les précautions à prendre ;
- **le personnel et le matériel nécessaires à la préparation des produits, à leur mise en œuvre et aux opérations de contrôle...**

Il faut impérativement respecter :

- **les limites d'emploi des produits** liées à la température et à l'hygrométrie ambiante et à la température et à l'humidité du support ;
- **le temps et les conditions de mélange** (vitesse et durée de malaxage) ;
- **les précautions à prendre** en fonction des risques que présentent les produits (toxicité, inflammation, explosion...) ;
- **le temps de mûrissement et la durée pratique d'utilisation des produits et systèmes...**

L'opération de mise en œuvre d'un produit ou d'un système assurant une protection de surface du béton ne peut avoir lieu que si les conditions thermiques et hygrométriques d'emploi des produits sont respectées (se reporter à **la fiche technique du produit et à la procédure d'exécution**). Il est donc nécessaire **de mesurer la température du support et celle de l'atmosphère**, ainsi que, pour certains produits ou système comme les peintures..., **l'hygrométrie de l'air**, avant tout début de l'opération. Ces mesures doivent être renouvelées si les conditions climatiques

évoluent pendant l'opération. La mise en place d'un **abri de protection** peut permettre d'éviter des variations trop rapides de la température du support.

L'essai n°25 relatif au « **point de rosée** » de la norme harmonisée **NF EN 1504-10** donne un extrait du tableau des normes de **1985 ISO 4677-1** (Atmosphères de conditionnement et d'essai – Détermination de l'humidité relative – Partie 1 : Méthode utilisant un psychromètre à aspiration) et **ISO 4677-2** (Atmosphères de conditionnement et d'essai — Détermination de l'humidité relative — Partie 2 : Méthode utilisant un psychromètre fronde). On y retrouve les températures du point de rosée en fonction de la température sèche ambiante et de l'humidité atmosphérique relative ambiante. Il est aussi possible d'utiliser l'abaque de la Figure n° 15 ci-après.

Par exemple, pour une température extérieure de 20°C et une humidité relative de 60%, la condensation se produit sur le support si sa température est inférieure ou égale à 12°C (si la température est négative, il y a formation de givre).

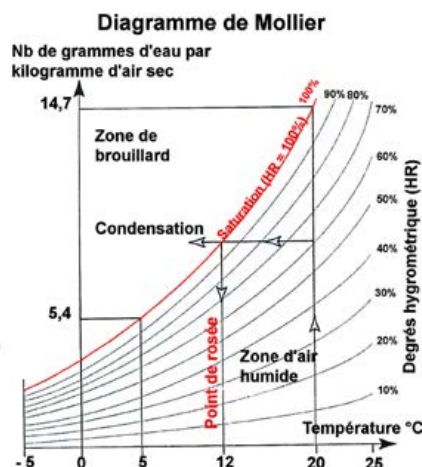


Figure n° 15 : abaque de détermination du point de rosée (diagramme de Mollier)

5.3.2 PRÉPARATION DES PRODUITS

5.3.2.1 Généralités

Les différents **NF DTU (54.1, 59.1, ...)** et **normes-DTU (14.1, 59.3...)**, les normes françaises (**NF P95-1**...**) et les normes européennes (séries **EN 1062-***, **EN 1504-**...**) ne donnent que peu d'indications sur la préparation des divers produits et systèmes. Elle est, en revanche, développée dans certains **fascicules du CCTG**, dans différents **guides techniques du LCPC et/ou de l'ex-Sétra**, dans les **Avis Techniques** et dans les **cahiers des charges des fabricants**.

L'article 4.5 ci-dessus, qui traite **des matériels de préparation des produits**, détaille, en fonction des types de produits (produits monocomposant, produits multicomposant, mortiers à base de liants hydrauliques...), les précautions générales à respecter (vitesse et durée de malaxage, durée de mûrissement...). L'article suivant, pour éviter des redites, ne traite que de généralités et renvoie à **l'article relatif aux matériel de préparation ci-dessus**.

5.3.2.2 Préparation des produits prêts à l'emploi

Les récipients, le matériel et les outils utilisés doivent être propres et secs.

5.3.2.2.1 Préparation des produits monocomposant

Ces produits (imprégnations, peintures, revêtements, produits hydrocarbonés [pâte ou en émulsion]...) doivent généralement être homogénéisés après ouverture de leur contenant et avant leur mise en œuvre.

5.3.2.2.2 Préparation des produits multicomposants

Les produits doivent être préparés et mélangés en suivant scrupuleusement **les indications de la fiche technique du fabricant et la procédure de mise en œuvre**. Il faut, en particulier, respecter l'ordre d'introduction des différents constituants.

Certains produits (produits **CC**) sont prêts à gâcher ; il suffit de les mélanger avec la quantité d'eau nécessaire.

Les produits (**PCC et PC**) sont le plus souvent en **conditionnements pré-dosés (ou « kits »)**. **Ces conditionnements ne doivent jamais être fractionnés**. Tout manquement à cette règle peut entraîner, pour un mortier à base de liants organiques, la perte de ses caractéristiques mécaniques par défaut de polymérisation de la résine.

Il est rappelé, que pour les produits de peinture et les systèmes de revêtements à base de liants organiques, la vitesse de rotation du malaxeur (quelques centaines de tours par minute) et la forme de l'hélice doivent être adaptées pour permettre un mélange homogène en consistance et en couleur des composants, qui sont plus ou moins visqueux, et pour éviter l'inclusion d'air dans le mélange.

Lorsqu'il s'agit de produits à diluer, il est impératif de respecter **la nature et les proportions du diluant**, que celui-ci soit un produit chimique ou de l'eau.

5.3.2.3 Préparation des produits fabriqués sur le chantier ou en centrale

Les récipients, les matériels et les outils utilisés doivent être propres et secs.

Les produits doivent être préparés et mélangés en suivant scrupuleusement **les indications de la procédure de mise en œuvre**. Il faut, en particulier, respecter l'ordre d'introduction des différents constituants et leur dosage.

Le chantier ou la centrale doivent donc disposer de **moyens de pesage étalonnés** permettant de satisfaire aux mêmes tolérances de fabrication que les produits prêts à l'emploi normalisés du même type.

Avant toute mise en œuvre, ces produits sont soumis à une **ÉPREUVE DE CONVENANCE DE FABRICATION** pour s'assurer qu'ils peuvent être fabriqués sur le chantier ou en centrale en respectant les tolérances prévues **au marché** et dans **la procédure d'exécution**.

5.3.2.4 Préparation des armatures textiles...

Ces produits sont livrés le plus souvent en rouleaux. Ils sont recoupés sur le chantier aux bonnes dimensions en respectant bien les débords nécessaires pour permettre le recouvrement entre les différents lés sans empilements excessifs.

5.3.3 RÉALISATION DE L'OPÉRATION – MISE EN ŒUVRE DES DIFFÉRENTES PROTECTIONS DE SURFACE DU BÉTON

5.3.3.1 Généralités

Rappel : dans le cadre d'une démarche volontaire, l'**Avis Technique (ATec)** concerne un produit innovant. Le **Document Technique D'application (DTA)** traite de la mise en œuvre de produits faisant l'objet d'un marquage **CE** mais, dans certaines **normes-DTU**, apparaît le terme **Document d'Application**.

La réalisation de l'opération, sauf disposition contraire du marché, ne peut avoir lieu sans un accord formel du maître d'œuvre (**POINT D'ARRÊT**). Elle est préparée et réalisée conformément aux dispositions des **procédures de préparation et de réalisation de l'opération**, qui, suivant le **domaine concerné** (génie civil ou bâtiment), reprend les dispositions du marché, celles des fiches techniques des produits et systèmes, les prescriptions des normes en vigueur (en particulier la norme homologuée **NF P95-103** ainsi que les **normes-DTU**), les **Avis Techniques**, les **Documents Techniques d'Application**, les **recommandations professionnelles** et les règles de l'art. Les documents de suivi correspondants sont remplis au fur et à mesure de l'avancement des opérations.

La **procédure de préparation et de réalisation de l'opération doit fournir au minimum les informations suivantes** :

- le ou les matériels à utiliser ;
- les conditions thermiques et hygrométriques de l'atmosphère et du support à respecter ;
- les précautions à prendre par temps froid ou chaud, en cas de vent ou de fort ensoleillement ;
- les dispositifs de protection contre la poussière, le vent, la pluie et le soleil ;
- la qualité que doit présenter le support après préparation (planéité, texture, propreté, humidité, température, pH...) ;
- la nature et le nombre des couches ;
- la consommation prévisible ;
- l'épaisseur finale (sauf pour les imprégnations hydrophobes ou non) ;
- les délais de recouvrement entre les couches ;
- la durée de séchage ;
- la nature des finitions possibles ;
- le traitement des points particuliers ;
- les contrôles à effectuer, les moyens de mesure à mettre en œuvre et les conditions d'interprétation des résultats des mesures ;
- les techniques de reprise des défauts constatés ;
- etc.

Le présent article comporte ci-après trois parties :

- **la première**, basée sur une analyse des textes à caractère normatif dans le **domaine du génie civil**, traite des exigences à respecter lors de la mise en œuvre :
 - des imprégnations hydrophobes,
 - des imprégnations,

- des revêtements,
- des mortiers et bétons ajoutés ;
- **la seconde**, basée sur une analyse des textes à caractère normatif dans le **domaine du bâtiment**, traite des exigences à respecter lors de la mise en œuvre :
 - de revêtements sur les murs de façade et les sols neufs et existants,
 - de chapes et dalles non structurelles sur planchers intérieurs,
 - de résines coulées sur les sols intérieurs,
 - d'enduits épais à base de liants hydrauliques sur les murs en béton (murs extérieurs, soubassements...),
 - des divers revêtements d'imperméabilité, voire d'étanchéité des cuvelages (voir la note ci-après),
 - de liants hydrocarbonés sous diverses formes sur les soubassements ;

Note : les cuvelages peuvent recevoir divers types de revêtements d'imperméabilisation intérieurs : à base de liants hydrauliques adjuvés, de résines ... Bien entendu, le cas des cuvelages à structure relativement étanche n'ayant pas besoin de revêtements de protection n'est pas traité.

Note : la mise en œuvre des produits anti-graffiti et celle des enduits hydrocarbonés sont également évoquées malgré l'absence de textes à caractère normatif.

- **la troisième** détaille les **techniques** de mise en œuvre des protections de surface du béton les plus courantes en fonction des produits et du matériel utilisés. **En effet, ces techniques ne figurent pas dans les textes à caractère normatif.**

5.3.3.2 Domaine du génie civil - Mise en œuvre des produits et système de protection du béton

5.3.3.2.1 Mise en œuvre des produits et systèmes conformes à la norme NF EN 1504-2

5.3.3.2.1.1 Généralités sur la mise en œuvre des produits et systèmes conformes à la NF EN 1504-2

L'article 6.4.2.2 de la norme NF P95-103 précise que, lors de la mise en œuvre des imprégnations hydrophobes, des imprégnations et des revêtements, doivent être respectées les spécifications définies par le fabricant du produit ou du système concernant :

- la température du support ;
- la température de l'atmosphère ambiante ;
- l'humidité du support (en surface et en profondeur) ;
- le pH du support ;
- la durée de séchage et les délais de recouvrement entre couches successives.

De plus, les produits ou système ne doivent pas être appliqués dans des conditions défavorables de vent ou de pluie et s'il y a risque de gel dans les 24 heures (**la norme a oublié** d'indiquer que l'interdiction concerne aussi le cas où le support est gelé).

En outre, la température du support doit être supérieure d'au moins 3°C par rapport à celle du point de rosée pour éviter d'avoir un support condensant.

Enfin, il peut être nécessaire de protéger le support contre les effets de la pluie, du vent et du soleil avant, pendant et après l'application des produits ou système.

On retrouve les mêmes exigences de mise en œuvre dans le **chapitre 11 du fascicule 65 du CCTG** relatif aux peintures qui précise en sus :

- l'interdiction d'application d'une peinture sur un support ruisselant ou condensant ;
- les moyens à utiliser pour mesurer l'humidité du support (utilisation d'une **sonde hygrométrique ou d'une bombe à carbure**) ;
- l'interdiction du séchage du support à la flamme, seul l'air sec ou un rayonnement infra-rouge sont autorisés.

Note : la norme NF P95-103 comme le fascicule 65 ne fixent pas de valeurs limites pour les conditions thermo-hygrométriques... Ce n'est pas le cas de la norme NF EN 1504-10 et des normes-DTU et NF DTU auxquelles il est possible de se référer.

La norme européenne harmonisée **NF EN 1504-10** donne essentiellement des méthodes de mesures :

- essai n°10, température du support ;
- essai n°24, vitesse du vent à fixer ;
- essai n°25, température du support et point de rosée ;
- essai n°9, teneur en eau du support en fonction de la nature du produit. Les mesures se font au moyen de méthodes visuelles, de sondes hygrométriques, de prélèvements... ;
- essai n°11, mesure de la carbonatation (pH) conformément à la norme **NF EN 14630**.

Note : l'annexe B du NF DTU 54.1 P1.1 et les règles professionnelles SEL fixent la procédure de mesure de l'humidité d'un support béton en profondeur par sonde hygrométrique (~5 cm) ou bombe à carbure (≥ 4 cm).

Des informations techniques sur la mise en œuvre des revêtements de protection illustrées par de nombreux croquis et images peuvent être trouvées dans les **guides du LCPC** suivants :

- **la note d'information technique de 1978 du LCPC** relative à la mise en peinture des bétons de génie civil ;
- **le guide technique de 1996 du LCPC** relatif au choix et à l'application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton ;
- **le guide technique de 1999 du LCPC** relatif à la mise en peinture des bétons de génie civil ;
- **le guide technique de 2002 du LCPC** sur l'application de produits et systèmes de protection à la surface du parement, qui fait référence au guide technique de 1999 du LCPC et à la norme harmonisée **NF EN 1504-10**...

5.3.3.2.1.2 Mise en œuvre des produits et systèmes conformes à la NF EN 1504-2 - Cas des imprégnations hydrophobes

L'article **6.4.2.2 de la norme NF P95-103** attire l'attention sur les points suivants :

- l'utilisation d'un produit crémeux à la place d'un produit liquide pour limiter l'évaporation si le chantier est soumis au vent ou à des courants d'air ;
- l'application du produit du bas vers le haut ;
- le respect strict de la procédure de mise en œuvre validée lors de **l'épreuve de convenance** dans le cas où l'imprégnation hydrophobe est mise en place par projection. Cela concerne : la pression, le type de buse... ;
- la nécessité de s'assurer que la **profondeur de pénétration exigée du produit** est bien obtenue, ce qui peut imposer d'ajouter des couches de produit supplémentaires ;
- les précautions à prendre dans le cas où un revêtement final est combiné à l'imprégnation hydrophobe.

Note : pour un nombre de couches donné, la régularité de la profondeur de pénétration du produit dans le béton est liée à l'homogénéité des caractéristiques du béton support (résistance, compacité, perméabilité...), béton sec ou humide.

Lors de L'ÉPREUVE DE CONVENANCE, les tests sont à effectuer sur toutes les zones du support dont les caractéristiques pourraient être différentes (zones de ragréage, recouvertes d'un enduit...) de façon à fixer le nombre de couches à appliquer. Ceci impose également que la reconnaissance préalable du support ait bien identifié les zones susvisées.

5.3.3.2.1.3 Mise en œuvre des produits et systèmes conformes à la NF EN 1504-2 - Cas des imprégnations

Ces produits sont d'une application limitée en **génie civil** ; aussi, l'article **6.4.2.2 de la norme NF P95-103** évoque simplement les divers moyens de mise en œuvre. En cas de recours à de tels produits, il faut consulter les fiches techniques des fabricants et faire faire des tests pour définir la **procédure de mise en œuvre** ainsi que les **contrôles** à effectuer.

5.3.3.2.1.4 Mise en œuvre des produits et systèmes conformes à la NF EN 1504-2 - Cas des revêtements

Il y a lieu de rappeler la nécessité de respecter les exigences (conditions thermo-hygrométriques, protections contre les intempéries...) de la norme **NF P95-103** susvisées dans le paragraphe généralités du présent article.

De plus, l'article **6.4.2.2 de la norme NF P95-103** insiste sur les points suivants :

- l'importance du mélange et de l'homogénéisation de chacun des produits (primaire, intermédiaire, finition) du système de revêtement mis en œuvre ;
- le respect strict de la procédure de mise en œuvre validée lors de l'épreuve de convenance dans le cas où le revêtement est mis en place par projection. Cela concerne : la pression, le type de buse... ;
- la nécessité de mesurer lors de l'**ÉPREUVE DE CONVENANCE** les quantités de produit appliquées et les épaisseurs humides à obtenir pour avoir les épaisseurs de feuil sec exigées.

5.3.3.2.2 Mise en œuvre des mortiers et bétons ajoutés

L'article **6.4.2.2 de la norme NF P95-103** rappelle que les mortiers et bétons ajoutés à la surface d'un béton existant peuvent être mis en œuvre manuellement, par projection ou par coulage en place. Elle indique que ces produits peuvent être prêts à l'emploi, préparés en centrale ou sur le chantier. Elle renvoie pour la mise en œuvre à différentes normes (**NF P95-102, NF EN 14487-2, NF DTU 26.1**), au **fascicule 65 du CCTG** et aux **guides ASQUAPRO**.

De plus, le lecteur est invité à consulter les **guides FABEM 1** et **FABEM 5** dans lesquels il trouvera des informations complémentaires détaillées sur la mise en œuvre des mortiers et bétons.

5.3.3.3 Domaine du bâtiment – Mise en œuvre des produits et systèmes de protection du béton

5.3.3.3.1 Mise en œuvre des produits de peinture, revêtements et produits anti-graffiti sur des parois extérieures et sols en béton neufs ou existants

Il est rappelé que le **présent guide** se limite aux revêtements des parois extérieures (façades) en béton ou revêtus d'un enduit et aux revêtements des sols en béton ou ceux revêtus d'une chape ou d'une dalle à base de liants hydrauliques. Il est rappelé que le terme revêtement couvre les produits de peinture d'épaisseur >100 µm.

Suivant la partie du bâtiment concernée et les produits utilisés, il y a lieu de consulter les trois textes normatifs suivants :

- **NF DTU 59.1** : Travaux de bâtiments – Revêtements de peinture en feuil mince, semi-épais ou épais ;
- **NF DTU 42.1** : Travaux de bâtiment – Réfection de façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères ;
- **Norme-DTU 59.3** : Travaux de bâtiment – Peinture de sols.

Rappel : dans le cas de revêtements devant assurer **la protection des bétons** contre la carbonatation, les chlorures..., il y a lieu en sus de se référer aux normes **NF EN 1504-2, NF EN 1504-10 et NF P95-103**.

Suivant le type produit ou système à mettre en œuvre et la partie du bâtiment concernée, la mise en œuvre fait appel à des techniques spécifiques. Ces différentes techniques sont développées dans les sous-articles ci-après.

5.3.3.3.1.1 Mise en œuvre de produits de peinture en feuil mince, semi-épais ou épais sur des parois extérieures en béton neuves ou revêtues (NF DTU 59.1)

Exigences du NF DTU 59.1 (limitées dans le présent guide aux travaux extérieurs sur subjectiles en béton ou enduits à base de liants hydrauliques) :

- Lors de la préparation des travaux, en vue des vérifications et des contrôles de fin de travaux, doivent être exécutées et acceptées par le **maître d'œuvre** avant tout début des travaux (**POINT D'ARRÊT**) conformément à l'article 7.3 du **NF DTU 59.1** :
 - **les surfaces de référence** pour ouvrage témoin (10 m² si la surface totale dépasse 1000 m²) (rappel) ;
 - **les éprouvettes d'échantillon d'aspect** (surface 200 cm²) sur des plaquettes constituées par le même matériau que le support. Trois éprouvettes sont à réaliser et celle retenue est signée par **l'entrepreneur et le maître d'œuvre**. L'éprouvette est conservée sur le chantier dans un local aéré et éclairé ; son délai de validité est de 6 mois.
- **L'article 7 du NF DTU 59.1** relatif à la réalisation d'un revêtement sur une façade impose le respect des conditions minimales suivantes :
 - le subjectile doit être propre et dépoussiéré et avoir subi une préparation ;
 - le subjectile ne doit pas être gelé, condensant ou surchauffé ;
 - il faut éviter les conditions extérieures (vent, soleil...) activant le séchage ;
 - la température ambiante et celle du subjectile doivent être comprises entre +5°C et +35° ;
 - l'hygrométrie atmosphérique (**HR**) ne doit pas dépasser 80% pour une température > 5°C (90% dans les **DOM** si la température est élevée) ;
 - l'humidité du subjectile doit être ≤ 5% (rappel) ;
 - le pH du subjectile doit être ≤ 13 (rappel) ;

En outre, il est rappelé que :

- les teintes admises partout sont celles dont la luminescence Y > 35% et le coefficient d'absorption solaire < 0,7 ;
- le brillant spéculaires (très mat à brillant) doit figurer dans le **marché (DPM)** ;
- l'état de finition (C, B, A ou spécifique) doit figurer au **marché (DPM)**. En l'absence d'indication, l'état de finition C est retenu.

5.3.3.3.1.2 Mise en œuvre de revêtements d'imperméabilisation à base de polymères lors de la réfection de façades en béton existantes (NF DTU 42.1)

> Exigences du NF DTU 42.1 :

L'article 8 du NF DTU 42.1 relatif à la mise en œuvre des revêtements reprend les conditions minimales du NF DTU 59.1 susvisées ; il ajoute, en cas de **réparations locales** (zones d'éclatement par corrosion des armatures...), un délai minimum de **trois semaines**, sauf disposition contraire de la fiche technique du producteur. Ce délai peut être à augmenter par temps froid.

La norme, dans son **article 8.4**, insiste sur le traitement préalable des fissures, les travaux d'impression sur le subjectile après préparation et sur la mise en œuvre d'une armature dans le revêtement. Elle décrit aussi dans le détail le traitement de tous les **points singuliers** (joints, retours techniques, acrotères...).

On ne retrouve pas, comme dans le NF DTU 59.1, l'obligation des **éprouvettes d'échantillon d'aspect**. De plus, l'aire des **surfaces de référence** est réduite à 2 m² mais il faut prévoir autant de surfaces que de type de subjectile et de type de revêtement.

5.3.3.3.1.3 Mise en œuvre de produits de peinture sur des parois et sols en béton neufs ou existants (norme-DTU 59.3)

> Exigences de la norme-DTU 59.3 :

Cette norme- DTU datée d'**octobre 2000** est en fait un texte de **mai 1993** qui nécessiterait une révision. Les conditions minimales à respecter visées par l'**article 4** diffèrent légèrement de celles des deux textes ci-dessus vis-à-vis des exigences thermiques et hygrométriques :

- température du subjectile comprise entre +5°C et +25°C ;
- température de l'atmosphère comprise entre +8°C et +30°C ;
- hygrométrie atmosphérique ≤ 70%.

Les travaux d'application sont peu développés, l'**article 5** fait essentiellement référence à la **fiche technique du fabricant** (nombre de couches, délais de séchage et recouvrement). On retrouve comme dans le NF DTU 59.1 les mêmes obligations sur les éprouvettes d'échantillon d'aspect et les surfaces de référence.

5.3.3.3.1.4 Mise en œuvre de produits anti-graffiti sur des parois et sols en béton neufs ou existants

En l'absence de texte à caractère normatif, il faut se reporter à la fiche technique du fabricant. Ces produits peuvent être de type renouvelable (le revêtement est détruit lors du nettoyage) ou permanent. Généralement, ils s'appliquent sur un support propre et sec en deux couches séparées par un délai de séchage de plusieurs heures :

- soit, manuellement à la brosse ou au rouleau ;
- soit, avec un pulvérisateur basse-pression (le produit étant dilué) ou un pistolet sans air.

5.3.3.3.2 Mise en œuvre de chapes et dalles non structurales à base de liants hydrauliques sur des planchers intérieurs en béton (NF DTU 26.2)

5.3.3.3.2.1 Généralités

Cette mise en œuvre relève du **NF DTU 26.2**. Ces chapes et dalles, qui peuvent être adhérentes, désolidarisées ou flottantes (ces dernières ne doivent être soumises qu'à des sollicitations faibles), ont pour buts de :

- transmettre aux planchers intérieurs les charges permanentes et d'utilisation ;
- protéger les planchers intérieurs des sollicitations d'utilisation (faibles ou modérées ou fortes) ;
- participer à l'isolation acoustique et/ou thermique.

Rappel : les chapes fluides ne relèvent pas de la présente norme.

La partie exécution relève de l'**article 7** de la norme mais il faut tenir compte de l'âge du support visé à l'**article 6.1**, de la réalisation des joints visée à l'**article 8**, de l'état de surface imposé visé par l'**article 9** et des délais à respecter avant la livraison aux autres corps de métier visés à l'**article 10**.

5.3.3.3.2.2 Exigences du NF DTU 26.2

Les **articles 7 et 8 du NF DTU 26.3** fixent des exigences comme suit :

- **L'article 7.1** impose que le support présente :
 - la planéité requise ;
 - un état de surface requis ;
 - la propreté imposée.
- **L'article 7.2** rappelle, qu'une fois terminée, la chape ou la dalle présente les pentes exigées par le marché avec une pente minimale de 1 cm/m.
- **L'article 7.3** traite des contraintes pour les chapes et dalles rapportées adhérentes, à savoir :
 - un âge minimal du béton support ;
 - une humidification du support ou la mise en œuvre d'une barbotine ou d'une résine d'accrochage ;
 - des épaisseurs minimales (chapes \geq 3 cm et dalles \geq 5 cm).
- **L'article 7.4** traite des contraintes pour les chapes désolidarisées et flottantes, à savoir :
 - la désolidarisation verticale sur les bords et horizontale sur toute la surface ;
 - les types de couches de désolidarisation utilisables (sable, film de polyane...) ;
 - les types de couches isolantes utilisables ;
 - les épaisseurs minimales à respecter ainsi que la présence ou non d'une armature suivant que la chape ou la dalle est désolidarisée ou flottante,
- **L'article 7.5**, sur deux lignes, indique que le mortier ou le béton est répandu, puis damé et réglé et, si la finition l'exige, taloché.

Les techniques de mise en œuvre décrites pour les enduits ci-après sont utilisables pour la réalisation des chapes et dalles pour obtenir le respect des épaisseurs, des pentes.... **Les fiches techniques des fabricants** expliquent également les astuces de réalisation.

Classiquement, le maçon réalise des repères avec le mortier ou le béton, remplit ensuite de mortier ou de béton les zones situées entre les repères puis il procède au dressage en tirant une règle pour obtenir les épaisseurs et les pentes souhaitées. Enfin, il réalise le surfaçage à la taloche en respectant un délai d'attente après le dressage.

■ **L'article 8** traite des dispositions à respecter pour les différents joints :

- les joints du gros œuvre doivent être respectés ;
- les joints de retrait et de gros œuvre (arrêt de coulage) doivent être traités comme des joints de fractionnement si la chape ou la dalle est adhérente. Dans le cas contraire, les joints peuvent être recouverts mais des joints de fractionnement doivent être créés ;
- les joints périphériques sont à prévoir si les chapes et dalles sont désolidarisées ou flottantes ;
- les joints de fractionnement ($\geq 2/3$ de l'épaisseur de la chape ou de la dalle) sont destinés à limiter les risques de fissuration. Ils peuvent être des joints secs en cas d'une reprise de bétonnage ou obtenus par sciage ou par un profilé en plastique. Ils sont à prévoir pour les trois types de chapes ou dalles. Leurs emplacements, leurs dispositions, leur nombre... sont fixés par la norme dans son article 8.4 en fonction du type de chape ou dalle mais aussi du type de revêtement de sol (absence, peinture, carrelage...).

■ **L'article 9** traite de l'état de surface qui doit être fin et régulier. Il est obtenu par dressage à la règle, talochage manuel ou mécanique. Les planétés suivantes sont à respecter :

- normalement, 5 mm sous la règle de 2 m et 2 mm sous le réglet de 20 cm ;
- mais, dans le cas où le revêtement de sol est souple (moquette, PVC, vinyl...) : 5 mm sous la règle de 2 m et 1 mm sous le réglet de 20 cm,

Une fois la chape ou la dalle terminée, il faut attendre un certain laps de temps avant de la livrer aux **autres corps d'état** en tenant compte de l'importance des sollicitations qu'ils peuvent exercer.

■ **L'article 10** indique au minimum 3 jours pour une circulation piétonne mais au moins 15 jours pour une circulation lourde.

5.3.3.3 Mise en œuvre de revêtements coulés à base de résine de synthèses sur des planchers intérieurs en béton (NF DTU 54.1)

Il y a tout d'abord à rappeler l'importance du rapport contradictoire de reconnaissance du support qui figure dans l'annexe normative A.

Le contrôle des conditions d'application est nécessaire avant tout début de mise en œuvre conformément à **l'article 7.1 du NF DTU 54.1**. Il porte sur les points suivants :

- le respect des conditions fixées par la **FDS** (se reporter au **PPSPS**) ;
- l'interdiction d'accès aux autres corps de métier ;
- la libération des surfaces à traiter
- le respect du taux d'humidité du support (se reporter à l'article 5.2.1) ;
- le respect de la fourchette de température $+5^{\circ}\text{C} - +30^{\circ}\text{C}$ et d'un support à une température $\geq +3^{\circ}\text{C}$ au-dessus du point de rosée ;
- la garantie pendant la mise en œuvre d'une absence de changement des conditions ;
- le stockage conforme des composants du système.

Le traitement des **points particuliers** (différents joints, dispositifs de recueil et d'évacuation des eaux...) doit s'appuyer sur les exigences de **l'article 7.2 de la norme**,

La mise en œuvre est développée à l'article 7.3 de la norme ; le texte reste très général et ne décrit pas les **techniques de mise en œuvre**. Les principales exigences de cet article portent sur les points suivants :

- la protection de la surface réservée à la préparation des produits (prédosés ou dosés sur le chantier) pour éviter la pollution du support par des projections ;
- le respect de l'ordonnancement du concepteur, c'est-à-dire de l'ordre d'application des couches et des quantités (se reporter à la **fiche technique**) ;
- le respect du temps de mélange, de la durée de vie en pot et du temps d'attente (se reporter à la **fiche technique**),
- la vérification du temps de polymérisation qui est donné dans la fiche technique. Pendant toute cette durée, le support doit être maintenu à une température $\geq +3^{\circ}\text{C}$ au point de rosée.

Les conditions **thermiques et hygrométriques** peuvent être différentes de celles prises en compte dans la **fiche technique**. L'ÉPREUVE DE CONVENANCE permet d'ajuster les divers paramètres susvisés.

Les techniques de mise en œuvre et les précautions particulières à prendre pour mettre en œuvre un système donné sont développées dans la **fiche technique** du fabricant et l'**avis technique**. Par exemple sur les points suivants :

- la nécessité d'un primaire d'adhérence ;
- les épaisseurs à obtenir ;
- les consommations prévisibles ;
- les propriétés auto-lissantes ou non du système ;
- la nécessité de passer un rouleau débulleur ;
- la possibilité de rendre le revêtement antidérapant...

5.3.3.3.4 Mise en œuvre d'enduits et de revêtements d'imperméabilisation sur des murs extérieurs et soubassements en béton

5.3.3.3.4.1 Mise en œuvre d'enduits d'imperméabilisation à base de liants hydrauliques sur des murs extérieurs et de soubassements en béton (NF DTU 26.1)

Il s'agit des murs extérieurs en élévation, des pieds de mur, des soubassements.

> A. Généralités

Il est rappelé que le **présent guide** se limite à la mise en œuvre des enduits en mortiers sur des murs en béton sur lesquels ils assurent un certain rôle de protection et/ou de décoration sachant que le **NF DTU 26.1** traite aussi d'enduits sur des ouvrages en maçonnerie neuve ou ancienne de moellons...

> B. Exigences du NF DTU 26.1

Rappel : le domaine d'application de cette norme exclut les enduits minces de ragréage ou de lissage (≤ 5 mm).

L'article 4 de la norme sur la réalisation d'un enduit sur un mur en béton impose le respect des conditions minimales communes à tous les enduits suivantes :

- le support doit être propre et dépoussiéré et avoir subi une préparation ;
- le support doit être humidifié mais non ruisselant ;
- le support ne doit pas être gelé, condensant ou surchauffé et desséché ;
- la température ambiante doit être comprise entre $+5^{\circ}\text{C}$ et $+30^{\circ}\text{C}$;

- des protections (bâches, filets...) sont à mettre en place contre le rayonnement solaire et/ou le vent sec...

La réalisation d'un **enduit coloré** est interdite par le **NF DTU 26.1** à cause des risques de voir se développer des traces blanchâtres inesthétiques :

- si la température ambiante sort de la fourchette $+8^{\circ}\text{C} - +30^{\circ}\text{C}$;
- par temps de pluie, de brouillard, de forte humidité et une température $\leq +8^{\circ}\text{C}$.

Sur béton, la mise en œuvre est précédée de la réalisation d'un gobetis d'accrochage, 48 heures avant, pour améliorer l'adhérence du corps d'enduit.

Conformément aux **articles 8** (enduits sur béton de dressement, de parement ou monocouche) et **9** (enduit de soubassement) de la norme, **la mise en œuvre d'un mortier pour enduit à fonction décorative ou non peut se faire manuellement ou mécaniquement (par projection) directement sur le support** ou entre « **nus et repères** ». Ensuite, l'enduit est dressé et serré. Enfin, la finition prévue au marché est exécutée.

Les différents aspects de finition sont décrits dans l'article 3.5 du NF DTU 26.1 partie 1.1.

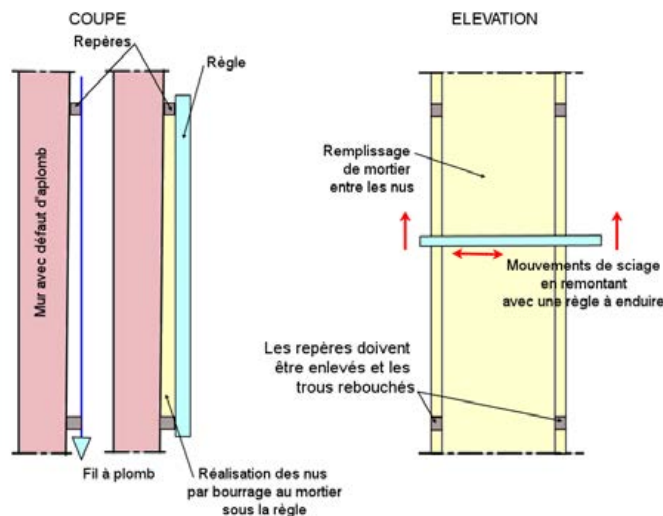


Figure n° 16 : schéma de principe de réalisation d'un enduit (ici de dressement entre nus et repères)

Suivant le type de mortier la réalisation se fait :

- en une couche mais avec deux passes « **frais sur frais** » pour un mortier d'enduit monocouche ;
- en deux couches (couche intermédiaire ou corps d'enduit et couche de finition) séparées par un délai de **trois jours** pour un mortier courant d'enduit (enduit traditionnel).

Note : une finition décorative peut être obtenue par un mortier coloré, le recours à des mortiers à base de résines organiques, voire une peinture.

L'article 4 du NF DTU 26.1 partie 1.1 indique les **dispositions techniques** à respecter au niveau des points singuliers, comme les tranches d'enduit, les pieds de murs, les joints de dilatation, les joints esthétiques...

Rappel : au niveau d'un pied de mur, d'un soubassement, doit être utilisé un mortier à fort dosage en liant et à faible capillarité (**classe W 2**).

Il y a lieu d'attirer l'attention sur l'**annexe A** du **NF DTU 26.1 partie 1.2**, qui indique tous les **défauts** que peuvent présenter les enduits si les « règles de l'art » en matière de dispositions constructives, de choix des matériaux et de réalisation ne sont pas respectées (efflorescences, spectres, décollements, fissuration, carbonatation différentielle...).

5.3.3.3.4.2 Mise en œuvre d'enduits d'imperméabilisation et de décoration à base de résines organiques sur des maçonneries extérieures

Comme pour la préparation du support, il n'y a aucun texte à caractère normatif sur la mise en œuvre des enduits à base de résines organiques relevant de la norme **NF EN 15824** (enduits d'imperméabilité utilisé pour la décoration des façades au même titre que les enduits à base de liants hydrauliques relevant de la norme **NF EN 998-1**).

Le marché pour la partie mise en œuvre doit s'inspirer des dispositions des **fiches techniques** de fabricants.

5.3.3.3.4.3 Mise en œuvre de revêtements d'imperméabilisation à base de liants hydrocarbonés sur des soubassements en béton

En l'absence d'un texte à caractère normatif, il faut se référer aux fiches techniques des fabricants. Les produits se présentent sous forme d'émulsions plus ou moins liquides, voire de mastics qui, suivant le cas, peuvent être mises en place en 2 ou 3 passes croisées :

- au rouleau ;
- à la brosse ;
- à la taloche ;
- à la truelle crantée ;
- par projection au pistolet.

La quantité de produit à mettre en place dépend de la fluidité du produit, elle varie généralement entre 0,4 kg/m² à 1,5 kg/m².

5.3.3.3.5 Mise en œuvre d'enduits et de revêtements d'imperméabilisation et/ou étanchéité à l'intérieur de cuvelages

5.3.3.3.5.1 Mise en œuvre d'enduits et de revêtements d'imperméabilisation à l'intérieurs de cuvelages (norme-DTU 14.1)

> Exigences de la norme-DTU 14.1 :

Rappel : pour les cuvelages avec revêtement d'imperméabilisation (intérieur), peuvent être réalisés sous forme d'enduits :

- minces à base de mortier ;
- épais à base de mortier ;
- de minéralisation de surface ;
- à base de résines ;
- mixtes.



Photo n° 31 : enduit de cuivrage (crédit photo Poineau)

Chaque procédé faisant l'objet d'un **Avis Technique** ou d'un **cahier des charges** visé favorablement par un contrôleur agréé, ces textes décrivent dans le détail la technique d'exécution... La présente **norme-DTU** fixe donc seulement quelques exigences pour la réalisation des revêtements ; cependant, elle est illustrée par de nombreux croquis sur les **dispositions constructives** à respecter.

Note : *en l'absence, dans la norme-DTU, d'informations techniques sur la réalisation des revêtements, il est possible de se référer aux autres NF DTU susvisés qui traitent de la mise en œuvre de revêtements et d'enduits (exigences vis-à-vis de la température ambiante et du support, hygrométrie atmosphérique, humidité du support, protection contre le soleil et le vent, cure...).*

Bien entendu, les revêtements ne peuvent être mis en œuvre en présence d'arrivées d'eau.

1. Cas des revêtements minces à base de mortier (article 4.3.4 de la norme-DTU) :

Le mortier adjuvanté conditionné en usine est mis en place sur une épaisseur minimale de 4 mm en horizontal, en une ou deux couches, et de 3 mm en vertical, avec obligatoirement une couche d'accrochage. Les épaisseurs minimales incluent la couche d'accrochage.

Si plusieurs couches sont prévues, les reprises d'application sont décalées d'environ 20 cm.

Le procédé peut prévoir l'ajout de protections complémentaire sous forme d'épaisseurs supplémentaires.

2. Cas des revêtements épais à base de mortier (article 4.3.5 de la norme-DTU) :

Le mortier hydrofugé est préparé sur le chantier. Le revêtement, une fois réalisé, doit avoir une épaisseur minimale de 30 mm en horizontal et de 24 mm en vertical, couche d'accrochage comprise.

Le revêtement comporte au minimum une couche d'accrochage et deux couches continues d'imperméabilisation. Les reprises d'application sont décalées d'environ 20 cm.

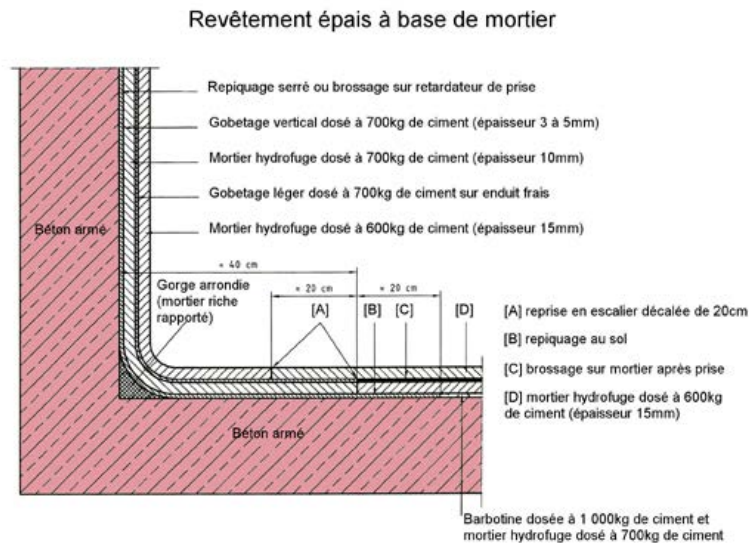


Figure n° 17 : cuvelage avec revêtement épais en mortier (extrait de la norme-DTU 14.1)

3. Cas des revêtements de minéralisation de surface (article 4.3.6 de la norme-DTU) :

Le produit pré-dosé en usine est mis en place sous forme d'une barbotine sur le support en béton armé. Le produit pénètre dans les capillaires et forme avec la chaux libre du béton des sels insolubles. L'application doit avoir lieu obligatoirement sur un support humide, l'eau assure la diffusion du produit dans les capillaires. Si l'atmosphère est sèche, après la mise en œuvre et pendant la durée de la minéralisation, le revêtement doit être maintenu humide.

Les quantités de produit sec avant l'ajout d'eau sont au minimum de 1 kg/m² en horizontal et de 1,5 kg/m² en vertical.

4. Cas des revêtements à base de résine (article 4.3.7 de la norme-DTU) :

Le revêtement comporte au minimum :

- la réalisation d'un bouche-pores ;
- une couche primaire qui a un rôle d'imprégnation ;
- un film d'imperméabilisation d'une épaisseur minimale de 800 µm.

5. Cas des revêtements mixtes (article 4.3.8 de la norme-DTU) :

Un revêtement mixte fait appel, suivant les zones du cuvelage, aux différents revêtements précédents. La figure qui suit donne deux exemples de réalisation de revêtements mixtes.

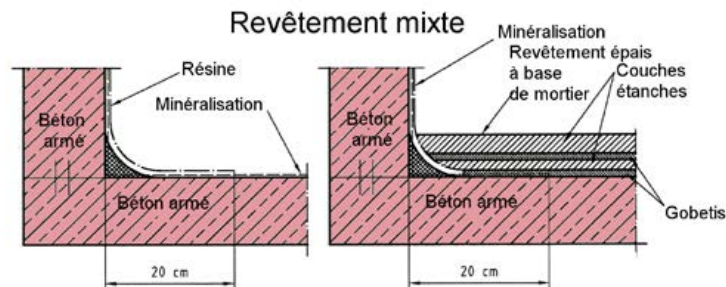


Figure n° 18 : cuvelages avec revêtement mixte (extrait de la norme-DTU 14.1)

Note : la réparation d'infiltrations d'eau dans un cuvelage peut nécessiter l'injection, le calfeutrement ou le pontage de fissures en sus de la réfection du revêtement. Des réparations spécifiques peuvent aussi concerner les différents types de joints (reprises de bétonnage ou joints de construction dits ouverts ou fermés) situés entre une paroi et un plancher ou entre un radier et des poteaux. Il est rappelé que l'Avis Technique sur un procédé explicite la conception et la réalisation des joints.



Photo n° 32 : fuites à la jonction d'une rampe et d'un plancher d'un cuvelage (crédit photo Poineau)

5.3.3.4 Techniques de mise en œuvre des protections de surface du béton les plus courantes

5.3.3.4.1 Généralités

La mise en œuvre des diverses protections de surface du béton (imprégnation, lasure, peinture, revêtement, enduit...) est effectuée manuellement ou mécaniquement avec le matériel adapté au type de produit et à la finition recherchée, tout en respectant les délais de séchage entre les diverses couches, qui sont fonction des conditions thermiques et hygrométriques.

Les matériels de mise en œuvre sont ceux fixés par la **fiche technique** et la **procédure de mise en œuvre**. Ces matériels d'application des différents types de produits et systèmes de protection sont décrits en détail **dans l'article 4.5.4** ci-devant, auquel il convient de se référer. Dans le domaine du bâtiment, il convient de consulter les **norme-DTU**, les **dossiers techniques des procédés**, les **Avis Techniques** et les **Documents Techniques d'Application**.

Il faut travailler à l'ombre, c'est-à-dire revêtir la face sud d'une construction tôt le matin, la face ouest durant la matinée et les faces nord et est l'après-midi. Si ce principe ne peut être respecté, il faut mettre en œuvre des bâches pour protéger les parois à revêtir d'un ensoleillement direct. **Cette dernière contrainte doit figurer au marché.**

Normalement, le support doit être humidifié préalablement à la mise en place de revêtements de protection à base de liants hydrauliques, comme les enduits traditionnels, les enduits monocouche, les mortiers **CC** et **PCC**.

Dans le cas où le revêtement doit être armé, la couche armée doit être appliquée en deux fois, de façon à ce que l'armature, après marouflage, soit totalement enrobée par le produit. Les différents lés constituant l'armature doivent se recouvrir sur au moins 50 à 100 mm. Ces lés peuvent être placés, soit verticalement, soit horizontalement comme le montre la figure ci-après. Les recouvrements, en particulier ceux horizontaux, doivent être disposés comme les tuiles d'un toit pour éviter l'infiltration des eaux de ruissellement.

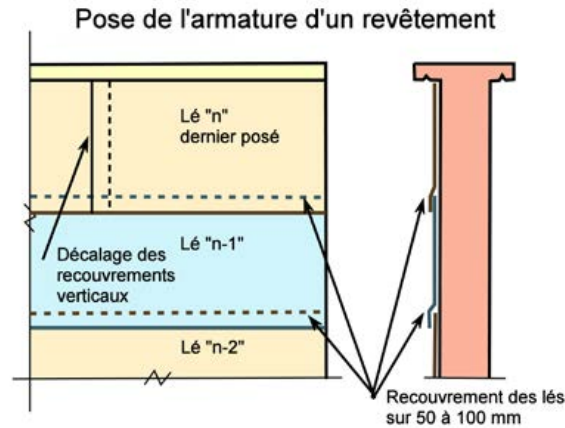


Figure n° 19 : dispositions à respecter lors de la mise en œuvre de l'armature d'un revêtement

5.3.3.4.2 Mise en œuvre de produits à la brosse

> Mode opératoire

Pour mettre en œuvre une protection de surface telle qu'une imprégnation, une lasure, une peinture... **à la brosse**, il faut procéder par surfaces d'environ 0,30 m x 0,30 m et par passes croisées. Il faut toujours commencer à traiter la surface en partant du côté opposé à la zone déjà recouverte de manière à obtenir une couche d'épaisseur régulière. La finition se fait sans recharger la brosse, en lissant toujours dans la même direction. Les surfaces juxtaposées constituent une bande. Dès qu'une bande est achevée, il faut recommencer une bande adjacente. S'il est nécessaire de passer une seconde couche, il faut respecter le délai de séchage prescrit.

Pour éviter de voir apparaître les reprises :

- il faut tenir compte de la direction principale de venue de la lumière et appliquer le produit en s'éloignant de la zone éclairée,
- il faut arrêter le travail en fin de journée sur une rupture naturelle comme l'angle d'une paroi.

Pour la mise en œuvre d'autres systèmes de revêtements, tels que des mortiers à base de liants hydrauliques en couches minces, des mortiers d'imperméabilisation, des vernis, des émulsions ou enduits à base de liants hydrocarbonés..., les mêmes modes opératoires sont applicables sous réserve des dispositions particulières de la **fiche technique**, qui peuvent différer à cause, par exemple, des finitions retenues.

> Cas d'un travail au plafond

La figure ci-après indique les différentes phases d'exécution d'un revêtement au plafond. Il est rappelé que l'on doit commencer le travail du côté d'où provient la lumière. La finition se fait en lissant dans la direction de la lumière. Cette méthodologie est à adapter au type d'ouvrage à traiter.

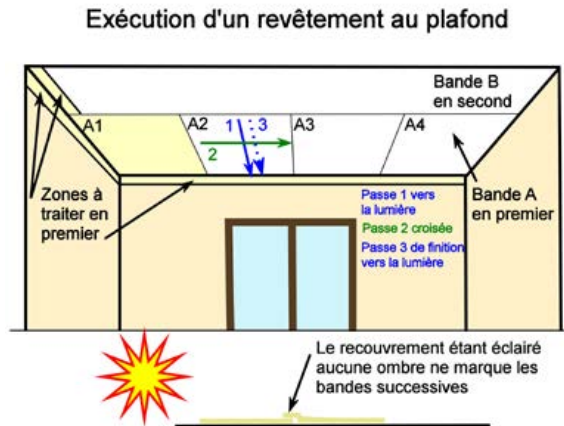


Figure n° 20 : les différentes phases d'exécution d'un revêtement au plafond

> Cas d'un travail sur une paroi verticale (mur, pignon d'immeuble, mur de culée de pont...)

Les figures ci-après indiquent les différentes phases d'exécution d'un revêtement sur un mur et sur un mur pignon. Il est rappelé que l'on doit commencer le travail en partant du haut et en tenant compte du côté d'où provient la lumière. La finition se fait en lissant du bas vers le haut. Cette méthodologie est à adapter au type d'ouvrage à traiter.

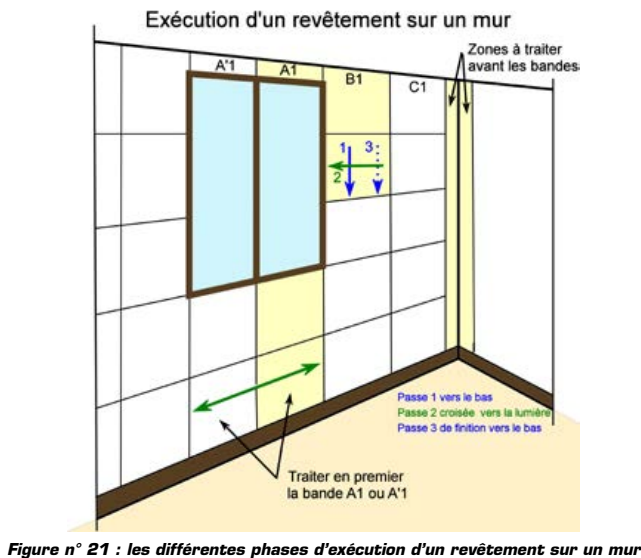


Figure n° 21 : les différentes phases d'exécution d'un revêtement sur un mur

> Cas d'un travail au sol

Les phases d'exécution sont les mêmes que celles d'un travail au plafond et en tenant compte de la direction de venue de la lumière. En intérieur, il faut travailler en tenant compte, bien entendu, de la **position des issues** ! Cette méthodologie est à adapter au type d'ouvrage à traiter.

Exécution d'un revêtement sur un sol

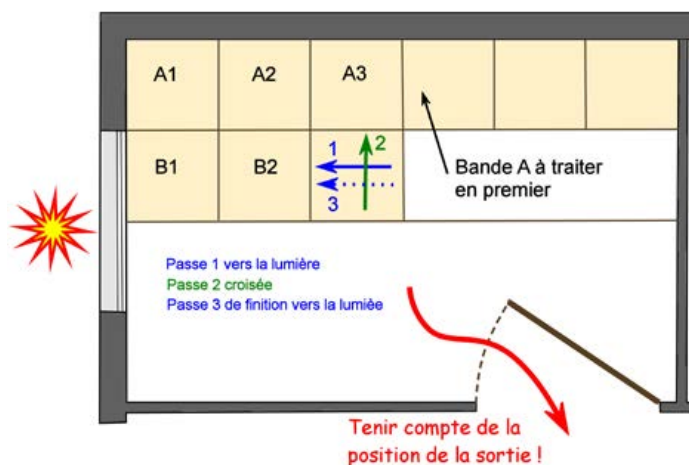


Figure n° 22 : les différentes phases d'exécution d'un revêtement au sol

5.3.3.4.3 Mise en œuvre de produits au rouleau

> Mode opératoire



Photo n° 33 : application d'un revêtement au rouleau sur un pont (crédit photo Parexlanko)

Pour mettre en œuvre une protection de surface, telle qu'une imprégnation, une lasure, une peinture..., au rouleau, il faut procéder comme pour une mise en œuvre à la brosse par passes croisées, mais les surfaces unitaires peuvent être plus grandes (de l'ordre de 1 m²). La finition se fait sans recharger le rouleau, en le déplaçant toujours dans la même direction et sans appuyer.

Les angles entre parois et les zones d'accès difficile doivent être traitées préalablement, soit au pinceau, soit avec des rouleaux de petites dimensions.

Pour la mise en œuvre d'autres systèmes de revêtements tels que des mortiers à base de liants hydrauliques en couches minces, des mortiers d'imperméabilisation, des vernis, des émulsions ou enduits à base de liants hydrocarbonés... les mêmes modes opératoires sont applicables, sous réserve des dispositions particulières de la **fiche technique**, qui peuvent différer à cause, par exemple, des finitions retenues.

5.3.3.4.4 Mise en œuvre de produits par projection avec un pistolet de peintre



Photo n° 34 : atelier de mise en peinture d'un sol
(crédit photo Jean-Paul Benneton LRPC de Lyon)

> Essai préalable

Avant de mettre en œuvre une protection de surface telle qu'une imprégnation, une lasure, une peinture, un **RPE**, un **RPSE**... par projection en utilisant le type de pistolet de peintre adapté au produit (pistolet avec air à basse pression ou pression normale ou pistolet sans air), il faut toujours commencer par faire un **essai préalable**.

Lors de cet essai, il faut contrôler la fluidité du produit, car la température peut différer de celle de l'épreuve de convenance et s'assurer du bon choix de la buse et de la pression de projection. Après tout arrêt prolongé (pause pour déjeuner...), il faut de nouveau faire un **essai préalable**.

> Mode opératoire (se reporter à la fiche technique du pistolet)

La projection s'effectue en positionnant le pistolet à une distance de la paroi comprise entre 25 et 30 cm. Le canon du pistolet doit toujours rester perpendiculaire à la paroi, dans le sens vertical comme dans le sens horizontal, afin d'obtenir une épaisseur constante. La projection s'effectue en déplaçant le pistolet horizontalement de la droite vers la gauche puis de la gauche vers la droite (cas du droitier) pour réaliser des bandes qui doivent se recouvrir sur 1/3 de leur surface. La longueur des bandes dépend de la longueur des bras de l'applicateur. Si nécessaire, des bandes verticales sont à exécuter.

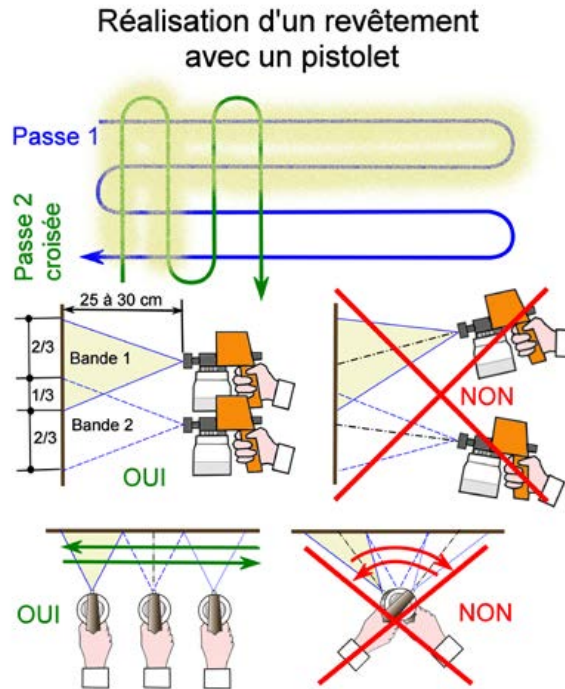


Figure n° 23 : méthodologie de projection d'un revêtement au pistolet

Incidences des réglages sur la qualité de la projection

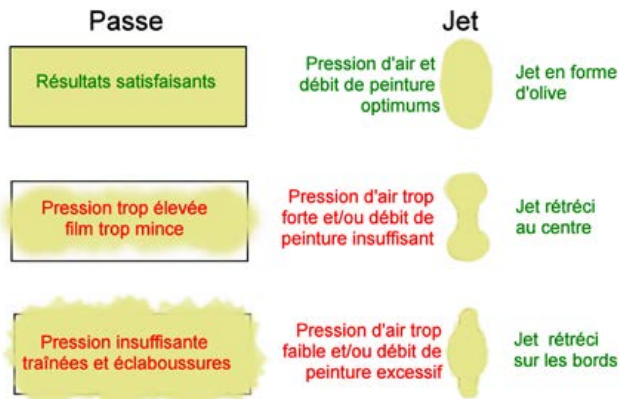


Figure n° 24 : incidences des réglages sur la qualité de la projection

5.3.3.4.5 Mise en œuvre de produits à la machine à projeter mécanique (cas d'un enduit à base de liant hydraulique)

> Mode opératoire (cas d'une finition grattée)

Avant la projection, il faut mettre en place des lattes qui vont permettre de régler l'épaisseur de l'enduit (d'autres solutions sont possibles comme des arêtes métalliques aux angles des murs...). Ensuite, il faut humidifier le support pour éviter la fissuration de l'enduit due à l'absorption de l'eau de gâchage par le matériau du support.

Le mortier est déposé par bandes horizontales, en deux passes, entre deux lattes successives (un gobetis puis une couche de 15 mm). Ensuite, il est lissé à la règle en s'appuyant sur les lattes puis taloché par de larges passes circulaire sans appuyer. Une fois la première bande verticale réalisée, une seconde bande est mise en place de la même façon. La latte entre les deux bandes est ensuite ôtée et le trou rebouché... Pendant la prise et le durcissement du mortier, l'enduit doit être protégé de l'ensoleillement et humidifié. L'humidification évite le fâiencage de l'enduit par évaporation de l'eau de gâchage, voire le risque de le griller. Enfin, la finition s'effectue sur l'enduit durci (3 à 24 heures après) avec l'aide d'une taloche cloutée appelée « graton ».



Photo n° 35 : réalisation d'un enduit monocouche avec une machine à projeter
(crédit photo Parexlanco)

> Mode opératoire (cas des autres finitions)

Le CSTB peut donner, dans le cahier des prescriptions techniques de son **Avis Technique**, les différentes procédures de mise en œuvre envisageables en fonction de la finition recherchée. D'autres types de finitions peuvent être recherchés.

5.3.3.4.6 Mise en œuvre manuelle d'un enduit de dressement sur une paroi en béton

> Mode opératoire (Cf. le chapitre 6 de la NF DTU 26.1)

L'enduit de dressement peut faire appel à un mortier prêt à l'emploi ou à un mortier adjuvanté fabriqué sur le chantier. Comme dans le cas précédent, avant la projection, il faut mettre en place des lattes qui vont permettre de régler l'épaisseur de l'enduit (d'autres solutions sont possibles, comme des arêtes métalliques aux angles des murs...). Ensuite, il faut humidifier le support pour éviter la fissuration de l'enduit due à l'absorption de l'eau de gâchage par le matériau du support.

L'enduit est réalisé par un jeté à la truelle entre deux lattes successives en une seule passe. Ensuite, il est lissé à la règle en s'appuyant sur les lattes puis taloché part de larges passes circulaire sans appuyer. L'état de surface ainsi obtenu est plan et légèrement grenu. Une fois la première bande verticale réalisée, une seconde bande est mise en place de la même façon. La latte entre les deux bandes est ensuite ôtée et le trou rebouché... L'épaisseur de l'enduit de dressement est comprise entre 5 et 15 mm d'épaisseur. L'épaisseur de recouvrement minimale doit être de 5 mm.

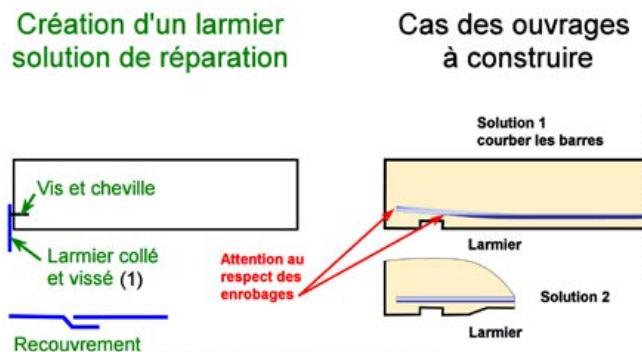
Pendant la prise et le durcissement du mortier, l'enduit doit être protégé de l'ensoleillement et humidifié. L'humidification évite le faïençage de l'enduit par évaporation de l'eau de gâchage, voire le risque de le griller.

L'enduit de dressement peut être recouvert par une couche de finition décorative.

5.3.3.5 Traitement des points particuliers

5.3.3.5.1 Domaine du génie civil – Traitement des points particuliers

Il appartient **au marché** de fixer les dispositions constructives particulières à mettre en œuvre en s'inspirant des **DTU**, des **Avis Techniques** et des **fiches techniques** (notices techniques) des fabricants des produits et systèmes de revêtement et de ne pas oublier de traiter les **points singuliers**, tels que les larmiers.



Absence d'un larmier et ses conséquences



(1) Prévoir des coupures avec recouvrements dans le larmier pour permettre sa dilatation

Photo n° 36 : création d'un larmier à l'extrémité d'un encorbellement et conséquences de l'absence d'un larmier (crédit photo Poineau)

5.3.3.5.2 Domaine du bâtiment – Traitement des points particuliers

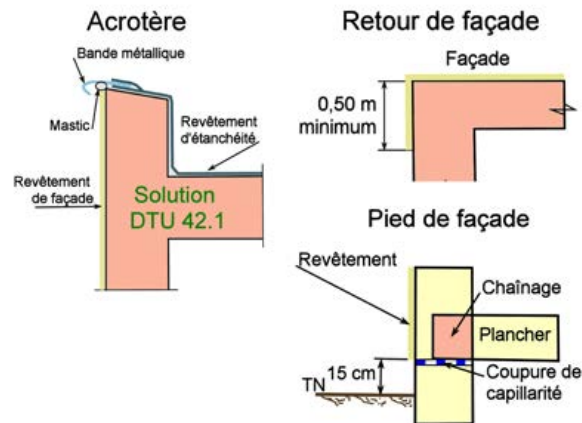


Figure n° 25 : traitement des points particuliers d'une façade

Il faut respecter certaines dispositions constructives au niveau des points singuliers que constituent, par exemple : les joints du gros œuvre, les retours techniques des murs, les angles sortants ou rentrants, les ouvertures, les acrotères, les parties enterrées, les soubassements exposés au rejaillissement des eaux, voire aux chocs, les dispositifs d'évacuation des eaux... La plupart de ces dispositions ont pour but d'éviter **des infiltrations d'eau** derrière le revêtement, ce qui entraînerait **son décollement**. Il est rappelé que ces dispositions constructives figurent dans les différentes **normes-DTU** (nombreux croquis) susvisées, les **règles professionnelles** et les **fiches techniques** (notices techniques) des fabricants des produits et systèmes.



Photo n° 37 : exemple de joints de fractionnement dans le revêtement d'une pile d'un pont (crédit photo Poineau)

Il faut impérativement éviter de prévoir une finition talochée sur une grande surface à cause des reprises qui sont inesthétiques. Pour les autres finitions, les reprises sont le plus souvent visibles. **La réalisation de joints de fractionnement** en creux ou pleins (baguette), suivant un calepinage respectant l'architecture de la paroi, permet de régler ce problème. Ce calepinage peut aussi avoir des raisons purement esthétiques.



*Photo n° 38 : réalisation d'un joint de fractionnement
(crédit photo Parexlanco)*

6

Essais et Contrôles

- 6.1** Généralités
- 6.2** Contrôles de réception des produits
- 6.3** Épreuve de convenance
- 6.4** Contrôles d'exécution
- 6.5** Réception des travaux

Pour des travaux de réalisation d'une « **protection de surface du béton** », la consistance des essais à effectuer lors des **ÉPREUVES D'ÉTUDE ET DE CONVENANCE** et lors des **contrôles de réception et d'exécution** est fixée par le **marché**, qui complète, en tant que de besoin, les dispositions du **présent guide** et celles des textes qu'il vise. **Elle est reprise dans les procédures et les cadres des documents de suivi du Plan d'Assurance de la Qualité (PAQ).**

La plupart des contrôles relèvent du **contrôle interne**, voire du **contrôle externe** à l'entreprise et les autres du **contrôle extérieur**.

Normalement, le **marché** comporte un **cadre de PAQ** imposant une **liste minimale de procédures et de cadres de documents de suivi à fournir**, ainsi que le **nombre minimal des essais et contrôles à effectuer**. L'**entrepreneur**, dans son offre, complète ce cadre, en tant que de besoin, pour constituer son **Schéma d'Organisation du Plan d'Assurance de la Qualité** appelé **SOPAQ**. Ensuite, lors de la préparation des travaux, il établit son **PAQ**.

Les opérations du **contrôle extérieur** relèvent des exigences du **maître d'ouvrage** en matière d'assurance de la qualité. Elles ne sont donc pas développées dans le présent guide. **Le marché doit**

Les opérations de contrôle externe à l'entreprise peuvent être demandées par le **marché** ou être proposées par l'**entrepreneur** dans le cadre de sa démarche qualité. Elles ne sont pas développées dans le présent guide.

> Les essais et contrôles à effectuer par l'entrepreneur lors d'une opération de protection de surface de béton peuvent être rattachés aux cinq catégories suivantes :

- l'épreuve d'étude (pour mémoire, se reporter à l'article 4.2.5 ci-dessus) ;
- les contrôles de réception des produits ;
- l'épreuve de convenance ;
- les contrôles d'exécution ;
- la réception des travaux.

Les exigences des **différents documents de référence** qui se rapportent, soit au **domaine du génie civil**, soit à celui du **bâtiment**, sont très hétérogènes. Il faut donc lire très attentivement, suivant le domaine concerné, le paragraphe ci-après avant de rédiger la partie d'un **marché** consacrée aux **contrôles et essais**.

6.1.1 DOMAINE DU GÉNIE CIVIL

La norme européenne NF EN 1504-2 traite des essais d'identification et de contrôle de performances qu'il est possible d'effectuer sur les produits et systèmes de protection (imprégnations hydrophobes, imprégnations et revêtements) mais sans aborder la consistance des épreuves de convenance et de contrôle. En outre, cette norme ne fixe pas la répartition des tâches de contrôle entre les intervenants.

La norme européenne NF EN 1504-8 traite de l'évaluation de la conformité des produits et systèmes de réparation visés par les normes de la série 1504 par les essais initiaux, d'identification de performance dans le cadre du contrôle de production en usine (CPU). Elle ne concerne pas le chantier.

La série des normes européennes NF EN 1062-* traite des caractéristiques des produits et systèmes de peinture, mais pas de leur contrôle. Elle renvoie aux documents nationaux et au marché en ce qui concerne les contrôles d'exécution.

La norme NF EN 1504-10, consacrée à la mise en œuvre et au contrôle des travaux de réparation, traite de tous les types de réparation à la fois et, si elle renvoie à diverses normes d'essais pour les contrôles, elle ne fixe pas toujours les limites à respecter ni l'importance quantitative des essais ; de plus, les exigences ont souvent un caractère très général. Enfin, cette norme ne fixe pas la répartition des tâches de contrôle entre les intervenants.

Le guide GA P18-902 ne donne pas non plus d'informations sur les conditions à respecter pour la mise en œuvre et le contrôle des produits et systèmes.

Le chapitre 11 du fascicule 65 du CCTG, relatif aux peintures, traite du contrôle de la conformité du subjectile, des produits et de l'assurance de la qualité (dossier d'étude, épreuves de convenance et épreuves de contrôle).

Les guides techniques du LCPC de 1996, 1999 et 2002 traitent des essais et contrôles à effectuer lors des différentes opérations (réception des produits, préparation du support, épreuve de convenance...).

Le chapitre 7 de la norme homologuée NF P95-103 détaille les essais et contrôles à effectuer lors de la mise en œuvre d'une protection du béton sous forme d'imprégnations hydrophobes, d'imprégnations ou de revêtements. Cette norme s'appuie sur les normes et textes de la présente énumération dont elle a fait une synthèse. Bien entendu, le marché fixe l'importance quantitative des contrôles.

6.1.2 DOMAINE DU BÂTIMENT :

Lorsqu'il existe une **norme-DTU** ou un **NF DTU** concernant les ouvrages neufs et existants, des essais et contrôles, dont la plupart relèvent de l'entrepreneur, sont ventilés entre le **CCT** et le **CCS**. De plus, certains essais et contrôles sont à imposer par les documents particuliers du **marché (DPM)**.

Il faut s'assurer que le texte à caractère normatif applicable vise bien : la réception du support, celle des produits, les épreuves de convenance, les contrôles d'exécution sur chantier et les conditions de réception des travaux. Dans le cas où le contrôle d'une phase de travaux n'y figure pas, il appartient au **marché (DPM)** de combler ce manque. Les **DPM** fixent aussi l'importance quantitative des contrôles.

Les Avis Techniques (Atec) et les Documents Techniques d'Application (DTA) traitent du domaine d'emploi, de l'aptitude à l'emploi, des précautions d'emploi... mais ne traitent pas spécialement des essais et contrôles.

Dans les règles professionnelles sont fixés les essais et contrôles à effectuer comme dans les **normes-DTU** et **NF DTU**. Ici également la plupart des essais et contrôles sont à la charge de l'**entrepreneur**. Les **DPM** fixent les contrôles et essais souhaités par le **maître d'ouvrage** et/ou le **maître d'œuvre** ainsi que l'importance quantitative des contrôles.

Le Tableau n° 54 ci-après indique, pour les différents textes concernant « **la protection des bétons** » dans le **domaine du bâtiment**, les parties traitant des **essais et contrôles**, lesquels, il faut le noter, n'apparaissent pas toujours dans un article spécifique comme pour le **domaine du génie civil**. Si le **maître d'ouvrage** ou le **maître d'œuvre ont des exigences particulières**, elles doivent apparaître dans les **DPM**. Ce principe figure dans l'**avant-propos commun** à toutes les **normes-DTU**.

Ce principe s'applique tout particulièrement aux travaux sur des bâtiments construits avec des **techniques anciennes**... qui ne relèvent pas des **normes-DTU actuelles**.

Essais et contrôles prévus par les normes-DTU, les NF DTU et les règles professionnelles

Normes DTU	Principaux textes de référence produits et systèmes	Réception du subjectile	Réception des produits et systèmes	Épreuve de convenance de préparation du support	Épreuve de convenance de mise en œuvre	Contrôles d'exécution et après mise en œuvre des produits et systèmes	Nettoyage de fin de travaux	Conditions de réception des travaux
Travaux de peinture et de produits anti-graffiti sur parois extérieures et sols en béton neufs ou existants								
NF DTU 59.1 (limité ici aux travaux extérieurs de peinture sur subjectiles en béton, enduits de liants hydrauliques...)	NF DTU 59.1 partie P1-2 (CGCM) + NF EN 1062 + NF EN 1504-2 (si prévue aux DPM)	Annexe D partie P1-1 : Essais et vérification § 4.3.1 et 4.3.2 partie P2 (CCS) : État de surface - Température et hygrométrie	§ 3.4 partie P1-2 (CGCM) : Identification et étiquetage § 5.2 partie P2 (CCS) : Conformité + § 5.3 partie P2 (CCS) : Prélèvements (si prévus aux DPM)	§ 7.3.1 et 7.3.2 partie P1-1 (CCT) : Surfaces de référence et éprouvettes d'échantillons d'aspect	§ 7.3.1 et 7.3.2 partie P1-1 (CCT) : Surfaces de référence et éprouvettes d'échantillons d'aspect	§ 8 partie P1-1 (CCT) : Essais et vérifications + Tableau D4 de l'annexe D	§ 6 partie P2 (CCS)	§ 7 partie P2 (CCS)
NF DTU 42.1 (réfection de façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères)	NF DTU 42.1 partie P1-2 (CGCM) + NF EN 1062-1 + NF T34-722 + NF EN 1504-2 (si protection contre l'humidité)	§ 8.2 partie P1-1 (CCT) : Conditions de mise en œuvre	Produits : Uniquement résines vinyliques et acryliques et copolymères	§ 5.4 partie P1-1 (CCT) : Surfaces de référence § 5 partie P2 (CCS) : Mise à exécution des travaux (surfaces de référence) § 8.2 partie P1-1 (CCT) : Conditions de mise en œuvre	§ 5.4 partie P1-1 (CCT) : Surfaces de référence § 5 partie P2 (CCS) : Mise à exécution des travaux (surfaces de référence)	§ 5 partie P2 (CCS) : Mise à exécution des travaux (utilisation des surfaces de référence) § 9 partie P1-1	Non traité	§ 9 partie P1-1 (CCT) : Essais et vérifications de réception § 7 partie P2 (CCS) : Réception des travaux
DTU 59.3³⁵ (peinture de sols)	Norme-DTU 59.3	§ 4.2 et 4.3 (CCS) : Reconnaissance préalable des subjectiles - Conditions d'application	§ 2.4 (CCT) : Étiquetage d'identification	§ 5.3.1 et 5.3.2 (CCT) : Surfaces de référence et éprouvettes échantillons de couleur	§ 5.3.1 et 5.3.2 (CCT) : Surfaces de référence et éprouvettes échantillons de couleur	§ 5 (CCT) renvoi au § 5 (CCS)	§ 2 (CCS) : Consistance des travaux	Oui § 5 (CCS) + annexe 1 : Méthodes d'essai
Travaux de mise en œuvre de produits anti-graffiti	Absence de texte à caractère normatif sur les produits, l'exécution et les contrôles de ces produits anti-graffiti							

35 / Norme-DTU ancienne qui nécessiterait une révision.

Essais et contrôles prévus par les normes-DTU, les NF DTU et les règles professionnelles								
Normes DTU	Principaux textes de référence produits et systèmes	Réception du subjectile	Réception des produits et systèmes	Épreuve de convenance de préparation du support	Épreuve de convenance de mise en œuvre	Contrôles d'exécution et après mise en œuvre des produits et systèmes	Nettoyage de fin de travaux	Conditions de réception des travaux
Travaux de chapes et dalles non-structurales à base de liants hydrauliques sur sols intérieurs en béton								
NF DTU 26.2 (chapes et dalles non-structurales à base de liants hydrauliques sur sols intérieurs)	NF DTU 26.2 NF EN 206/CN	Se baser sur le § 7 partie P1-1 (CCT) : Exécution de l'ouvrage – État du support – Pentés et le § 3 partie P2 (CCS) : consistance des travaux	Se baser sur le § 7 partie P1-1 (CCT) : Exécution de l'ouvrage – État du support – Pentés et le § 3 partie P2 (CCS) : consistance des travaux	Non traitée	Non traitée	Se baser sur le § 8 partie P1-1 et le § 9 partie P1-1 (CCT) : États de surface et tolérances de l'ouvrage fini	Se baser sur le § 3 partie P2 (CCS) : Nettoyage prévu en partie	Se baser sur le § 3 partie P2 (CCS) : Consistance des travaux
Travaux de revêtements coulés à base de résines synthétiques sur sols intérieurs en béton								
NF DTU 54.1 (revêtements coulés à base de résines sur sols intérieurs) ³⁶	NF DTU 54.1 NF EN 13318	§ 7 partie P1-1 (CCT) : Mise en œuvre et Annexe A partie P1-1 (CCT) : Rapport contradictoire de l'état du support	§ 3.2.1 partie P1-2 (CGCM) : s'appuyer sur les caractéristiques d'identification du système	Non traitée	Non traitée	§ 7.3.2.4 partie P1-1 (CCT) : Contrôles prévus par la fiche système	§ 3 partie P2 (CCS) : Consistance des travaux	§ 8 partie P1-1 (CCT) : Livraison des ouvrages (examen de l'aspect final NF EN 154) et § 8 partie P2 (CCS) : Réception des ouvrages
Travaux d'enduits d'imperméabilisation sur murs extérieurs et soubassements en béton								
NF DTU 26.1 (travaux d'enduits de mortiers) ^{37 / 38}	NF EN 998-1	§ 8 et 9 partie P1-1 (CCT) : enduits sur béton et enduits en soubassement à base de liants hydrauliques	Non traitée	Non traitée	Non traitée	Non traités Cf. § 11	§ 3 partie P2 (CCS) : consistance des travaux	Se baser sur le § 4 partie P1-1 (CCT) : prescriptions générales commune à tous les enduits
Travaux d'enduits à base de résines organiques sur maçonneries extérieures	NF EN 15824	Absence de texte à caractère normatif sur l'exécution et les contrôles de ces enduits à base de résines organiques						

36 / Rappel : domaine d'application réduit

37 / Il n'y a pas de norme-DTU spécifique pour la mise en œuvre des enduits à base de résines organiques conformes à la NF EN 15824, il faut s'appuyer sur les NF DTU 59.1 et NF DTU 42.1 ainsi que sur et les fiches systèmes.

38 / Pas de texte sur la mise en œuvre de liants hydrocarbonés sur les soubassements, sauf dans les notices techniques des fabricants.

Essais et contrôles prévus par les normes-DTU, les NF DTU et les règles professionnelles								
Normes DTU	Principaux textes de référence produits et systèmes	Réception du subjectile	Réception des produits et systèmes	Épreuve de convenance de préparation du support	Épreuve de convenance de mise en œuvre	Contrôles d'exécution et après mise en œuvre des produits et systèmes	Nettoyage de fin de travaux	Conditions de réception des travaux
Travaux de revêtements à base de liants hydrocarbonés sur soubassement	Absence de texte à caractère normatif sur les produits, l'exécution et les contrôles de ces enduits à base de liants hydrocarbonés							
Travaux d'enduits et revêtements d'imperméabilisation et/ou d'étanchéité sur parois et planchers intérieurs en béton								
Norme-DTU 14.1 (travaux de cuvelage)	Le procédé d'imperméabilisation relève d'un avis technique ou équivalent	§ 4.2.4, 4.3.2 et 4.6.2 partie P1-1 (CCT) : État du support livré par le gros œuvre - Préparation du support par l'entreprise d'imperméabilisation – Modalité de constat contradictoire de l'état du radier	Non traitée	Non traitée	Non traitée	Non traités Cf. l'agrément technique du système	Non traité	Se baser sur le § 5 partie 2' (CCS) : Consistance des travaux de l'entreprise d'étanchéité

Tableau n° 54 : essais et contrôles imposés par les différentes normes-DTU, NF DTU et règles professionnelles

La suite du présent guide fixe les exigences en matière d'essais et de contrôle, en séparant, quand cela est nécessaire, le domaine du génie civil et celui du bâtiment et en renvoyant, si nécessaire, aux textes existants et aux pièces du marché.



Figure n° 26 : réception par le contrôleur des produits de réparation

6.2.1 GÉNÉRALITÉS

Note : le texte ci-après est inspiré de l'article correspondant de la norme **NF P95-103**. Il s'applique au domaine du génie civil comme à celui du bâtiment pour les produits et systèmes prêts à l'emploi et les matériaux de base destinés à la fabrication foraine de produits.

Le marché doit préciser que les **contrôles de réception** prévus par les **normes** en vigueur sont étendus aux **conditions de transport et de stockage** qui ne sont généralement pas visées par les normes.

> **Les contrôles de réception des produits, systèmes et matériaux ont pour but de vérifier que :**

- les fournitures livrées sont conformes aux indications du **marché**, qu'elles satisfont aux exigences des textes à caractères normatifs et aux normes visées par ces textes, normes relatives, d'une part, aux produits et systèmes et à leurs constituants et, d'autre part, aux matériaux destinés à la fabrication foraine de certains produits ;
- les conditions de transport sont conformes à celles indiquées par le **fabricant** (fiche technique ou autre) et à l'article 4.4 ci-dessus relatif au transport et au stockage ;
- les conditions de stockage sont conformes à celles indiquées par le **fabricant** (fiche technique ou autre) et à l'article 4.4 ci-dessus.

L'ensemble des opérations **de transport, de manutention, de réception et de stockage** des fournitures fait l'objet d'une **procédure**.

La **conformité des produits, systèmes et matériaux** livrés est appréciée par la vérification des bordereaux de livraison, du marquage des produits (marquage **CE** et éventuelles **certifications** volontaires déclarées), la présence des étiquettes, le relevé des numéros de lots ainsi que des dates limites de conservation, le respect des poids...

Note : pour la vérification des livraisons, il est possible de s'inspirer de la norme **NF EN ISO 15-528 d'octobre 2013 (Peintures et vernis et matières premières pour peintures et vernis – Échantillonnage)**. Cette norme indique que doivent être vérifiés : le nom du fabricant, la date et le numéro de fabrication, l'appellation commerciale, la classification **AFNOR**, la date

limite d'utilisation, la température limite de stockage, la toxicité du produit conformément à la réglementation en vigueur, le poids et le volume net du contenu, la couleur du produit et son numéro de référence...

La conformité des conditions de transport et de manutention est appréciée par le contrôle du bon état des emballages et des récipients et le respect de la plage de températures définie par le fabricant.

La conformité des conditions de stockage est appréciée par le respect des recommandations du fabricant vis-à-vis de l'ensoleillement, de l'humidité et de la température. En outre, la durée de stockage et, bien entendu, la date d'utilisation du produit ou système, doivent être compatibles avec la date de péremption.

L'acceptation des fournitures livrées est conditionnée à l'obtention de résultats conformes lors des **différents contrôles de réception** ; dans le cas contraire, elles doivent être évacuées du chantier.

L'entrepreneur doit justifier auprès du Maître d'œuvre que les produits, compte tenu de leur **date limite d'utilisation**, sont utilisables pendant toute la période de la réalisation des travaux.

Sauf disposition contraire du **marché**, aucun essai de vérification de la conformité d'un produit, système ou matériau livré n'est normalement prévu dans le cas où il fait l'objet d'une **certification** reconnue par le **marché** (droit d'usage de la **Marque NF**, voire d'une marque équivalente). Dans le cas contraire, le **marché** définit la **procédure** à suivre.

Il est conseillé de prévoir au **marché** des **prélèvements conservatoires**, y compris pour les fournitures bénéficiaires du droit d'usage d'une marque. En cas de doute sur la livraison ou si des problèmes se posent sur le chantier, **une fiche de non-conformité** est ouverte et les prélèvements peuvent être soumis à des essais :

1. d'identification ;
2. de performance.

Si les essais de vérification de conformité des fournitures ne donnent pas de résultats satisfaisants, en s'appuyant sur **l'article n°24 du CCAG** (cet article du domaine des travaux publics peut être repris dans un **marché**), il est procédé à **une contre-épreuve contradictoire** qui débouche sur leur acceptation ou leur refus. Les résultats de cette contre-épreuve permettent de prendre toutes les dispositions concernant les travaux déjà exécutés, dans le cadre de la gestion de **la fiche de non-conformité**.

Note : la systématisation des prélèvements conservatoires permet, en cas de problèmes en cours d'exécution, de sérier leur origine (mise en jeu de la qualité de la fourniture ou de sa mise en œuvre) et les responsabilités qui en découlent.

Le marché fixe les essais d'identification et de performance pouvant être effectués :

Les essais d'identification rapide évitent d'avoir à effectuer immédiatement les **essais de contrôle** des caractères normalisés à cause de la durée de tels essais. Si les essais d'identification rapide ne sont pas satisfaisants, il est procédé à une **analyse chimique complète et aux essais de performance**. Dans un tel cas, les produits ne pourront être utilisés qu'à partir du moment où les résultats des essais seront connus et favorables. **Un POINT D'ARRÊT** est lié aux essais d'identification rapide.

Les essais d'identification rapide et de performance sont choisis de façon pertinente parmi la sélection d'essais d'identification initiaux représentatifs du produit ou du système définie par le fabricant et visée par la norme correspondante.

Le **marché** et le **plan de contrôle** précisent les conditions, modalités de réalisation et de rémunération de ces essais (nombre et mode de prélèvements, quantités minimales, mode de conservation, échéances d'essais, laboratoires associés, etc.).

6.2.2 DOMAINE DU GÉNIE CIVIL – CONTRÔLE DE RÉCEPTION DES PRODUITS

6.2.2.1 Contrôle de réception des produits et systèmes prêts à l'emploi

Les produits et systèmes (imprégnations hydrophobes, imprégnations et revêtements) assurent les **fonctions** visées par la norme **NF EN 1504-2** complétée par le **GA P18-902** et les exigences particulières du **marché**.

1. les **essais d'identification** sont listés dans le tableau 2 de la norme **NF EN 1504-2** ;
2. les **essais de performance** sont listés dans les tableaux **3, 4 et 5** de la norme **NF EN 1504-2**.
Si des **fonctions principales optionnelles** ou des **fonctions optionnelles complémentaires** sont exigées, il faut se reporter aux essais des tableaux **4 et 5** du **GA P18-902**.

Note : La norme NF EN 1504-2 liste un grand nombre d'essais d'identification. Le marché ne liste que les essais strictement nécessaires, pour identifier le produit et évaluer ses performances. Il est vivement recommandé de mettre au point cette liste minimale avec le laboratoire chargé des essais pour le contrôle extérieur.

6.2.2.2 Contrôle de réception des produits fabriqués sur le chantier

Le **marché** précise que les contrôles prévus pour les produits prêts à l'emploi et normalisés ou certifiés visés à l'article précédent du présent **guide**, sont applicables, après adaptation, aux différents composants des produits fabriqués sur le chantier et suivant leur nature.

6.2.3 DOMAINE DU BÂTIMENT – CONTRÔLE DE RÉCEPTION DES PRODUITS

Le tableau n° 54 du **présent guide** montre que les **normes-DTU**, les **NF DTU** et les **règles professionnelles** n'indiquent pas toujours les conditions de réception des produits, systèmes et matériaux à mettre en œuvre. Dans le cas où elles prévoient cette **réception** (à la charge de l'**entrepreneur**), celle-ci est en général limitée au contrôle de l'étiquetage à des fins d'identification. Certaines prévoient cependant la réalisation de **prélèvements**.

Pour rédiger le **marché**, dans le cas d'une **norme-DTU** ou d'un **NF DTU**, il faut se reporter aux différentes parties du texte : partie 1-1 (**CCT**), partie 1-2 (**CGCM**) et partie 2 (**CCS**) pour y rechercher les articles traitant des **fournitures** et de leur **réception** et recenser les **contrôles** à la charge de l'**entrepreneur**. La même démarche est à mettre en œuvre dans le cas d'application d'une **règle professionnelle**.

Si le **maître d'ouvrage** et/ou le **maître d'œuvre** souhaite compléter les exigences en matière d'essai d'un texte à caractère normatif, il lui suffit de se reporter aux **normes produit** listées dans les **références normatives** pour connaître les **normes d'essai** associées traitant de l'**identification et des performances**. Il lui reste ensuite à imposer les essais retenus dans les **DPM**.

6.3.1 GÉNÉRALITÉS

Note : le texte ci-après est inspiré de l'article correspondant de la norme NF EN 1504-3. Les principes développés s'appliquent au domaine du génie civil mais aussi à celui du bâtiment en tenant compte des dispositions des textes à caractère normatif (normes-DTU, NF DTU, règles professionnelles).

Le **marché** fixe les **ÉPREUVES DE CONVENANCE** à réaliser pour vérifier que le choix des produits, des moyens de fabrication et de mise en œuvre ainsi que la qualification du personnel du chantier permettent d'atteindre les exigences spécifiées. Au final, l'**épreuve de convenance** permet de valider la **procédure d'exécution des travaux**.

Ces **ÉPREUVES DE CONVENANCE** sont généralement associées à un **POINT D'ARRÊT** de l'exécution. Après acceptation des **épreuves de convenance**, qui font l'objet d'un compte-rendu détaillé, les zones traitées servent de **surfaces de référence** lors des **contrôles d'exécution** et pour la **réception des travaux**.

> **Les essais réalisés lors des ÉPREUVES DE CONVENANCE sont effectués :**

1. sur des zones représentatives de l'ouvrage (tenir compte de l'orientation, de l'inclinaison, de l'état du support...);
2. dans des conditions météorologiques comparables à celles des futurs travaux (pour des chantiers de longue durée, lorsque les conditions climatiques peuvent varier significativement, cela doit conduire à exécuter **plusieurs épreuves de convenance** aux moments opportuns);
3. dans des conditions d'accessibilité et d'exécution comparables à celles des futurs travaux;
4. par du personnel qualifié de l'entreprise, désigné pour l'exécution des travaux;
5. avec les matériels de l'entreprise prévus pour le chantier.

> **L'ÉPREUVE DE CONVENANCE porte sur les cinq phases suivantes :**

1. la préparation de l'opération;
2. la préparation du support;
3. la préparation des produits;
4. la réalisation de l'opération;
5. l'après-réalisation de l'opération.

> **Conditions d'acceptation des ÉPREUVES DE CONVENANCE :**

Le **marché** fixe les conditions de validation des **ÉPREUVES DE CONVENANCE**. Si les résultats obtenus ne sont pas probants, l'**entrepreneur** doit réaliser une **nouvelle épreuve** en apportant les modifications nécessaires à l'obtention du résultat recherché (par exemple : changement de la méthode de préparation du support, augmentation de la quantité de produit appliqué, etc.).

> L'acceptation des ÉPREUVES DE CONVENANCE :

1. lève le **POINT D'ARRÊT** correspondant ;
2. valide et/ou complète définitivement la **procédure d'exécution** de l'entreprise ;
3. autorise l'exécution des travaux correspondants

6.3.1.1 Domaine du génie civil – Épreuve de convenue

Le **marché** détaille la consistance de l'**épreuve de convenue** et fixe ce qui relève des différents contrôles (interne et extérieur voire externe).

Les stipulations du **marché** sont reprises et complétées, si nécessaire, dans le **PAQ**, les **procédures** et les **documents de suivi**.

Toute **épreuve de convenue** se déroule en présence du **maître d'œuvre** ou de son **représentant**, qui assurent la part des opérations liées au **contrôle extérieur**. L'**entrepreneur** effectue son **contrôle interne** défini par le **PAQ** et les stipulations du **marché**.

> L'épreuve de convenue d'une opération de mise en œuvre d'une protection de surface pour béton concerne les deux opérations suivantes en cinq phases au total :

1. la préparation du support décrite à l'article 6.3.2 ci-après ;
2. la réalisation de l'opération proprement dite décrite à l'article 6.3.3 ci-après.

Ces deux **opérations de convenue** sont nettement séparées dans le **présent guide** mais, sur le chantier, si cela est nécessaire, elles peuvent être enchaînées. Les résultats de ces deux épreuves doivent être positifs. Ils permettent alors au **maître d'œuvre** de prendre la décision de lever le **POINT D'ARRÊT** avant la réalisation de la **protection**.

L'ATTENTION du lecteur est attirée sur le fait que la norme **NF P95-103** détaille en abondance la consistance des **épreuves de convenue** (préparation du support et réalisation des travaux de protection de surface par revêtements, imprégnations hydrophobe et imprégnations). En revanche, elle ne développe pas la partie consacrée aux **contrôles d'exécution** puisque ceux-ci font appel aux mêmes essais.

Le **présent guide** conserve l'organisation retenue dans les autres **guides FABEM**, à savoir détailler les **contrôles d'exécution** sans rentrer dans le détail des **épreuves de convenue** pour éviter des redites.

Les **contrôles d'exécution relatif au domaine du génie civil** ci-après s'appuient sur les essais liés aux **épreuves de convenue** de la norme **NF P95-103**.

6.3.1.2 Domaine du bâtiment – Épreuve de convenue

Les **normes-DTU**, les **NF DTU** et les **règles professionnelles** n'utilisent pas le terme « **épreuves de convenue** ». Cependant certains des textes comme le **NF DTU 59.1** imposent avant la réalisation des travaux la confection de **surfaces de référence et d'éprouvettes d'échantillons d'aspect**. L'exécution de ces surfaces impose la préparation du support (subjectile) et l'application des produits ou systèmes ce qui correspond à l'objet d'une **épreuve de convenue**.



Photo n° 39 : surfaces de référence (crédit photo Poineau)

Le tableau n° 54 du **présent guide** montre que seuls les textes sur la réalisation de travaux de peinture imposent une **épreuve de convenance**. Les autres textes traitent cependant de la **réception des travaux** et certains, en plus, peuvent viser des **contrôles d'exécution**.

L'esprit de ces textes peut se résumer comme suit : « **l'entrepreneur doit de s'assurer au fur et à mesure de l'exécution que ses travaux sont réalisés conformément aux règles de l'art** ».

Le marché peut donc, soit simplement viser la **norme-DTU** ou le **NF DTU** si une **épreuve de convenance** concernant des travaux de peinture est à réaliser, soit fixer les conditions de réalisation d'une **épreuve de convenance** si le texte de référence ne traite pas du sujet. Dans ce dernier cas, il est possible de s'inspirer de la suite du présent guide.

6.3.2

ÉPREUVE DE CONVENANCE DE PRÉPARATION DU SUPPORT

Note : se reporter à l'article 5.2 ci-dessus relatif aux opérations de préparation des supports en béton.

6.3.2.1 Domaine du génie civil

Les contrôles et essais à effectuer lors de l'**épreuve de convenance** de préparation du support béton sont donnés par la norme **NF P95-103**.

La consistance de cette **épreuve de convenance** est normalement fixée **par le marché**, qui complète les dispositions du présent **guide**, si nécessaire. Elle est, au final, mise au point

dans la procédure relative aux travaux à exécuter. Cette épreuve peut concerner, comme en bâtiment, le maçon et/ou l'applicateur de la protection généralisée.

Les contrôles à effectuer sont visés à l'article 6.4.1.1 relatif aux contrôles d'exécution lors de la préparation du support dans le domaine du génie civil.

Note : certains des textes à caractère normatif relatif aux travaux de bâtiment listent des essais spécifiques permettant de contrôler l'état d'un support en particulier celui des supports existants revêtus. De tels essais peuvent aussi être utilisés lors de travaux de génie civil.

6.3.2.2 Domaine du bâtiment

Il y a lieu de rappeler que, suivant l'état de surface du subjectile, les travaux de préparation du support peuvent concerner le maçon et/ou l'**applicateur** du système de protection³⁹. Il peut être nécessaire de faire deux essais de convenance :

- **le premier**, pour le **maçon** qui doit exécuter un ragréage ou un enduit de dressement, afin que le subjectile présente l'état de surface exigé par le texte à caractère normatif (**norme-DTU, NF DTU ou règle professionnelle**). Par exemple, sur une paroi en béton extérieure, il faut un état de surface soigné pour pouvoir mettre en œuvre une peinture ou un revêtement ;
- **le second**, pour l'**applicateur** de la protection qui doit préparer le support (subjectile) avant de pouvoir appliquer la protection. Par exemple, si le support est revêtu, sale, envahi par des micro-organismes, des taches de rouille, si le fond est farineux...).

Suivant la nature et l'état du support et le système de protection à mettre en place, le **marché** peut, soit simplement viser le texte à caractère normatif de référence (la **norme-DTU**, le **NF DTU** ou la **règle professionnelle**), soit la compléter en tant que de besoin (se reporter au Tableau n° 54).

Les contrôles à effectuer sont visés à l'article 6.4.1.2 ci-dessous relatif aux contrôles d'exécution lors de la préparation du support dans le domaine du bâtiment.

6.3.3

ÉPREUVE DE CONVENANCE D'UNE OPÉRATION DE MISE EN ŒUVRE D'UNE PROTECTION DE SURFACE DU BÉTON

> **Que les travaux appartiennent au domaine du bâtiment ou à celui du génie civil, cette épreuve de convenance porte sur les quatre phases suivantes :**

1. la préparation de l'opération ;
2. la préparation des produits ;
3. la réalisation de l'opération ;
4. l'après-réalisation de l'opération.

39 / C'est le maçon dans le cas des enduits, des chapes et dalles à base de liants hydrauliques.

> **Les contrôles lors de cette épreuve de convenue portent sur les points suivants :**

- **Phase de préparation de l'opération** : les contrôles à effectuer sont visés à l'article 6.4.2.1 relatif aux contrôles d'exécution lors de la préparation de l'opération.
- **Phase de préparation des produits** : les contrôles à effectuer sont visés à l'article 6.4.2.2 relatif aux contrôles d'exécution lors de la préparation des produits.
- **Phase de réalisation de l'opération** : les contrôles à effectuer sont visés à l'article 6.4.2.4 relatif aux contrôles d'exécution lors de la réalisation de l'opération de mise en œuvre d'une protection de surface.
- **Phase des contrôles après l'achèvement de l'opération** : les contrôles à effectuer sont visés à l'article 6.4.2.5 relatif aux contrôles d'exécution après achèvement de l'opération de mise en place d'une protection de surface.

6.4.1 GÉNÉRALITÉS

La consistance de **ces contrôles d'exécution** est normalement fixée **par le marché**, qui complète les dispositions du **présent guide**, si nécessaire. Elle est, en final, mise au point **dans la procédure relative à l'opération après réalisation de l'épreuve de convenue**.

Ces différents contrôles sont les mêmes que ceux effectués lors des **deux épreuves de convenue** visées dans l'article 6.3 ci-devant. Ils portent sur les points suivants :

- la préparation du support ;
- l'opération de mise en place de la protection qui comporte quatre phases :
 - la préparation de l'opération,
 - la préparation des produits,
 - la réalisation de l'opération,
 - l'après-réalisation de l'opération.

Note : se reporter à l'article 5.2 ci-dessus relatif aux opérations de préparation des supports en béton.

6.4.1.1 Domaine du génie civil – Contrôles d'exécution de préparation du support

La **procédure de préparation du support** définit le personnel, le matériel et les techniques à mettre en œuvre, qui sont fonction **de l'état de surface du support relevé contradictoirement et de l'état de surface à obtenir** pour pouvoir appliquer la protection de surface. Elle définit également les **contrôles** à effectuer. Le texte ci-après est extrait de l'article 7.2.4 de la norme **NF P95-103** (épreuve de convenue de préparation du support).

Les différents contrôles de **l'état du support avant et après préparation** sont donnés par la norme **NF EN 1504-10**. La consistance de ces contrôles est normalement fixée par le **marché** qui complète les dispositions de la norme, si nécessaire. Elle est, en final, mise au point dans la **procédure relative aux travaux à exécuter, laquelle doit tenir compte des résultats de l'épreuve de convenue**.

> Les contrôles d'exécution lors de la préparation du support portent sur les points suivants :

- la réalisation de la préparation de l'opération, qui porte sur la présence du personnel qualifié, des moyens d'accès, du matériel en état de fonctionnement, des produits retenus, de la procédure et des documents de suivi... ;
- la disposition sur le chantier du **relevé contradictoire** des défauts et des fissures, des résultats des mesures qui ont été effectuées, lors des **études préalables** nécessaires à la mise au point du **projet** (par exemple : la planéité et la texture du support, la résistance à la traction directe du béton support, le diagnostic d'une corrosion du béton armé, etc.), et des résultats de **l'étude préalable sur un traitement de surface existant** (revêtements, imprégnations, anti-graffiti, etc.). Si tel est le cas, ces études préalables portent notamment sur les points suivants :
 - l'absence de décollement, en particulier sur les réparations de surface existantes,

- la mesure de la résistance en traction directe du support suivant la norme **NF EN 1542** (norme laboratoire) adaptée au cas d'une réalisation sur chantier. L'adaptation est soumise à l'acceptation du **maître d'œuvre**,
- la propreté du support,
- les défauts de planéité et de texture du support, qui sont éventuellement à traiter en fonction des exigences du marché,
- l'existence et l'identification (nature chimique) de l'éventuel traitement de surface existant, ainsi que de ses caractéristiques physiques (épaisseur, adhérence au support, fissuration, gonfles, pelade, etc.) et sa compatibilité avec le système de protection généralisée envisagé. Les informations recueillies doivent permettre au maître d'œuvre de statuer sur la conservation ou l'élimination du traitement de surface existant.



Photo n° 40 : état du support avant travaux et après préparation prêt pour les contrôles (crédit photo Parexlanko)

> **Les contrôles à effectuer pendant et après la préparation du support ont pour but de vérifier son efficacité, ils portent sur la liste non exhaustive des points suivants :**

- la planéité du support sur l'ensemble des surfaces après mise en œuvre des réparations de surface ou de l'enduit de dressement et l'absence (contrôlée par sondage au marteau) de leur décollement ;
- le traitement des fissures existantes si le revêtement n'a pas vocation à assurer leur pontage ;
- le traitement des balèvres, du bullage, des nids de cailloux, etc. ;
- le traitement des taches de toute nature ;
- la propreté du support, par un examen visuel ou un essai d'essuyage (absence de traces de poussière, boues, salissures diverses, etc.) ;
- la rugosité du support nécessaire à l'accrochage d'un revêtement ;
- l'absence de laitance, de graisse, d'huile, d'ancien produit de protection ou finition, qui pourrait nuire à l'adhérence ou la pénétration du produit de protection ;
- la présence ou l'absence d'humidité du support, suivant qu'elle est nécessaire ou non à la mise en œuvre des produits ;
- le respect du pH limite de la surface du béton exigé par les produits à mettre en œuvre ;
- etc.

Note : *il est indispensable de s'assurer que l'épaisseur du revêtement envisagé est compatible avec la rugosité du support obtenue après sa préparation.*

Les différents essais permettant de contrôler l'état d'un support, voire la présence d'un revêtement existant sont explicités ci-dessous dans le même article.

> **La norme harmonisée NF EN 1504-10 liste des méthodes de mesure. Il convient de citer :**

- **l'essai n°5** relatif à mesure de la résistance superficielle à la traction du support, essai visé par la norme **NF EN 1542** (mesurage de l'adhérence par traction directe, essai limité à une épaisseur de 50 mm) ;

Se reporter à l'article 5.2.2.2 ci-dessus qui explicite, d'une part, la réalisation et l'interprétation des essais in-situ de traction directe du support revêtu ou non et, d'autre part, la réalisation et l'interprétation des essais d'adhérence d'un revêtement ancien sur le support.

- **l'essai n°4** relatif à la mesure de la rugosité du support, qui fait référence, soit à la norme **NF EN 1766** : béton de référence pour essai (indique la mesure de l'indice de rugosité), soit aux normes **NF EN ISO 3274** (état de surface – méthode du profil) et **NF EN ISO 4288** (règles et procédures pour l'évaluation de l'état de surface) ;
- **l'essai n°9** relatif à la teneur en eau du support, qui fait appel, soit à un examen visuel d'une cassure fraîche à une profondeur d'environ 2 cm, soit à des sondes d'humidité relative, soit à des mesures de résistivité électrique, soit enfin à des prélèvements d'échantillons pour essais en laboratoire (se reporter aussi aux méthodes de mesure détaillées et opérationnelles : bombe au carbure et sonde hygrométrique) ;
- **l'essai n°11** relatif à la mesure de la carbonatation du support, qui fait appel à la norme européenne **NF EN 14630** (les **normes-DTU** comme le **DTU 59.3** donnent également des méthodes de mesures du pH [se reporter au présent guide]).

Il est aussi possible de s'appuyer sur certains des textes à caractère normatif du domaine du bâtiment qui donnent des **procédures d'essai** et l'interprétation des résultats permettant de

contrôler un support et aussi un **revêtement existant**. Certains des essais, en particulier ceux de mesure de l'humidité, sont beaucoup plus rigoureux que ceux visés par la **NF EN 1504-10**. Ces textes sont les suivants :

- **le NF DTU 42.1 P1-1** traite de la reconnaissance de quelques traitements antérieurs appliqués à un support existant. Par exemple :
 - les revêtements organiques et les produits de peinture organiques se ramollissent à la flamme ;
 - les hydrofugations se manifeste par un effet perlant mais pas toujours ;
 - les peintures silicatées résistent aux solvants et à la flamme.
- **l'annexe A du NF DTU 42.1 P1-1** détaille, avec interprétation de leurs résultats, cinq essais destinés à tester un ancien revêtement à base de polymères afin de savoir s'il peut ou non être conservé sous un nouveau revêtement polymère. Il s'agit de l'essai :
 - de mesure de l'épaisseur du revêtement ;
 - sur l'aspect visuel du revêtement (bon état sans écaillage) ;
 - d'adhérence par quadrillage à sec basés sur la norme **NF EN ISO 2409** (limitée à une épaisseur de feuil < 250 µm) ;
 - d'adhérence sur plots basés sur la norme **NF EN ISO 4624** (Peintures et vernis - Essai de traction dérivée de la norme **NF EN 1542**) ;
 - de susceptibilité à l'eau ;
 - d'adhérence par quadrillage humide.
- **l'annexe B du NF DTU 54.1** détaille deux essais permettant de mesurer l'humidité d'un support en béton (avant la réalisation d'un revêtement en résine) par utilisation :
 - d'une bombe au carbure, laquelle mesure l'humidité résiduelle dans le matériau appelée « humidité massique (**HM**) » (le taux d'humidité mesuré doit être inférieur à 4,5% en poids pour autoriser la mise en place du revêtement coulé à base de résines) ;
 - d'une sonde hygrométrique, laquelle mesure l'humidité relative d'équilibre (**HRE**) de l'air contenu dans une cavité réalisée dans le support à tester (le taux d'humidité mesuré doit être inférieur à 80% pour autoriser la mise en place du revêtement coulé à base de résines).
- Les différentes règles professionnelles sur les SEL détaillent cinq essais et leur interprétation permettant de reconnaître l'état d'un support avant et après préparation :
 - relevé de la pente et de la planéité,
 - cohésion du béton par traction sur plots avant et après préparation basée sur la norme **NF EN 1542** (limitée à une épaisseur de 50 mm), **essai explicité dans le présent guide. Les règles SEL** donnent aussi une méthode d'interprétation des essais),
 - taux d'humidité **HM** et **HRE**,
 - porosité à la goutte d'eau permettant de savoir s'il faut prévoir un primaire si le support est très absorbant ou un complément de préparation si le support est très peu absorbant.

L'importance des contrôles à effectuer sur le plan quantitatif est à préciser par le **marché**. Il est possible de s'appuyer sur le tableau 4 de l'article 9.2 de la norme harmonisée **NF EN 1504-10** cité ci-devant. Les résultats de ce contrôle à la fin de la préparation du support font partie des données à recueillir et à analyser par le maître d'œuvre avant de lever le **POINT D'ARRÊT** autorisant la mise en œuvre de la protection.

Ce contrôle, après préparation du support, est contradictoire (intervention du contrôle extérieur) sauf disposition contraire **du marché**.

6.4.1.2 Domaine du bâtiment – Contrôles d'exécution de la préparation du support

6.4.1.2.1 Généralités

Les **normes-DTU**, les **NF DTU** et les **règles professionnelles** visent les travaux neufs mais certains des textes traitent en même temps de travaux de réfection. **Les travaux de préparation du support sont strictement limités dans ces textes** sauf dispositions particulières du **marché (DPM)**.

L'**article 5.2.2.3 ci-dessus** détaille pour chacun des textes à caractère normatif les exigences en matière de préparation du support ou du subjectile (pente, planéité, texture, défauts ...).

Ces textes précisent que la **réception du support** avant mise en œuvre des produits fait partie des travaux **à la charge de l'entrepreneur**, qui doit informer le **maître d'ouvrage** ou son **maître d'œuvre** des défauts de conformité constatés devant entraîner :

- **des travaux préparatoires** (domaine du gros œuvre : le maçon) ;
- **et/ou des travaux supplémentaires** de sa spécialité (peintre, étancheur...).

Ces textes, pour la plupart, prévoient également un **état contradictoire** des parties concernées de l'état du support qu'il soit neuf ou existant

Certains des textes imposent en plus **avant travaux**, la réalisation d'une **étude des revêtements existants**. Suivant l'importance des travaux à effectuer, cette étude doit être effectuée, soit par un **professionnel** ou un **organisme indépendant** choisi par le **maître d'ouvrage**, soit par l'entrepreneur. Dans de tels cas, les résultats de cette expertise sont intégrés dans le **marché**.

En conclusion, les résultats du **relevé contradictoire de l'état du support** et les exigences en matière de préparation du support complètent les exigences de la **norme-DTU** ou du **NF DTU** applicable. Il appartient au **marché** de préciser l'**importance des contrôles** que doit exécuter l'entrepreneur, puisque **les exigences des textes à caractère normatif ne sont que qualitatives**. Les enseignements tirés de l'**épreuve de convenance** sont à prendre en compte.

Il est aussi possible de s'inspirer des dispositions applicables au domaine du **génie civil** dans le cas où une **protection** contre des agressions chimiques (carbonatation, chlorures...) et/ou physiques (érosion...) est nécessaire.

6.4.1.2.2 Contrôles d'exécution de la préparation du support pour la mise en œuvre de produits de peinture, revêtements d'imperméabilisation et produits anti-graffiti sur des parois extérieures et sols en béton neufs ou existants

6.4.1.2.2.1 Contrôles d'exécution de la préparation du support pour la mise en œuvre de produits de peinture et revêtements d'imperméabilisation sur des parois extérieures et sols en béton neufs ou existants (NF DTU 59.1, NF DTU 42.1 et norme-DTU 59.3)

Observations :

Lorsque l'**entrepreneur** constate que l'**état du subjectile** est conforme aux spécifications de la **norme-DTU** ou du **NF DTU** complétées par les exigences du **marché**, voire qu'il nécessite des **travaux de préparation supplémentaires** de sa compétence, il exécute, après accord du **maître d'œuvre**, les **surfaces de référence**, c'est-à-dire la **préparation du subjectile** puis la **mise en œuvre du revêtement de peinture**.

Une fois les **surfaces de référence** acceptées par le **maître d'œuvre**, l'**entrepreneur** procède aux opérations de **préparation du support** de l'ouvrage et aux contrôles associés, en tenant compte des enseignements obtenus lors de la réalisation des **surfaces de référence**. L'**entrepreneur** doit, avant la mise en peinture, s'assurer que le **pH** et l'humidité du support, la température de l'air et l'hygrométrie ambiante restent dans les limites fixées par les textes de référence.

Rappel : si l'état du support n'est pas conforme et nécessite des travaux préparatoires hors des compétences de l'entrepreneur de peinture, le maître d'œuvre se retourne vers l'entrepreneur du gros œuvre.

Conclusion : le marché doit compléter le **NF DTU** pour les travaux de réparation ou de réfection des revêtements de peinture existants, sauf s'ils s'inscrivent dans le cadre du **NF DTU 42.1**.

6.4.1.2.2 Contrôles d'exécution de la préparation du support pour la mise en œuvre de produits anti-graffiti sur des parois extérieures et sols en béton neufs ou existants

En l'absence de texte à caractère normatif, il faut se reporter aux **fiches techniques** des fabricants des produits. Il est rappelé que ces produits assurent une protection classée, soit comme **renouvelable** après un nettoyage, soit comme permanente, c'est-à-dire pouvant subir plusieurs nettoyages.

6.4.1.2.3 Contrôles d'exécution de la préparation du support pour la mise en œuvre de chapes et dalles non-structurelles à base de liants hydrauliques sur des planchers intérieurs en béton (NF DTU 26.2)

Observations :

Lorsque l'**entrepreneur** constate que l'état du support est conforme aux spécifications du **NF DTU** (pentes, planéité et propreté) complétées par les exigences du marché, il exécute, après accord du maître d'œuvre, les travaux de préparation du support.

Cette **préparation du support**, qui doit être rendu rugueux et propre, concerne les chapes et dalles rapportées adhérentes.

Dans le cas des chapes et dalles désolidarisées du support, le texte du **NF DTU** ne contient aucune clause. Dans ce cas, la couche de désolidarisation est mise en place directement sur le support.

ATTENTION, certains travaux ne font pas partie du marché sauf disposition contraire des **DPM**. Il convient de se référer à la **partie 2 (CCS)** du **NF DTU 26.1**. Est concernée, par exemple, la mise en œuvre d'un ravaillage.

Conclusion : le marché doit compléter le **NF DTU** pour les travaux de réparation ou de réfection de chapes et dalles existantes. Une préparation minimale du support est requise (enlèvement des débris, des micro-organismes, réparation des défauts existants...), même s'il s'agit de chapes ou dalles désolidarisées du support.

6.4.1.2.4 Contrôles d'exécution de la préparation du support pour la mise en œuvre de revêtements coulés à base de résine de synthèse sur des planchers intérieurs en béton (NF DTU 54.1)

Observations :

Le support, suivant l'usage et les sollicitations auxquelles il sera exposé, doit présenter les

caractéristiques visées par les **tableaux n°1 et n°2 de la partie P1-1 (CCT) du NF DTU** (résistance à la compression, cohésion, porosité, humidité [HM et HRE], ouverture des fissures, planéité, propreté).

Toutes ces caractéristiques doivent être relevées dans le **rapport contradictoire** établi par **l'entrepreneur**, dont un modèle figure dans **l'annexe A normative du NF DTU** (ce modèle donne le nombre minimal d'essais à effectuer). Si le support présente des non-conformités, le **maître d'œuvre** décide des **travaux supplémentaires** de mise en conformité.

Après accord du **maître d'œuvre**, l'entrepreneur exécute les **travaux de préparation du support** prévus à l'article 6 de la partie 1-1 (**CCT**) du **NF DTU** et les éventuels travaux supplémentaires. Il procède également aux essais de cohésion pour s'assurer de l'efficacité du traitement de surface, essais prévus dans le même article.

L'entrepreneur doit, avant la mise en œuvre du revêtement, s'assurer que l'humidité du support, la température de l'air et l'hygrométrie ambiante restent dans les limites fixées par **l'article 7 de la partie 1-1 (CCT) du NF DTU** et les recommandations du concepteur du système.

Conclusion : le **marché** doit compléter le **NF DTU** pour les travaux de réfection d'un revêtement existant.

6.4.1.2.5 Contrôles d'exécution de la préparation du support pour la mise en œuvre d'enduits et de revêtements d'imperméabilisation et de décoration sur des murs extérieurs et soubassements en béton

6.4.1.2.5.1 Contrôles d'exécution de la préparation du support pour la mise en œuvre d'enduits d'imperméabilisation à base de liants hydrauliques sur des murs extérieurs et soubassements en béton (NF DTU 26.1)

Observations :

L'article 4 de la partie 1-1 (CCT) du NF DTU 26.1 donne les exigences générales que doivent respecter les enduits et les différents supports (planéité, conditions climatiques...). **L'article 8 de la partie 1-1 (CCT) du NF DTU** donne les exigences à respecter lors de la **préparation d'un support en béton**. Cette préparation est bien rattachée aux travaux faisant partie du **marché**.

Le NF DTU ne traite pas des contrôles à effectuer avant et après préparation du support ni de qui en est chargé. Bien entendu, ces opérations relèvent de **l'entrepreneur**. Faut-il encore que les **DPM** en précisent la consistance.

Conclusions : le **marché** doit compléter le **NF DTU** sur les points susvisés pour les travaux neufs et aussi pour les travaux de réparation non traités dans le **NF DTU**, sauf pour les ouvrages en maçonnerie ancienne.

6.4.1.2.5.2 Contrôles d'exécution de la préparation du support pour la mise en œuvre d'enduits d'imperméabilisation et de décoration à base de résines organiques sur des maçonneries extérieures

Observations :

Note : la norme **NF EN 15824** traite également des enduits intérieurs.

Il n'y a pas de texte à caractère normatif sur la **préparation du support** relevant de la norme **NF EN 15824**. Les recherches effectuées montrent que de tels produits sont disponibles chez certains fabricants et font l'objet de **fiches techniques**.

Conclusions : le **marché** doit fixer les conditions de mise en œuvre à respecter et demander

à l'entrepreneur de les compléter lors de l'élaboration de la **procédure relatives aux travaux**.

6.4.1.2.5.3 Contrôles d'exécution de la préparation du support pour la mise en œuvre d'enduits d'imperméabilisation à base de liants hydrocarbonés sur des soubassements

En l'absence de texte à caractère normatif, il faut se reporter aux **fiches techniques** des fabricants des produits et rédiger le **marché** en s'inspirant des textes sur la préparation des supports pour enduits à base de liants hydrauliques et revêtements hydrocarbonés.

6.4.1.2.6 Contrôles d'exécution de préparation du support pour la mise en œuvre d'enduits et de revêtements d'imperméabilisation et/ou d'étanchéité à l'intérieur de cuvelages

6.4.1.2.6.1 Contrôles d'exécution de la préparation du support pour la mise en œuvre d'enduits et de revêtements d'imperméabilisation à l'intérieur de cuvelages (Norme-DTU 14.1)

Observations :

Rappel : le présent GUIDE se limite aux travaux de réalisation ou de réfection d'un cuvelage par un revêtement d'imperméabilisation adhérent aux parois et sols à l'intérieur de la structure.

Le **support** livré par le gros œuvre doit présenter les caractéristiques visées par l'article 4.2.4 de la partie P1-1 (**CCT**) de la **norme-DTU** : parement courant sauf exigence supérieure du **marché**.

Toutes ces caractéristiques doivent être relevées dans le **rapport contradictoire** établi par l'**entrepreneur**, dont un modèle figure dans l'**annexe A du NF DTU** (ce modèle donne le nombre minimal d'essais à effectuer). Si le support présente des non-conformités, le **maître d'œuvre** décide des **travaux supplémentaires** de mise en conformité.

Une coordination étroite entre l'**entreprise de gros œuvre**, celle d'**imperméabilisation** et le **maître d'œuvre** est indispensable pour permettre la réalisation des travaux. En effet, l'**entreprise de gros œuvre** peut être amenée à :

- la réalisation de ragréages si l'état du support l'impose ;
- lancer une opération de rabattement de nappe en présence de venues d'eau...

Une fois l'état du support accepté, l'**entreprise d'imperméabilisation** prépare le support pour obtenir l'état de surface réclamé par le procédé d'imperméabilisation à mettre en œuvre. Cette préparation comporte le chanfreinage des arêtes, le traitement des cueillies et des autres points singuliers, comme les lèvres des joints et des fissures.

La **norme-DTU** n'indique pas s'il faut prévoir une **réception du support** après sa préparation, ou si l'**entreprise d'imperméabilisation** informe le **maître d'œuvre** de la fin de la préparation du support et de la conformité de l'état de surface aux exigences du procédé.

La **norme-DTU** ne traite pas des **travaux de réparation**, voire de **réfection** du revêtement d'imperméabilisation d'un cuvelage et donc de la préparation de surface à réaliser.

Conclusions : le **marché** doit compléter le **NF DTU** sur les points susvisés pour les travaux neufs et aussi pour les travaux de réparation ou de réfection.

6.4.2

CONTROLES D'EXÉCUTION DE L'OPÉRATION DE MISE EN ŒUVRE D'UNE PROTECTION DE SURFACE DE SA PRÉPARATION À SON ACHÈVEMENT

Les dispositions des articles 6.4.2.1 et 6.4.2.2 ci-après sont applicables **au domaine du bâtiment** comme du génie civil.

6.4.2.1 Contrôles d'exécution de la préparation de l'opération

Les **contrôles d'exécution** lors de la préparation de l'opération portent sur la liste non exhaustive des points suivants :

- la présence et la prise de connaissance de tous les documents nécessaires (**procédure d'exécution, documents de suivi, fiches techniques et de sécurité**, déclaration de performance (**DdP**) des produits et systèmes liée au **marquage CE**, modes d'emploi et d'entretien des matériels...);
- le constat de la réalisation des opérations préalables : les **ÉPREUVES DE CONVENANCE** de préparation du support et de mise en œuvre de la protection, la préparation du support proprement dite...;
- l'amenée et la mise en place des moyens d'accès qui doivent permettre d'appliquer la protection sur différentes parties de la structure et ce en toute sécurité (l'intervention du **COP** peut-être nécessaire);
- la présence, la propreté, le bon état, le bon fonctionnement et le bon réglage des matériels nécessaires;
- la présence et la conformité de tous les produits nécessaires;
- la mise en place des moyens de protection collective ou individuelle du personnel, en particulier en milieu confiné;
- la présence et la compétence du personnel chargé de réaliser l'opération. Une qualification spécifique du personnel peut être imposée par les textes à caractère normatif (cas du **fascicule 65 du CCTG** pour la mise en œuvre des revêtements de peinture) ou par le **marché**;
- la constatation que les **conditions météorologiques** présentes ou à venir (soleil, pluie, vent, gel, température et hygrométrie ambiantes du chantier) ne risquent pas de nuire à la mise en œuvre des produits et systèmes (par exemple, conditions conduisant à un support ruisselant, condensant ou gelé). Ces conditions peuvent imposer la mise en œuvre d'écrans de protection contre la pluie ou le soleil, le séchage du support (par exemple, pour les revêtements de peinture ou équivalent à l'air sec ou par rayonnement infrarouge)...;
- la constatation du respect des exigences en matière de **température et d'hygrométrie de l'atmosphère et du support**. Ces mesures sont à renouveler durant toute l'application de la protection, à chaque reprise du travail et en cas de changement climatique;
- par temps froid, certains produits doivent être réchauffés et ce, normalement, au bain-marie;
- etc.

Les diverses conditions à respecter en matière de conditions météorologiques (température, hygrométrie de l'air, vent, pluie, soleil...) et d'état du support après sa préparation (planéité,

texture, cohésion, humidité, température...) figurent normalement dans les **fiches techniques des fabricants**. Elles sont cependant encadrées, mais pas toujours, par les différents **textes à caractère normatif** et ont été développées dans l'article 5.2 du **présent guide**.

Il est rappelé que les conditions météorologiques, de température et d'humidité à respecter sont plus ou moins sévères et dépendent du type de produit ou système à mettre en œuvre comme suit :

- la mise en œuvre des produits de peinture, revêtements à base de résines organiques... requiert normalement⁴⁰ une très faible humidité du support et des conditions météorologiques, thermiques et hygrométriques précises ;
- la mise en œuvre des mortiers, des bétons, des enduits et des revêtements à base de liants hydrauliques... requiert un support humide et certaines conditions météorologiques et thermiques ;
- la mise en œuvre des revêtements d'étanchéité à base de liants hydrocarbonés requiert un support sec et certaines conditions thermiques.

6.4.2.2 Contrôles d'exécution de la préparation des produits

6.4.2.2.1 Généralité

Les produits et systèmes fabriqués en usine sont préparés en fonction des dispositions de la **fiche technique du fabricant** et en respectant celles de la **fiche de données de sécurité**. Il peut s'agir de produits **prêts à gâcher** (nécessité d'un ajout d'eau suivit d'un malaxage), **pré-dosés** (nécessité d'un mélange suivit d'un malaxage).

Les bétons et mortiers fabriqués en centrale sont élaborés et transportés conformément aux dispositions des textes en vigueur.

Les produits fabriqués sur le chantier sont réalisés à partir de constituants dosés et malaxés suivant une composition définie. Il s'agit le plus souvent de bétons et mortiers.

6.4.2.2.1.2 Contrôles d'exécution de la préparation de produits prêts à l'emploi monocomposant solvantés ou non à base de liants organiques ou hydrocarbonés

Rappel : il s'agit des enduits pour la préparation du support, impressions, imprégnations hydrophobes ou non, lasures, peintures, revêtements de peinture [RPE et RPSE], enduits plastiques d'imperméabilisation...

> **Les contrôles d'exécution lors de la préparation des produits portent sur les points suivants :**

1. Cas des produits non solvantés :

- le respect des règles de sécurité liées **aux fiches techniques et de données de sécurité** ;
- l'étiquetage du pot ou du bidon, pour vérifier que le produit est bien celui à mettre en œuvre (nature et couleur) et que la date de péremption n'est pas dépassée ;
- la qualité apparente du produit à l'ouverture du récipient ;

40 / Certains produits ou systèmes très performants peuvent se mettre en place sur des supports humides ou par temps de gel. Si de telles conditions sont à prévoir pendant les travaux, le marché doit être rédigé en conséquence.

- l'outil d'homogénéisation du produit, qui doit être identique ou le même que celui utilisé durant **l'épreuve de convenance** (même puissance, même vitesse...) afin de minimiser l'inclusion de bulles d'air et l'échauffement du produit⁴¹ ;
- le temps d'homogénéisation ;
- l'homogénéité du produit et de sa teinte à la fin du mélange ;
- le temps de mûrissement avant utilisation ;
- etc.

2. Cas des produits solvantés (il faut ajouter à la liste 1 ci-devant) :

- les précautions particulières d'emploi liées à l'utilisation d'un solvant (réaction au feu) ;
- la quantité de solvant à ajouter éventuellement au produit ;
- la mesure du temps d'écoulement au viscosimètre, si elle est prévue par la fiche technique (notice du produit ou de l'appareil de mise en œuvre). ;

3. Cas de certains produits bitumineux (il faut ajouter à la liste 1 ci-devant) :

- par temps froid, la température du produit, car un préchauffage avant emploi peut être nécessaire ;
- l'évolution de la température et de la viscosité du produit pendant le préchauffage.

6.4.2.2.1.3 Contrôles d'exécution de la préparation de produits prêts à l'emploi multicomposant à base de liants organiques

Rappel : il s'agit de produits de peinture et revêtements à base de liant polymère actif (P) comme des résines époxydes, polyuréthanes... ou mortiers et bétons polymères (PC)...

> Les contrôles d'exécution lors de la préparation des produits portent sur les points suivants :

- le respect des règles de sécurité liées aux **fiches techniques et de données de sécurité**,
- l'étiquetage des pots ou des bidons pour vérifier que le produit est bien celui à mettre en œuvre (nature et couleurs) et que la date de péremption n'est pas dépassée,
- la présence des composants nécessaires à l'élaboration du produit ou système de protection ([base + durcisseur] ou [résine en émulsion + charges] pour les bicomposant, [base + durcisseur + charges] pour les tricomposants...),
- la qualité apparente des différents composants à l'ouverture des récipients,
- le transvasement de la totalité des composants dans le récipient réservé au mélange (en général celui qui contient la base) et dans l'ordre fixé par la **fiche technique**. Toute erreur à ce niveau risque d'entraîner un défaut de durcissement du produit et la perte de ses performances. Tout fractionnement de produits multicomposants est interdit,
- l'outil de mélange des composants, qui doit être identique ou le même que celui utilisé durant **l'épreuve de convenance** (même puissance, même vitesse...) afin de minimiser l'inclusion de bulles d'air, l'échauffement du mélange,
- le temps de mélange,
- l'homogénéité du produit (absence de grumeaux) et de sa teinte à la fin du mélange,

⁴¹ / Pour, certains produits, comme les hydrofuges de surface, l'agitation du bidon suffit pour homogénéiser le produit.

- le temps de mûrissement avant utilisation,
- la réalisation des prélèvements qui peuvent être nécessaires à la mesure de la dureté Shore après polymérisation,
- la mesure de la température du mélange et de son évolution pour détecter le début de la polymérisation et la fin du « **temps d'utilisation réel** » du produit (temps estimé lors de l'**épreuve de convenance**).
- etc. ;

6.4.2.2.1.4 Contrôles d'exécution de la préparation de produits à base de liants hydrauliques

Rappel : il s'agit des mortiers et bétons performantiels ou de recette destinés à la réalisation de revêtements de protection, d'enduits d'imperméabilisation, de chapes, de dalles... préparés en usine ou sur le chantier.... Ces mortiers et bétons peuvent être à base de liant hydraulique (**CC**) ou de ciment hydraulique polymère (**PCC**).

> Les contrôles d'exécution lors de la préparation des mortiers et bétons portent sur les points suivants :

1. Cas des produits prêts à l'emploi :

- le respect des règles de sécurité liées aux **fiches techniques et de données de sécurité** ;
- l'étiquetage des sacs pour vérifier que le produit est bien celui à mettre en œuvre (nature et couleur) et que la date de péremption n'est pas dépassée ;
- la qualité apparente du produit à l'ouverture du sac (absence de mottes...) ;
- la machine de malaxage des composants, qui doit être identique ou la même que celle utilisée durant l'**épreuve de convenance** (même capacité, même puissance, même vitesse...) afin d'obtenir le malaxage requis ;
- la vérification que tous les constituants nécessaires ont été introduits dans l'auge (malaxage ou avec un mélangeur à hélice) ou la cuve (malaxage mécanique) affectée au mélange, dans l'ordre et en respectant les quantités conformément à la **procédure d'exécution** (normalement, les produits prêts à l'emploi sont pré-dosés ou pré-mélangés et la totalité de la charge du sac ou du récipient doit être utilisée conformément à la **fiche technique**) ;
- la quantité d'eau ajoutée, qui doit être celle prévue dans la **fiche technique** (la température de l'eau est à vérifier, si nécessaire) ;
- le temps de malaxage ;
- l'homogénéité du produit (absence de grumeaux) et de sa teinte à la fin du mélange ;
- etc.

2. Cas des produits fabriqués sur le chantier (il faut ajouter à la liste 1 ci-devant) :

- l'état et l'étalonnage des moyens de pesée ;
- la vérification que les adjuvants nécessaires ont été introduits en respectant les quantités fixées dans la **procédure d'exécution** ;
- etc.

3. Cas des produits fabriqués en centrale :

Les bétons et mortiers sont fabriqués et transportés conformément aux dispositions de la norme **NF EN 206** et de son annexe nationale **NF EN 206/CN**. La centrale doit être admise

à la marque **NF-BPE** ou équivalente avec, de plus, dans le cadre des **marchés publics**, des exigences complémentaires sur les équipements de la centrale du **fascicule 65 du CCTG**.

Note : voir également le CCTP-type du CEREMA (ex-Sétra).

6.4.2.2.1.5 Contrôles d'exécution de la préparation d'autres produits

Il d'agit essentiellement des armatures des revêtements..., des revêtements de protection des armatures de béton armé...

Les contrôles d'exécution lors de la préparation de ces autres produits sont à fixer dans les **DPM** et/ou sont proposés par **l'entrepreneur** à l'acceptation **du maître d'œuvre**.

6.4.2.3 Levée du point d'arrêt avant la réalisation de l'opération

La levée du **POINT D'ARRÊT** par le **maître d'œuvre** conditionne la réalisation de **l'opération de mise en œuvre d'une protection de surface**. Cette levée impose que les opérations définies ci-après soient terminées et aient donné satisfaction :

- **l'épreuve de convenance** de préparation du support ;
- **l'épreuve de convenance** relative à la mise en œuvre d'une protection de surface du béton ;
- **les contrôles d'exécution** relatifs à la préparation du support, de l'opération et des produits visés dans les articles 6.4.2.1 et 6.4.2.2 ci-devant.

6.4.2.4 Contrôles d'exécution de la mise en œuvre d'une protection de surface

6.4.2.4.1 Généralités

> **Durant la mise en œuvre d'une protection de surface du béton, les points suivants, communs au domaine du bâtiment et à celui génie civil, sont à contrôler :**

- le respect des règles de sécurité ;
- le respect des dispositions de la **procédure d'exécution (PAQ)**, **des fiches techniques et des fiches de données de sécurité** ;
- l'humidification préalable du support (cas des produits à base de liants hydrauliques) et une teneur en eau limitée du support (cas des produits à base de liants organiques) ;
- l'évolution des **conditions thermiques et hygrométriques** de l'atmosphère et du support (zone d'application soumise à un ensoleillement direct, arrivée de la pluie et/ou du vent...) et les dispositions prises pour en réduire les effets (mise en place de protection, arrêt de chantier...) ;
- la protection contre la poussière, les salissures en provenance de la préparation de surface d'une autre zone ;
- les dispositions appliquées en cas d'incident de chantier (panne de matériel, mauvaise mise en œuvre...) ;
- **la gestion des documents de suivi** ;
- les précautions prises, en particulier pour éviter les reprises visibles lors des interruptions de mise en œuvre (pause déjeuner, fin de journée...) ;
- etc.

Les différentes méthodes de mesures figurent dans les fascicules 65, les normes-DTU, les NF DTU, les guides techniques du LCPC, dans la norme NF EN 1504-10 et la norme NF P95-103. Ces différents documents renvoient aux normes d'essai en vigueur. Le présent guide donne les principales méthodes de mesure et leurs sources.

> **Rappel : les méthodes de mesure de la température, de l'hygrométrie et de la vitesse du vent, qui sont visées par la norme harmonisée NF EN 1504-10, font appel aux méthodes suivantes :**

- l'essai n°10 relatif à la température du support précise :
 - qu'il faut utiliser un thermomètre conçu pour mesurer les températures de surface d'une précision de lecture de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$,
 - qu'il faut appliquer un produit assurant le contact thermique avec le support, que le thermomètre doit être placé au point de mesurage et au centre d'un matériau isolant, tel qu'une plaque de polystyrène d'une surface de $0,5\text{ m}^2$ et d'une épaisseur de 70 mm, qu'il faut effectuer la mesure lorsque la température est stable (variation de la température avec le temps $< 1^{\circ}\text{C}/5\text{ min}$) ;
- l'essai n°21 relatif à la température ambiante doit être effectué avec un thermomètre permettant de respecter une précision de lecture de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;
- l'essai n°22 relatif à l'humidité ambiante vise la norme ISO 4677 1-2 (se reporter à l'article 5.3.1 ci-devant) ;
- l'essai n° 25 relatif au point de rosée vise aussi la norme ISO 4677 1-2 (se reporter à l'article 5.3.1 ci-devant) ;
- l'essai n°24 relatif à la vitesse du vent fait appel à un anémomètre.

Rappel : les NF DTU et normes-DTU proposent également divers essais, en particulier pour mesurer l'humidité du support.

6.4.2.4.2 Domaine du génie civil – Contrôles d'exécution de la mise en œuvre d'une protection de surface du béton

Les contrôles d'exécution pendant la mise en œuvre d'une protection de surface du béton concernent les revêtements, les imprégnations hydrophobes, les imprégnations et les mortiers ou bétons ajoutés. Ces contrôles tiennent compte des enseignements obtenus durant l'épreuve de convenance. Les contrôles développés ci-après sont extraits avec quelques adaptations de la norme NF P95-103.

6.4.2.4.2.1 Contrôles d'exécution de la mise en œuvre d'un revêtement de protection à base de liants organiques (P) et (PC)

Note : il s'agit de produits appliqués en couches minces, c'est-à-dire quelques centaines de μm .

> **Ces contrôles portent sur les points suivants :**

- le bon fonctionnement du matériel de mise en œuvre (cas de la mise en œuvre par projection : pression, type et dimension de la buse, débit...),
- la bonne tenue de chaque couche (absence de coulures montrant une thixotropie correcte du produit frais) suivant l'orientation du support et les vibrations éventuelles,
- le nombre de couches appliquées et le délai de séchage entre les couches en fonction des conditions climatiques,

- les épaisseurs humides (après application et avant séchage) des différentes couches,
- les quantités de produit mises en œuvre, totales et au m² de surface,
- la mise en œuvre des protections en cas de pluie, de soleil, de vent ...,
- le respect du «**temps d'utilisation réel**» du produit, normalement évalué lors de l'épreuve de convenance si les conditions thermiques et hygrométriques sont identiques,
- la durée de l'opération (rendement),
- etc.

Si la **préparation du support** a imposé la mise en œuvre d'un bouche-pore ou d'un primaire, la compatibilité de ces produits avec le revêtement doit avoir été contrôlée au plus tard lors de l'**ÉPREUVE DE CONVENANCE**.

La **mesure de l'épaisseur humide** peut être effectuée au moyen d'une jauge de « Nordson », d'un peigne, d'une roue dentée... (se reporter au **guide technique de 1999** du LCPC et à l'**essai n° 26** décrit dans la norme harmonisée **NF EN 1504-10**). La méthode n° 1 de la norme **NF EN ISO 2808** donne deux méthodes pour mesurer l'épaisseur à l'état humide :

- la jauge à peigne ;
- la jauge à roue dentée.

La **jauge à peigne**, qui est utilisée pour mesurer l'épaisseur des peintures et vernis, semble plus facile à adapter au mesurage de l'épaisseur des différents revêtements susvisés. La jauge est constituée d'un peigne, en général en acier inoxydable, dont les dents extérieures forment une ligne de base. Les dents intérieures sont progressivement plus courtes, de manière à présenter une série d'intervalles entre les dents et la ligne de base, et la taille de chaque intervalle peut être lue sur l'échelle de la jauge.

Aussitôt après l'application du produit, placer la jauge à peigne fermement sur le support, de telle manière que les dents soient perpendiculaires au plan de la surface et que le peigne ne glisse pas. Retirer la jauge et puis examiner les dents pour déterminer quelle est la plus courte des dents à avoir touché le revêtement humide. Au moins trois mesures sont effectuées, en différents endroits et de manière identique pour obtenir des résultats représentatifs de toute la surface réparée.

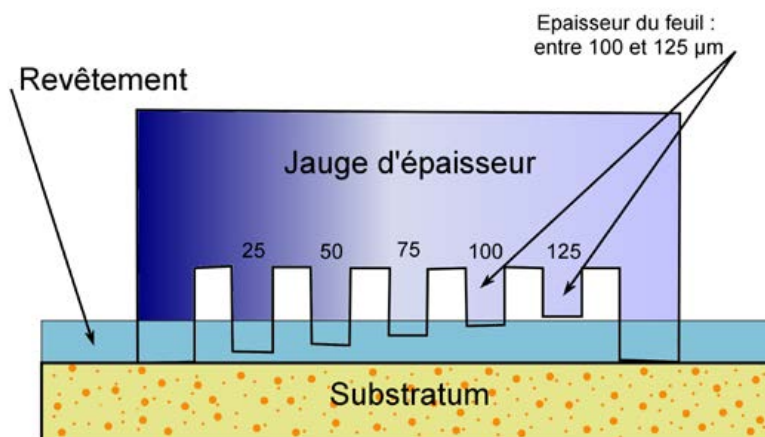


Figure n° 27 : contrôle de l'épaisseur d'un revêtement humide avec une jauge à peigne

6.4.2.4.2.2 Contrôles d'exécution de la mise en œuvre d'un revêtement de protection à base de liant hydraulique polymère (PCC) sous forme de revêtement mince

> Les contrôles portent sur les points suivants :

- le bon fonctionnement du matériel de mise en œuvre (cas de la mise en œuvre par projection),
- l'humidification préalable du support,
- la bonne tenue de chaque couche avant durcissement (absence de coulures, décollements...) suivant l'orientation du support et les vibrations éventuelles,
- l'épaisseur des couches de mortier ou de revêtement et le respect du délai d'attente entre les couches,
- la mise en œuvre des protections en cas de pluie, de soleil, de vent ...,
- l'humidification (cure) après la réalisation, si les conditions climatiques l'imposent (temps sec ou venteux),
- la durée de l'opération et les quantités mises en œuvre, totales et au m²,
- etc. ;

> Pour la mesure des épaisseurs mises en œuvre :

- pour les revêtements minces il est possible d'utiliser les techniques susvisées du peigne ou de la roulette ;
- pour les enduits, il y a lieu de recourir à l'utilisation de piges, de règles, de coffrages...

Les revêtements minces peuvent être armés. Dans ce cas, le **contrôle** porte, en plus, sur le respect du recouvrement minimal entre les lés, le sens de pose des lés et l'efficacité du marouflage.

6.4.2.4.2.3 Contrôles d'exécution de la mise en œuvre d'une imprégnation hydrophobe

> Les contrôles portent sur les points suivants :

- la bonne mise en œuvre manuelle ou mécanique de l'imprégnation,
- le nombre de couches appliquées et le délai de séchage entre les couches en fonction des conditions climatiques,
- les quantités de produit mises en œuvre, totales et au m² de surface. En effet, après séchage, il est normalement impossible de mesurer l'épaisseur des produits hydrofuges mis en œuvre,
- la mise en œuvre des protections en cas de pluie, de soleil, de vent...
- la durée de l'opération (rendement),
- etc.

La profondeur de pénétration d'une imprégnation hydrophobe dépend des caractéristiques du béton support (porosité de surface, perméabilité, saturation en eau...), de la classe du produit d'imprégnation hydrophobe (classe I ou II) et des quantités mises en œuvre. Comme la mesure de la pénétration se fait **28 jours** après l'application du produit, il est donc indispensable d'avoir effectué, lors de **l'étude préalable** avant travaux et au plus tard lors de **l'ÉPREUVE DE**

CONVENANCE, des mesures de pénétration. Ces mesures sont explicitées ci-après.

6.4.2.4.2.4 Les contrôles d'exécution de la mise en œuvre d'une imprégnation

Pour mémoire, se reporter aux contrôles d'exécution concernant la mise en œuvre d'une imprégnation hydrophobe.

6.4.2.4.2.5 Les contrôles d'exécution de la mise en œuvre d'un mortier ou béton ajouté à base de liants hydrauliques CC)

> **Les contrôles portent sur les points suivants :**

- le bon fonctionnement du matériel de mise en œuvre (cas de la mise en œuvre par projection : pression, type et dimension de la buse, débit...),
- l'humidification préalable du support,
- en cas de mise en œuvre manuelle ou par projection, la bonne tenue du produit avant durcissement (absence de coulures, décollements...) suivant l'orientation du support et les vibrations éventuelles,
- l'épaisseur des couches de mortier ou de revêtement et le respect du délai d'attente entre les couches,
- la mise en œuvre des protections en cas de pluie, de soleil, de vent ...,
- l'humidification (cure) après la réalisation si les conditions climatiques l'imposent (temps sec ou venteux),
- la durée de l'opération et les quantités, totales et au m², mises en œuvre,
- etc. ;

6.4.2.4.3 Domaine du bâtiment – Contrôles d'exécution de la mise en œuvre d'une protection de surface du béton

6.4.2.4.3.1 Généralités

Les différents **NF DTU**, **normes-DTU** et **règles professionnelles** fixent essentiellement **les contrôles à effectuer après l'application des produits et systèmes** afin de vérifier que la protection de surface a correctement été mise en œuvre. Ils ne développent quasiment pas **les contrôles à effectuer en cours d'application**. Il est rappelé que ces contrôles sont, normalement, à la charge de **l'entrepreneur**.

Suivant la nature du produit ou du système de protection à mettre en œuvre, le **marché (DPM)** peut compléter les exigences du **DTU** applicable en s'inspirant des **fiches techniques** des produits et des exigences du **domaine du génie civil** ci-devant. Il est également possible de s'appuyer sur les articles du **présent guide** qui traitent des matériels et de la mise en œuvre des produits et systèmes.

Note : *les différents articles qui suivent imposent que le support soit conforme aux exigences et qu'il ait fait l'objet des contrôles permettant de confirmer sa conformité.*

6.4.2.4.3.2 Contrôles d'exécution de la mise en œuvre de produits de peinture, revêtement d'imperméabilisation et produits anti-graffiti sur des parois extérieures et sols en béton neufs ou existant

A. Contrôles d'exécution de la mise en œuvre de produits de peinture et revêtements d'imperméabilisation sur des parois extérieures et sols en béton neufs ou existant (NF DTU 59.1, NF DTU 42.1, Norme-DTU 59.3)

Les trois textes normatifs ne traitent pas des **contrôles** à effectuer lors de la mise en œuvre des produits de peinture, revêtements... Ils se contentent de lister et détailler les diverses opérations qui doivent s'enchaîner. À partir de cet enchaînement des opérations, il est possible de définir un **cadre type des contrôles** qui peuvent être incorporés au **marché (DPM)**. Il y a lieu de rappeler que le **CCS** indique la consistance des travaux dus par l'**entrepreneur** et ceux qui peuvent être mis à sa charge par les **DPM**.

Le **tableau ci-après** donne l'enchaînement des opérations et les numéros des articles associés contenus dans les trois textes normatifs ; il permet de cibler **les points de contrôle**. Les contrôles de ce tableau commencent juste après **ceux du support**, lesquels ont permis de déclarer le support conforme et prêt à recevoir la protection.

Opérations pouvant donner lieu à un contrôle	N° des articles du NF DTU 59.1 CCT ou CCS	N° des articles du NF DTU 42.1 CCT ou CCS	N° des articles de la norme-DTU 59.3 CCT ou CCS
La mise en place des protections (poussières, soleil, pluie, projections...)	761	NR	NR
La préparation et la conformité de l'outillage nécessaire	761	832	NR
Les conditions d'application liées aux conditions météorologiques et à leur évolution pendant toute la durée des travaux	NR	821	41 et 43 (CCS)
Dans le cas d'une application sur une grande surface, le choix des dimensions des panneaux recouvrables en application sans reprise	764	NR	NR
Le temps de mûrissement des produits après leur préparation	NR	NR	NR
Le respect des prescriptions des FDS	NR	NR	NR
Les techniques de mise en œuvre (brosse, rouleau, pistolet...) visées à l'article 5.3.3.4 ci-dessus	763	832	NR
L'application de la couche primaire ou d'une couche d'impression (pénétrante, durcissante, isolante...)	761	831	43
Le délai de recouvrement entre les différentes couches	762	832	NR
L'application de la couche intermédiaire	761	832	NR
La mise en place de l'armature éventuelle incorporée entre deux couches intermédiaires par marouflage	NR	832	NR
L'application de la couche de finition (mate, satiné) lisse pochée structurée... et teintée	761	832	NR
Le traitement des points singuliers (joints, retours techniques, acrotères...)	NR	84	NR

La mise en place des protections provisoires des surfaces revêtues (poussière, projections...)	761	NR	NR
L'épaisseur humide des différentes couches	8	832	NR
Les quantités mises en œuvre et aires des zones revêtues	8	832	NR
Etc.	-	-	-

Tableau n° 55 : opérations de mise en œuvre de produits de peinture et de revêtements d'imperméabilité à base de polymères pouvant faire l'objet d'un contrôle

Légende : NR = non renseigné.

Note : dans le cas où le texte normatif ne prévoit aucun contrôle (sigle NR), il appartient au marché (DPM) de s'y substituer, voire de compléter ou préciser le détail des contrôles à effectuer.

B. Contrôles d'exécution de mise en œuvre de produits anti-graffiti sur des parois et sols en béton neufs ou existants

En l'absence de texte à caractère normatif, il faut se reporter aux **fiches techniques** des **fabricants** des produits pour connaître les méthodologies de mise en œuvre. Il est rappelé que ces produits assurent une protection classée, soit comme **renouvelable** car détruite après un nettoyage, soit comme **permanente**, c'est-à-dire pouvant subir plusieurs nettoyages.

Le **tableau ci-après** donne l'enchaînement des opérations pouvant donner lieu à un contrôle. Les contrôles de ce tableau commencent juste après **ceux du support**, lesquels ont permis de déclarer le support conforme et apte à recevoir la protection.

Opérations pouvant donner lieu à un contrôle
La mise en place des protections (poussières, soleil, pluie, projections...)
La préparation et la conformité de l'outillage nécessaire
Les conditions d'application liées aux conditions météorologiques et à leur évolution pendant la durée des travaux
Lors d'une application sur une grande surface, le choix des dimensions des panneaux recouvrables en application sans reprise
Le temps de mûrissement des produits après leur préparation
Le respect des prescriptions des FDS
Les techniques de mise en œuvre (brosse, rouleau, pistolet...) visées à l'article 5.3.3.4 ci-dessus
L'application de la première couche
Le délai de recouvrement entre les couches
L'application de la seconde couche (cas des produits applicables en 2 couches)
Les quantités mises en œuvre et aires des zones revêtues
Etc.

Tableau n° 56 : opérations de mise en œuvre de produits anti-graffiti pouvant faire l'objet d'un contrôle

6.4.2.4.3.3 Contrôles d'exécution de la mise en œuvre de chapes et dalles à base de liants hydrauliques sur des planchers intérieurs en béton (NF DTU 26.2)

Le **NF DTU 26.2** ne traite pas des **contrôles** à effectuer lors de la mise en œuvre des chapes en mortiers et dalles en béton non structurelles adhérentes, désolidarisées ou flottantes. Ces dalles pouvant être soumises à des sollicitations faibles, modérées ou fortes (cuisines collectives). Il se contente de lister et détailler les diverses opérations qui doivent s'enchaîner. À partir de cet enchaînement des opérations, il est possible de définir un **cadre type des contrôles** qui peuvent être incorporés au **marché (DPM)**. Il y a lieu de rappeler que le **CCS** indique la consistance des travaux dus par **l'entrepreneur** et ceux qui peuvent être mis à sa charge par les **DPM**.

Note : *lorsqu'il s'agit de supports extérieurs ou de chapes et dalles soumises à des charges importantes (trafic lourd), il appartient au marché (DPM) de compléter les exigences du NF DTU en s'inspirant d'autres textes, comme la norme-DTU 13.3 relative aux dallages, les règles professionnelles SEL...*

Le **tableau ci-après** donne l'enchaînement des opérations et les numéros des articles associés contenus dans le texte normatif ; il permet de cibler les **points de contrôle**. Il a été vérifié que le support présente l'âge minimal requis et a fait l'objet d'une préparation adaptée au type de pose, il est donc :

- brut de préparation et apte à recevoir une chape ou une dalle adhérente ;
- recouvert d'un ravaillage ou d'une couche de désolidarisation (chape ou dalle désolidarisée) ;
- recouvert d'une couche isolante (chape ou dalle flottante).

Opérations pouvant donner lieu à un contrôle	N° des articles du NF DTU 26.2 CCT ou CCS
La préparation et la conformité de l'outillage nécessaire	NR
Les conditions d'application liées aux conditions météorologiques et à leur évolution pendant toute la durée des travaux	NR
La mise en place des repères permettent, lors de la mise en place du mortier ou du béton, de respecter les niveaux, les épaisseurs et les pentes fixés	NR
Le temps de mûrissement du mortier ou du béton après leur préparation	NR
Cas des chapes et dalles adhérentes : l'humidification du support ou réalisation d'une barbotine	73
Cas des chapes et dalles désolidarisées ou flottantes : la mise en place de l'armature éventuelle (treillis soudé)	74
L'étalement du mortier et du béton suivi d'un damage et d'un réglage puis d'un talochage et éventuellement d'un lissage suivant la finition exigée	75
Les épaisseurs minimales exigées	73 et 74
La désolidarisation périphérique des dalles désolidarisées et flottantes	74
Le traitement des différents types de joints (dilatation, retrait, construction et fractionnement)	8
La cure des mortiers et bétons	NR
Les quantités mises en œuvre et aires des zones concernées	NR
Le délai de livraison aux autres corps d'état	10
Etc.	-

Tableau n° 57 : opérations de mise en œuvre de chapes et dalles non-structurales pouvant faire l'objet d'un contrôle

Note : *dans le cas où le texte normatif ne prévoit aucun contrôle (sigle NR), il appartient au marché (DPM) de s'y substituer, voire de compléter ou préciser le détail les contrôles à effectuer.*

6.4.2.4.3.4 Contrôles d'exécution de la mise en œuvre de revêtements coulés à base de résine synthétique sur des planchers intérieurs en béton (NF DTU 54.1)

Le NF DTU 54.1 ne traite pas des **contrôles** à effectuer lors de la mise en œuvre de revêtements coulés à base de résines. Il se contente de lister et détailler les diverses opérations qui doivent s'enchaîner. À partir de cet enchaînement des opérations, il est possible de définir un **cadre type des contrôles** qui peuvent être incorporés au **marché (DPM)**. Il y a lieu de rappeler que le **CCS** indique la consistance des travaux dus par l'**entrepreneur** et ceux qui peuvent être mis à sa charge par les **DPM**.

Le **tableau ci-après** donne l'enchaînement des opérations et les numéros des articles associés contenus dans le texte normatif ; il permet de cibler les **points de contrôle**. Il a été vérifié que le support a fait l'objet d'une préparation et est conforme, en particulier, vis-à-vis des exigences liées à l'intensité des sollicitations, voire des chocs applicables au revêtement en résines.

La **fiche système du concepteur** fixe, normalement, les contrôles et vérifications à faire après chaque couche et à enregistrer dans un document prévu à cet effet.

Note : lorsqu'il s'agit de supports extérieurs ou de chapes et dalles soumises à des charges importantes (trafic lourd), il appartient au marché (DPM) de compléter les exigences du NF DTU en s'inspirant d'autres textes comme la norme-DTU 13.3 relative aux dallages, les règles professionnelles SEL...

Opérations pouvant donner lieu à un contrôle	N° des articles du NF DTU 54.1 CCT ou CCS
Voir la fiche système	73
Le respect des prescriptions des FDS	71
La préparation et la conformité de l'outillage nécessaire (peut être différent pour chacune des couches du système)	NR
Les conditions d'application liées aux conditions météorologiques et à leur évolution pendant toute la durée des travaux	71
Le temps de mûrissement du produit après mélange (résines de type bicomposant) et durée de vie en pot	73
L'ordre de d'application des différentes couches (primaire, intermédiaire, finition [mate, brillante, antidérapante...])	73
Épaisseur minimales exigée des différentes couches du système et épaisseur totale	Fiche technique
Le délai de recouvrement entre les différentes couches et la durée de polymérisation des différentes couches	73
Le traitement des points et ouvrages particuliers (ancrage des bords de revêtements, joints [de retrait, d'arrêt de coulage, de dilatation, de pourtour...])	72
Les quantités mises en œuvre et aires des zones concernées	NR
La livraison après durcissement	8
Etc.	-

Tableau n° 58 : opérations de mise en œuvre de résines coulées pouvant faire l'objet d'un contrôle

Note : dans le cas où le texte normatif ne prévoit aucun contrôle (sigle NR), il appartient au marché (DPM) de s'y substituer, voire de compléter ou préciser le détail les contrôles à effectuer.

6.4.2.4.3.5 Contrôles d'exécution de la mise en œuvre d'enduits d'imperméabilisation et de décoration sur des murs extérieurs en béton et d'enduits et revêtements d'imperméabilisation sur des soubassements en béton

A. Contrôles d'exécution relatifs à la mise en œuvre d'enduits d'imperméabilisation à base de liants hydrauliques sur des murs extérieurs et des soubassements en béton (NF DTU 26.1)

Le **NF DTU 26.1** ne traite pas des **contrôles** à effectuer lors de la mise en œuvre des enduits à base de liants hydrauliques. Il se contente de lister et détailler les diverses opérations qui doivent s'enchaîner. À partir de cet enchaînement des opérations, il est possible de définir un cadre type des contrôles qui peuvent être incorporés au **marché (DPM)**. Il y a lieu de rappeler que le **CCS** indique la consistance des travaux dus par **l'entrepreneur** et ceux qui peuvent être mis à sa charge par les **DPM**.

Le **tableau ci-après** donne l'enchaînement des opérations et les numéros des articles associés contenus dans le texte normatif ; il permet de cibler les **points de contrôle**. Les contrôles de ce tableau commencent juste après **ceux du support**, lesquels ont permis de déclarer le support conforme et prêt à recevoir la protection.

Opérations pouvant donner lieu à un contrôle	N° des articles du NF DTU 26.1 CCT ou CCS
La mise en place des protections (soleil, pluie, vent, projections...)	42
La préparation et la conformité de l'outillage nécessaire (manuel et/ou mécanique)	NR
Les conditions d'application liées aux conditions météorologiques et à leur évolution pendant toute la durée des travaux	42
Dans le cas d'une application sur une grande surface, le choix des dimensions des panneaux recouvrables en application sans reprise	NR
La mise en place des repères permettant lors de la mise en place du mortier de respecter la planéité exigée et les épaisseurs des différentes couches de l'enduit suivant le type d'enduit à mettre en œuvre	8 et 9
La réalisation du gobetis d'accrochage de l'enduit si nécessaire	81
Le temps de mûrissement du mortier après sa préparation et sa durée pratique d'utilisation	43
La réalisation d'un enduit suivant le cas : de dressement avec ou sans enduit de finition, de finition seul, monocouche ou de soubassement. Suivant le type d'enduit certains délais entre l'application des couches sont nécessaires	8 et 9
Les épaisseurs minimales exigées des couches et l'épaisseur minimale totale	82 83 84 et 92
La réalisation de la finition exigée (enduit taloché, ribbé, gratté...)	35
Le traitement des points et ouvrages particuliers (arêtes, protection des tranches d'enduit, planéité, armatures, divers joints...)	44 à 411
La cure et la protection de l'enduit frais	412
Les quantités mises en œuvre et aires des zones concernées	NR
Etc.	

Tableau n° 59 : opérations de mise en œuvre d'enduits à base de liants hydrauliques pouvant faire l'objet d'un contrôle

Note : dans le cas où le texte normatif ne prévoit aucun contrôle (sigle **NR**), il appartient au **marché (DPM)** de s'y substituer, voire de compléter ou préciser le détail les contrôles à effectuer.

B. Contrôles d'exécution de la mise en œuvre d'enduits d'imperméabilisation et de décoration à base de résines organiques sur murs extérieurs

En l'absence de texte à caractère normatif sur les contrôles à effectuer lors de la mise en œuvre des enduits d'imperméabilisation à base de résines organiques relevant de la norme **NF**

EN 15824, il faut consulter les **fiches techniques des fabricants** pour lister et détailler les diverses opérations qui doivent s'enchaîner. À partir de cet enchaînement des opérations, il est possible de définir un **cadre type fixant les contrôles** qui peuvent être incorporés au **marché (DPM)**.

Le **tableau ci-après** donne l'enchaînement des opérations relevées dans plusieurs **fiches techniques** ; il permet de cibler les **points de contrôle**. Les contrôles de ce tableau commencent juste après **ceux du support**, lesquels ont permis de déclarer le support conforme et prêt à recevoir la protection.

Opérations pouvant donner lieu à un contrôle
La mise en place des protections (soleil, pluie, vent, projections...)
La préparation et la conformité de l'outillage nécessaire (manuel et/ou mécanique)
Les conditions d'application liées aux conditions météorologiques et à leur évolution pendant toute la durée des travaux
Dans le cas d'une application sur une grande surface, le choix des dimensions des panneaux recouvrables en application sans reprise
La mise en place des repères permettant, lors de la mise en place de l'enduit, de respecter la planéité et l'épaisseur exigées
Le temps de mûrissement du produit après sa préparation et sa durée pratique d'utilisation
Épaisseur minimale exigée de l'enduit
La réalisation de la finition exigée (enduit taloché, ribbé, gratté...)
Le traitement des points particuliers (arêtes, protection des tranches d'enduit, planéité, armatures, divers joints...)
La protection de l'enduit frais
Les quantités mises en œuvre et les aires des zones concernées
Etc.

Tableau n° 60 : opérations de mise en œuvre d'enduits à base de résines organiques pouvant faire l'objet d'un contrôle

C. Contrôles d'exécution de la mise en œuvre de revêtements d'imperméabilisation à base de liants hydrocarbonés sur des soubassements en béton

En l'absence de texte à caractère normatif sur les **contrôles** à effectuer lors de la mise en œuvre de revêtements d'imperméabilisation à base de liants hydrocarbonés, il faut consulter les **fiches techniques des fabricants** pour lister et détailler les diverses opérations qui doivent s'enchaîner. À partir de cet enchaînement des opérations, il est possible de définir un **cadre type fixant les contrôles** qui peuvent être incorporés au **marché (DPM)**.

Le **tableau ci-après** donne l'enchaînement des opérations relevées dans **plusieurs fiches techniques** ; il permet de cibler les points de contrôle. Les contrôles de ce tableau commencent juste après **ceux du support** lesquels ont permis de déclarer le support conforme et prêt à recevoir la protection.

Opérations pouvant donner lieu à un contrôle

La préparation et la conformité de l'outillage nécessaire (manuel et/ou mécanique)
Les conditions d'application liées aux conditions météorologiques et à leur évolution pendant toute la durée des travaux
La mise en place du revêtement en plusieurs couches suivant le type de produit (vernis, mastic...) et l'absorption du support
Les quantités mises en œuvre et les aires des zones concernées
Etc.

Tableau n° 61 : opérations de mise en œuvre de revêtements à base de liants hydrocarbonés pouvant faire l'objet d'un contrôle

6.4.2.4.3.6 Contrôles d'exécution de la mise en œuvre de revêtements d'imperméabilisation et/ou d'étanchéité sur des cuvelages

La norme-DTU 14.1 ne traite pas des **contrôles** à effectuer lors de la mise en œuvre à l'intérieur d'un cuvelage des divers types de revêtement d'imperméabilisation. Il se contente de lister et détailler les diverses opérations qui doivent s'enchaîner. Ces opérations figurent dans l'**avis technique**. À partir de cet enchaînement des opérations, il est possible de définir un cadre type des contrôles qui peuvent être incorporés au **marché (DPM)**. Il y a lieu de rappeler que le **CCS** indique la consistance des travaux dus par l'entrepreneur et ceux qui peuvent être mis à sa charge par les **DPM**.

Le **présent guide** dans l'article 6.4.2.4.3 ci-dessus relatif aux **contrôles d'exécution dans le domaine du bâtiment** traite du contrôle des divers revêtements à base de liants hydrauliques, de résines, mixtes... En plus, pour établir la liste des opérations pouvant donner lieu à des contrôles, il suffit de se reporter à l'article 5.3.3.3.5.1 ci-dessus qui traite de l'exécution des revêtement des cuvelages.

6.4.2.5 Contrôles d'exécution après mise en œuvre d'une protection de surface du béton

6.4.2.5.1 Généralités

Rappel : le **marché** précise les essais et contrôles qui relèvent du **contrôle interne** et ceux qui relèvent du **contrôle extérieur** (essentiellement ceux qui peuvent avoir une influence sur le déroulement des travaux, les autres concernent le marché de maîtrise d'œuvre) ainsi que les conditions de leur validation.

Les **résultats des contrôles après l'achèvement de l'opération** doivent être satisfaisants. Ils sont pris en compte pour la **RÉCEPTION DES TRAVAUX**. Ils constituent un **POINT D'ARRÊT**. Dans le cas contraire, une **fiche de non-conformité** doit être ouverte et les défauts font normalement l'objet d'une reprise.

ATTENTION, les **essais à caractère normatif de validation des performances des produits** s'effectuent suivant une **procédure rigoureuse**, dans des conditions **thermo-hygrométriques** précises et après un **temps de vieillissement** suffisant.

Les textes en vigueur ne fixent pas toujours dans le détail la procédure d'exécution des **essais de contrôle sur le chantier et les règles d'interprétation des résultats des essais**. Dans un tel cas, il appartient au **marché** de les fixer et tout particulièrement le **temps minimum** qui doit s'écouler entre la fin de l'application des produits et la réalisation des essais (cas des essais d'adhérence par traction directe par exemple).

ATTENTION, le temps nécessaire au durcissement d'un produit à base de liants hydrauliques ou à la polymérisation complète d'un produit à base de résines est fonction des **conditions thermo-hygrométriques** qui règnent sur le chantier. Il y a donc lieu, si besoin est, de retarder la réalisation des essais si les conditions climatiques sont défavorables. **L'épreuve de convenue** peut permettre d'anticiper le problème

6.4.2.5.2 Domaine du génie civil – Contrôles après mise en œuvre d'une protection de surface du béton

Note : le cas des mortiers et bétons ajoutés est traité dans la seconde partie du présent article.

Le marché fixe la consistance des **contrôles** après mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection en tenant compte **des fonctions principales et/ou optionnelles** demandées à la **protection de surface**. Ces contrôles doivent être cohérents avec les dispositions de la norme **NF P95-103** et du guide d'application de **l'AFNOR GA P 18-902** de façon à ne pas être en contradiction avec les normes européennes des séries **1062-*** (exigences esthétiques) et **1504-***** (essentiellement **1504-2** et **10**).

Le marché peut ajouter **des contrôles supplémentaires** lorsqu'il exige **des fonctions optionnelles complémentaires** non visées par les normes européennes (par exemple, des exigences esthétiques, la résistance à des sous-pressions, la résistance aux graffiti...).

Le marché doit fixer le **nombre des essais à exécuter**. Ce nombre dépend de l'importance des surfaces à traiter.

A. Contrôles après mise en œuvre de revêtements et d'imprégnations hydrophobes ou non par produits et systèmes visés par la norme NF EN 1504-2

L'**examen des différents textes existants** listés ci-après a permis de fixer les points sur lesquels doivent porter les contrôles. Ces points figurent dans les deux tableaux 62 et 63, qui suivent et se complètent :

> **Les textes existants sont :**

- la norme homologuée **NF P95-103** ;
- le chapitre 11 du **fascicule 65 du CCTG** ;
- la série des normes homologuée **NF EN 1062-*** ;
- la norme homologuée **NF EN 1504-10** ;
- le guide d'application de **l'AFNOR GA P18-902** ;
- le **guide technique de 1996 LCPC-Sétra** ;
- le **guide technique de 1999 du LCPC** ;
- le **guide technique de 2002 du LCPC**.



Photo n° 41 : contrôle de l'adhérence d'un revêtement par traction directe (crédit photo Jean Paul Benneton LRPC de Lyon)

Premier tableau issu des textes français : CCTG, normes, guides... (tous ces contrôles sont regroupés dans le tableau 6 de la norme NF P95-103) :

N° de l'essai	Caractéristiques	Norme de référence	Cas des imprégnations hydrophobes ou non	Cas des revêtements de surface	Observations
1	Dureté shore mesurée avec un duromètre	NF EN ISO 868	Non	Oui	S'applique aux produits polymérisables (P) ou (PC)
2	Aspect	NF EN ISO 4628-parties : 1, 2, 4, 5, 6 et 7- Peintures et vernis : Évaluation des dégradations des revêtements – Désignation de la quantité et de la dimension des défauts. Partie 2 : cloquage Partie 4 : craquelage Partie 5 : écaillage	Non	Oui	Les différents défauts d'aspect concernent : les coulures, les embus (zone poreuse), les surépaisseurs, le faïençage, le cloquage, la peau d'orange ou de crocodile, les yeux de perdrix.
3	Contrôle de l'épaisseur sèche	NF EN ISO 2808 : Peintures et vernis – Détermination de l'épaisseur du feuillet ⁴²	Non	Oui	
4	Contrôle de l'adhérence	NF EN ISO 2409 : Peintures et vernis – Essai de quadrillage. NF EN 1542 : Produits et systèmes pour la réparation et la protection des structures en béton – Méthodes d'essai – Mesure de l'adhérence par traction directe	Non	Oui	La norme NF EN 1504-10 vise aussi dans son essai n°35 la norme NF EN ISO 4624 (essai de traction pour peintures et vernis) très voisin de l'essai de la norme NF EN 1542 Il faut multiplier les mesures qui sont destructrices et aussi plus délicates sur site que sur éprouvettes en laboratoire.
5	Contrôle de la couleur (sur zones homogènes)	NF T34-554-2 : Mesure de l'écart colorimétrique NF T34-554-1 : Valeurs limites	Non	Oui	L'écart est à fixer au marché avec la durée de garantie. Tests non visés dans le deuxième tableau.
6	Contrôle de la perméabilité à l'air avant et après mise en place du revêtement	Essai BT CRIS (voir le guide technique du LCPC de 2002)	Possible	Oui	Nombre de secondes nécessaires au rétablissement de la pression atmosphérique dans une cloche à vide.
7	Contrôle de la consommation c'est-à-dire les quantités mises en œuvre	Sans	Applicable à toutes les imprégnations sauf par la mesure de l'épaisseur du feuillet	Oui	Peut se faire par la mesure de l'épaisseur du feuillet humide ou des quantités mises en place (pesée du récipient avant et après application à rapporter à la surface couverte)

⁴² / Les trois normes de mesure de l'épaisseur du feuillet d'un revêtement qui étaient visées par le Guide de 2004 ont été annulées en 2014 et 2015 : NF T30-121 : méthode du micromètre le 22 novembre 2014, NF T30-122 : méthode du comparateur le 16 février 2015 et NF T30-123 : méthodes A, B et C du microscope le 22 novembre 2014

N° de l'essai	Caractéristiques	Norme de référence	Cas des imprégnations hydrophobes ou non	Cas des revêtements de surface	Observations
8	Contrôle de la profondeur de pénétration des imprégnations hydrophobes	Méthode décrite dans le tableau 3 de la norme NF EN 1504-2 applicable sur des échantillons prélevés par carottage conformément à la norme NF EN 12504-1 . L'essai se fait 28 jours après l'application de l'imprégnation hydrophobe sur des carottes prélevées de 50 mm de diamètre et d'une longueur de 50 mm au minimum : le faciès de rupture d'une carotte fraîchement fendue est aspergé d'eau, la longueur de la zone sèche correspond à la profondeur de pénétration recherchée.	Imprégnation hydrophobes	Non	Concerne uniquement les imprégnations hydrophobes. Les profondeurs de pénétration minimales à respecter varient de 3 à 6 mm en fonction de l'environnement (Cf. le tableau 7 de la norme NF P95-103)

Tableau n° 62 : les différents contrôles prévus par les textes français et regroupés dans la norme **NF P95-103**

Deuxième tableau (extrait du **tableau n°4** de la norme **NF EN 1504-10**) qui traite des essais relatifs à l'état final après durcissement d'une protection de surface par application, soit d'une imprégnation hydrophobe ou non, soit d'un véritable revêtement :

N° de l'essai ou de l'observation	Caractéristiques	Méthode d'essai ou d'observation	Essai « E » ou observation « O »	Norme de référence	Fréquence d'essai ou d'observation (le nombre de points de mesure est à fixer au marché)	Cas des imprégnations hydrophobes ou non	Cas des revêtements de surface
29	Épaisseur du revêtement sec	Méthode du profilomètre ou méthode de l'entaille en coin ou méthode non normalisée de prélèvements d'échantillons carottés	E	NF EN ISO 2808 méthodes 4C et 6B (idem NF P95-103)	Une fois	Non	Oui
30	Recouvrement par le revêtement – Troues et défauts dans le revêtement	Examen visuel	O	NF EN ISO 4628-1 (la NF P95-103 plus complète vise plusieurs autres parties de la norme)	Une fois	Non	Oui

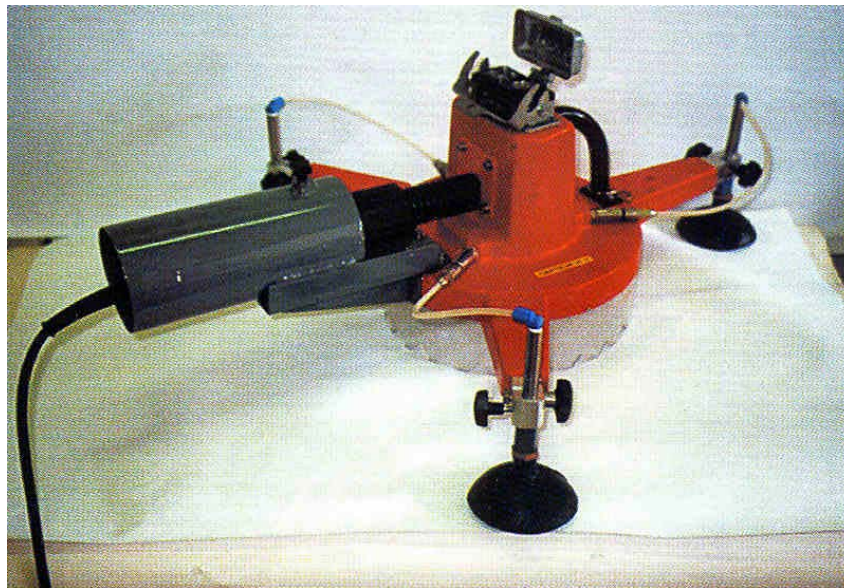
N° de l'essai ou de l'observation	Caractéristiques	Méthode d'essai ou d'observation	Essai « E » ou observation « O »	Norme de référence	Fréquence d'essai ou d'observation (le nombre de points de mesure est à fixer au marché)	Cas des imprégnations hydrophobes ou non	Cas des revêtements de surface
31	Pénétration de l'imprégnation	Carottage et examen visuel (idem NF P95-103) ou estimation par la mesure de la quantité de produit mis en œuvre sous réserve lors de l'épreuve de convenue d'avoir fait la mesure sur carottes	O et E	NF EN 12504-1 ou NF EN ISO 2808	Non définie	Oui	Non
32	Perméabilité à l'eau du revêtement...	Essai « Karsten » ou carottage et essai	E ou E	NF EN 12390-8 et en projet ISO/DIS 7031	Une fois	Oui	Oui
35	Adhérence du revêtement	Essai d'entaille transversale	E	NF EN ISO 2409 et NF EN ISO 4624	Une fois	Non	Oui
		ou essai d'arrachement	E	NF EN 1542	Une fois	Non	Oui
45	Couleur et texture des surfaces finies	Examen visuel	O	Voir le tableau de la NF P95-103	Non définie	Voir remarque	Voir remarque

Tableau n° 63 : les différents contrôles prévus par les textes européens (extrait de la norme **NF EN 1504-10**)

Remarques :

- une fréquence d'essai ou d'observation de 1 (une fois) figurant dans les tableaux correspond à un essai par élément, par surface... Dans la pratique, les surfaces et le nombre des essais sont à fixer au **marché** ;
- le revêtement et pas seulement le mortier ou béton ajouté peut avoir aussi une fonction décorative qui n'a pas été retenue dans la norme européenne. Les contrôles spécifiques à prévoir figurent dans le tableau précédent relatif à la **NF P95-103** ;

Mesure de la perméabilité à l'air de la peau du béton :



Consulter la fiche B2-7 relative à la mesure de la perméabilité de l'IFTAR dans la série : méthodes d'auscultation des matériaux

Matériels et leur encombrement :

BT-CRIS : 700mmx700mm
TORRENT : 150mmx150mm

La fiche fournit également :

* la procédure de réalisation des essais
* la méthode d'interprétation des résultats des mesures...

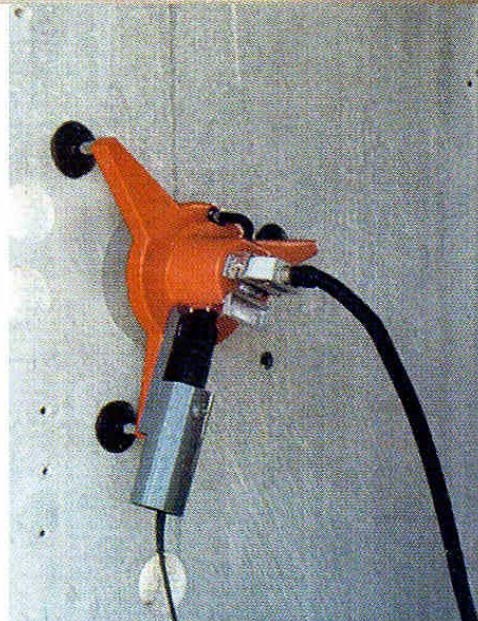


Photo n° 42 : dispositif de mesure de la perméabilité à l'air (extrait du guide LCPC sur la protection des bétons de 2002)

Mesures de l'adhérence d'un revêtement :

L'essai de quadrillage relève de la norme **NF EN ISO 2409**. Il ne convient ni aux revêtements, dont l'épaisseur totale est supérieure à **250 µm**, ni aux revêtements texturés ; de plus, il donne des résultats dispersés avec les revêtements à surface rugueuse.

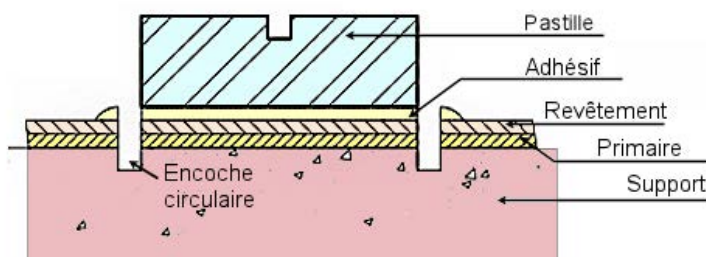


Figure n° 28 : essai d'adhérence d'un revêtement - NF EN1542 (d'après les règles SEL)

L'essai d'adhérence visé par la norme **NF EN 1542** (ou celui relevant de la norme **NF EN ISO 4624**) est un essai de laboratoire qu'il faut adapter pour les mesures in-situ. Le matériel à utiliser et la procédure à suivre sont décrits dans la **fiche B 74 des méthodes d'auscultation du matériau en place élaborée par l'IFSTTAR**. L'épaisseur du revêtement à mesurer est limitée à 50 mm.

La figure ci-devant montre le cas où il y a association d'un **primaire et d'un revêtement**, sachant que le primaire pourrait être un **ancien revêtement**.

> **Les principales étapes de l'essai sont les suivantes :**

- sur une zone de mesure de l'ordre du m², au minimum 5 pastilles métalliques de 50 mm de diamètre sont collées ;
- ensuite, on procède à une découpe circulaire du revêtement et du support à l'aide d'un carottier qui doit être **impérativement fixé sur le support en béton** (sinon les vibrations du carottier endommagent le support, ce qui fausse les mesures) ;
- enfin, avec un dynamomètre et en respectant le processus normatif, on arrache les pastilles.

> **Doivent être éliminées :**

- les ruptures adhésives entre le revêtement et l'adhésif ;
- les ruptures cohésives dans l'adhésif ;
- les ruptures adhésives entre l'adhésif et la pastille.

> **Doivent être conservées :**

- les ruptures cohésives dans le support ;
- les ruptures adhésives entre le primaire et le support ;
- les ruptures cohésives dans le primaire ;
- les ruptures adhésives entre le primaire et le revêtement ;
- les ruptures cohésives dans le revêtement.

On calcule, sous réserve de disposer d'au moins trois essais valables, la moyenne des essais F_{1m} et on élimine des résultats qui s'écartent de $\pm 20\%$ de cette première moyenne. Sur les essais ainsi retenus, sous réserve de disposer de trois essais valables, on calcule une nouvelle moyenne F_{2m} que l'on compare à la valeur minimale fixée au **marché** (1,5 à 2 MPa). Si on ne dispose pas de trois essais valables, une nouvelle série d'essais est à programmer.

B. Contrôles après mise en œuvre de mortiers et bétons ajoutés

L'examen des différents textes existants listés ci-après permet de fixer les points sur lesquels doivent porter les contrôles suivant l'importance des travaux (épaisseur à mettre en œuvre, surfaces à traiter, mise en place de mortier ou de béton, ajout d'armatures de BA...) et la méthode de mise en place (à la main, mécaniquement par coulage ou projection).

> Les textes existants sont :

- la norme homologuée **NF P95-103** ;
- la norme homologuée **NF EN 1504-10** ;
- le **chapitre 8 du fascicule 65 du CCTG** : Bétons et opérations de bétonnage ;
- le **NF DTU 26.1** : Travaux d'enduits de mortier

> La norme NF P95-103 liste simplement les points à contrôler à savoir :

- la résistance et la durée de prise ;
- le repérage sonore avec un maillet en bois des défauts de contact ;
- l'adhérence au support mesurée par l'essai de traction directe (**NF EN 1542**) ;
- l'absence de cloques, fissures, soufflures, etc.
- la vérification des fonctions esthétiques (si prévue au **marché**) :
 - la planéité,
 - la régularité de l'état de surface suivant le type finition exigé (brut de projection, taloché, etc.),
 - l'aplomb (tolérance sur la verticalité),
 - la couleur.

La norme **NF EN 1504-10**, dans son **tableau 4**, liste des différents **contrôles** à effectuer dans **l'état final après durcissement**. Ce tableau visant un **ensemble de huit groupes de méthodes de réparations** (injections des fissures, revêtements de surface, imprégnations hydrophobes ou non, collage de plaques, etc.), **il a été jugé utile et plus pratique** de rassembler dans le tableau ci-après les contrôles concernant uniquement l'ajout de mortier ou de béton, voire d'armatures de béton armé scellées ou non.

N° de l'essai ou de l'observation	Caractéristiques	Méthode d'essai ou d'observation	Essai « E » ou observation « O »	Norme de référence	Fréquence d'essai ou d'observation (le nombre de points de mesure est à fixer au marché)	Cas des mortiers et bétons ajoutés	Cas d'ajout et/ou de scellement de barres de BA
1	Décollement du revêtement	Sondage au marteau	E	Sans	Une fois	Oui	Non
15	Résistivité électrique (cas de traitements électrochimiques)	Essai de Wenner	E	Sans	Non définie	Oui	Sans objet
32	Perméabilité à l'eau du revêtement...	Essai « Karsten » ou absorption capillaire	E ou E	NF EN 1062-3	Une fois	Oui	Sans objet
34	Épaisseur du matériau de recouvrement	Carottage et examen visuel ou profomètre	O ou E	NF EN 12504-1	Une fois	Oui	Sans objet
35	Adhérence du revêtement	Essai d'entaille transversale	E	NF EN ISO 2409 et	Une fois	Non	Sans objet
		ou essai d'arrachement	E	NF EN 1542 ou NF EN ISO 4624	Une fois	Oui	Sans objet
36	Résistance à la compression	Carottage et essai d'écrasement	E	NF EN 12504-1	Une fois	Oui	Sans objet
		Scléromètre	E	NF EN 12504-2 (voir aussi NF DTU 21)	Une fois	Oui	Sans objet
37	Masse volumique du béton durci	Méthode avec séchage à l'étuve	E	NF EN 12390-7	Une fois	Oui	Sans objet
38	Retrait, fissuration du béton ou du mortier de réparation	Jauge mécanique ou examen visuel ⁴³	O	Sans	Une fois	Oui	Sans objet
39	Présence de vides dans et derrière le matériau de réparation durci	Essai par ultrasons	E	NF EN 12504-4	Non définie	Oui	Sans objet
		Radiographie	E	ISO 8047			
		Carottage et examen visuel	O	NF EN 12504-1			
40	Position des armatures	Examen visuel	O	Sans	Non définie	Sans objet	Oui (ajout et scellement)
		Profomètre	E				
41	Adhérence des armatures	Essai d'arrachement	E	NF EN 1881	Si nécessaire	Sans objet	Oui (ajout et scellement)
45	Couleur et texture des surfaces finies	Examen visuel	O	Voir le tableau de la NF P95-103	Non défini	Oui	Sans objet

Tableau n° 64 : contrôles visés par la NF EN1504-10

43 / Le PrNF EN 1504-10 dans son annexe D définit une méthode d'évaluation de la microfissuration des surfaces en béton.

Note : la norme NF EN 1542 est d'une application plus générale que la norme NF EN ISO 4624 comme le montre la comparaison de leurs titres.

- **NF EN 1542** : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essais - Mesurage de l'adhérence par traction directe.
- **NF EN ISO 4624** : Peintures et vernis - Essai de traction

> **La résistance à la traction du mortier ou du béton ajouté sur le support se mesure :**

- soit par l'essai d'arrachement visé par la norme **NF EN 1542** (épaisseur du revêtement limitée à 50 mm) ; la procédure de réalisation et d'interprétation de l'essai est donnée ci-dessus dans le présent article. **Le marché** fixe la valeur à obtenir ;
- soit par un **essai de traction directe sur carotte prélevée in-situ** visé par la norme **NF EN 14488-4** : Essais pour béton projeté - Partie 4 : adhérence en traction directe sur carottes.

La seconde norme concerne le béton mis en place par **projection** car, en l'absence de talochage ou d'une préparation de surface spécifique de la zone à carotter, l'état de surface d'un tel béton projeté rend l'essai d'arrachement peu fiable.

Cependant l'**essai de traction directe sur carottes** peut aussi être utilisé lorsque le béton est mis en place par coulage. En effet, lorsque l'épaisseur de mortier ou de béton de mise en place est importante (> 50 mm), il est possible de prélever des carottes in-situ pour réaliser des essais de traction en laboratoire (diamètre des carottes supérieur à 50 mm ou 3 fois la grosseur du plus gros granulat et élançement des carottes égal à 2)

> **La résistance à la compression du béton est visée par les normes :**

- **NF EN 13791 de septembre 2007** : évaluation de la résistance à la compression des structures et des éléments préfabriqués en béton. Cette norme explicite les méthodes qui permettent cette évaluation ;
- **NF EN 12504-1 d'avril 2012** : Essais pour béton dans les structures - Partie 1 : carottes - Prélèvement, examen et essais en compression. Cette méthode impose des carottes d'au moins 50 mm de diamètre et au minimum trois carottes pour pouvoir interpréter les résultats des essais ;
- **NF EN 12504-2 de mars 2013** : Essais pour béton dans les structures - Partie 2 : détermination de l'indice de rebondissement (scléromètre).

L'**IFSTTAR** conseille un diamètre de carotte au moins égal à 3 fois la grosseur du plus gros granulat et un élançement de l'éprouvette de 2. Pour la réalisation du carottage, se reporter à la fiche de l'**IFSTTAR A1-1 méthode d'auscultation sur prélèvement**. Toutes ces fiches sont disponibles sur le site de l'**IFSTTAR**.

Le marché précise, si nécessaire, **comment interpréter les résultats** en fonction de la résistance moyenne et de l'écart-type obtenus.

En cas de mise en œuvre de béton et d'ajout d'armatures y compris celles scellées dans le béton existant, il est possible de compléter les contrôles de la norme **NF EN 1504-10** en se basant sur le **fascicule 65 du CCTG et le CCTP-type du CEREMA**.

En cas de mise en œuvre de béton par projection, il convient, en plus, de consulter les normes **NF P95-102, NF EN 14487-1 et NF EN 14487-2** ainsi que les guides **ASQUAPRO**.

En cas de mise en œuvre d'un enduit de protection à base de liants hydrauliques, il est envisageable de se rapprocher aussi des **méthodes de contrôle** développées dans l'article consacré au **NF DTU 26.1** ci-après, bien que ce **NF DTU** ne traite pas des **contrôles**.

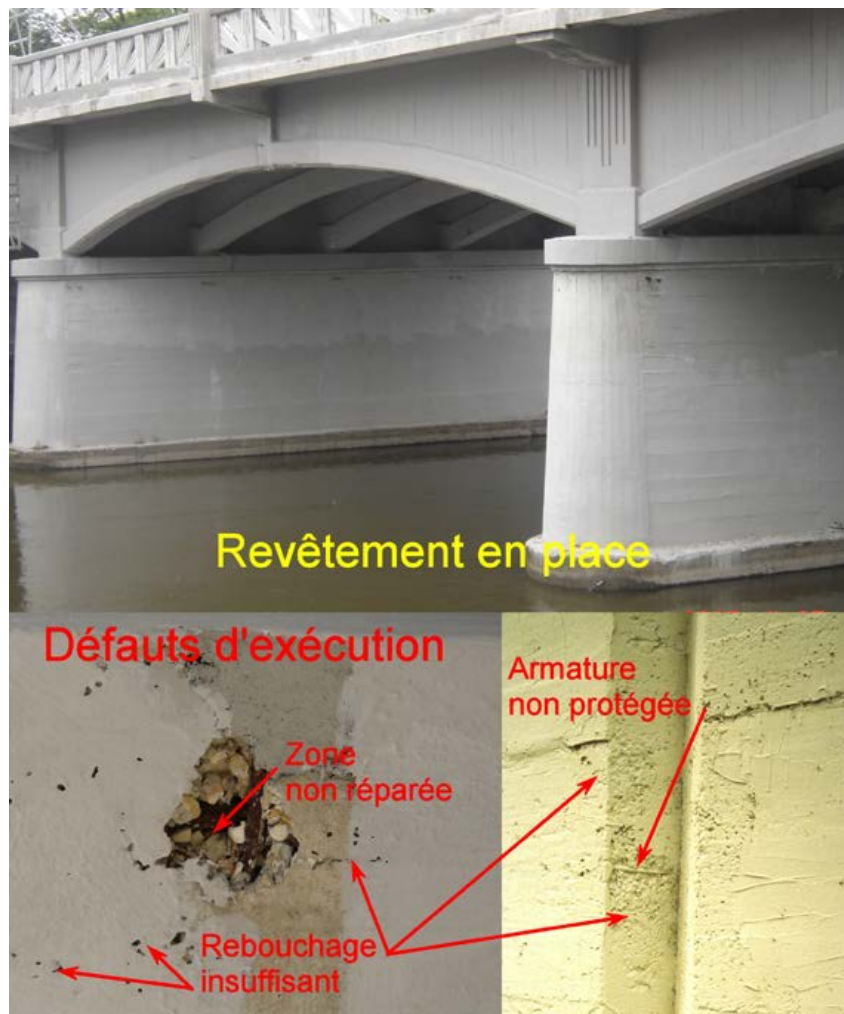


Photo n° 43 : revêtement de protection en place sur un pont et défauts d'exécution (crédit photo Parexlanko et Poineau)

6.4.2.5.3 Domaine du bâtiment – Contrôles après mise en œuvre d'une protection de surface du béton

Les différentes **Normes-DTU** et les différents **NF DTU** et les **règles professionnelles** applicables fixent la consistance des **contrôles** après mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection... **Le marché (DPM)** y ajoute des **méthodes d'essai et des contrôles** en tant que de besoin compte tenu des **nouvelles fonctions** introduites par les nouvelles normes européennes ou si la protection doit satisfaire à des **fonctions particulières** (résistance au nettoyage à l'eau sous pression, résistance aux pressions d'eau...). Se reporter aux **contrôles du génie civil** de l'article 6.4.2.5.2 ci-dessus.

Note : *il existe un certain nombre de normes d'essai qui traitent de l'adhérence des produits de protection dans le domaine du bâtiment, il est souvent fait appel aux essais d'adhérence classiques susvisés et utilisés dans le domaine du génie civil. Cependant ces essais peuvent être adaptés (par exemple le diamètre des plots métalliques de l'essai de traction directe) ; il existe aussi des essais spécifiques.*

Il faut ajouter, dans les contrôles après mise en œuvre, ceux relatifs à la réalisation du **traitement des points singuliers** (joints du gros œuvre, retours techniques, acrotères, relevés, caniveaux, protections...indispensables à la bonne tenue des revêtements), des accessoires (joints de dilatation, évacuation des eaux...).

6.4.2.5.3.1 Contrôles après mise en œuvre de produits de peinture, revêtements d'imperméabilisation et produits anti-graffiti sur des parois extérieures et sols en béton neufs ou existants

A. Contrôles après mise en œuvre de produits de peinture et revêtements d'imperméabilisation sur des parois extérieures et sols en béton neufs ou existants

Le tableau ci-après liste les différentes caractéristiques devant faire l'objet de contrôles :

Caractéristiques principales	Caractéristiques secondaires	NF DTU 59.1 Contrôles	NF DTU 42.1 Contrôles	Norme-DTU 59.3 Contrôles
État de finition recherché (coloris, aspect lisse ou texturé...)	Appréciation visuelle de la couleur (utilisation des surfaces de référence)	Oui	Oui	Oui
	Brillant spéculaire	Oui	NR	NR
	État de finition (lisse ou texturé)	Oui	Oui	Oui
Caractéristiques physiques et aptitude à l'usage	Adhérence	Oui	Oui	Oui
	Épaisseur	Oui	Oui	Oui
	Insensibilité à l'eau	NR	NR	Oui

Tableau n° 65 : contrôles sur revêtement durci

Note : dans le cas où le texte normatif ne prévoit aucun contrôle (sigle NR), il appartient au marché (DPM) de s'y substituer, voire de compléter ou préciser le détail des contrôles à effectuer.

B. Contrôles après mise en œuvre de produits de peinture en feuil mince, semi-épais ou épais sur parois extérieures en béton neuves ou existantes (NF DTU 59.1)

Le NF DTU 59.1 impose, pour les travaux extérieurs, dans son article 8 et dans le tableau D 4 de l'annexe D, cinq (5) **contrôles spécifiques** (contre huit [8] pour les travaux intérieurs) après application d'un produit ou d'un système sur un béton. Ces **contrôles** portent sur les points suivants :

- l'uniformité de la couleur (comparaison avec les éprouvettes échantillons de couleurs de l'épreuve de convenance) essai basé sur la norme **NF EN ISO 3668** ;
- le brillant spéculaire **BS**, essai basé sur la norme **NF EN ISO 2813** (les limites sont fixées dans le tableau 24 du **NF DTU**) ;
- l'état de finition : l'observateur doit se situer à 2 m avec un angle d'observation compris entre 70° et 110° avec ou sans éclairage artificiel (lampe de 100 W non halogène située derrière et au-dessus de l'observateur) ;

- l'adhérence (deux essais) :
 - essai de traction sur plots de 20 mm de diamètre conformément à la norme **NF EN ISO 4624**,
 - essai de quadrillage suivant la norme **NF EN ISO 2409**, la dimension des carrés de 1, 2 ou 5 mm étant choisie en fonction de l'épaisseur du feuil ;
- l'épaisseur (deux méthodes) :
 - méthode du comparateur, conformément à la norme **NF EN ISO 2808** paragraphe 426,
 - méthode au microscope sur une écaille de peinture conformément à la norme **NF EN ISO 2808** paragraphe 54.



Photo n° 44 : microscope pour le contrôle de l'épaisseur d'un revêtement après séchage (crédit photo Erichsen)

C. Contrôles après mise en œuvre de revêtements d'imperméabilisation à base de polymères lors de la réfection de parois extérieures en béton (façades) existantes (NF DTU 42.1)

Le **NF DTU 42.1**, dans son **article 9** relatif aux essais et vérifications de réception, reprend les méthodes d'essai du **NF DTU 59.1**, sauf celle du brillant spéculaire, mais avec les différences suivantes :

- l'état de finition impose que l'observateur se situe à 5 m de la surface au lieu de 2 m, mais avec le même angle d'observation ;
- l'essai d'adhérence sur plots fait appel à des plots de 50 mm de diamètre au lieu de 20 mm ;

Le tableau ci-après donne l'interprétation d'un essai de quadrillage.

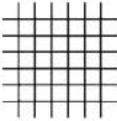
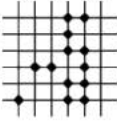
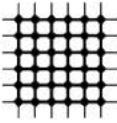
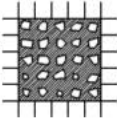
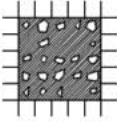
Classification	Description (selon le mode de décollement : aux intersections, en bandes ou en carrés complets et selon le pourcentage de surface décollée)	Aspect (exemple pour six incisions dans chaque sens)
0	Les bords des incisions sont parfaitement lisses : aucun des carrés du quadrillage ne s'est détaché	
1	Détachement de petites écailles du revêtement aux intersections des incisions, qui affecte environ 5% de la partie quadrillée.	
2	Le revêtement s'est détaché le long des bords et/ou aux intersections des incisions, et représente nettement plus de 5% jusqu'à environ 15% de la partie quadrillée.	
3	Le revêtement s'est détaché le long des bords des incisions en partie ou en totalité en larges bandes et/ou s'est détaché en partie ou en totalité en divers endroits des quadrillages. Une surface quadrillée représentant nettement plus de 15% jusqu'à environ 35% est affectée.	
4	Le revêtement s'est détaché le long des incisions en larges bandes et/ou quelques carrés se sont détachés en partie ou en totalité. Une surface quadrillée représentant nettement plus de 35% jusqu'à environ 65% est affectée	

Tableau n° 66 : interprétation de l'essai de quadrillage (extrait du NF DTU 42.1)

D. Contrôles après mise en œuvre de produits de peinture sur sols en béton neufs ou existants (DTU 59.3)

La norme-DTU 59.3, dans son article 5 du CCS relatif à la réception des travaux, impose pour les travaux extérieurs, les mêmes méthodes d'essai que le NF DTU 59.1 avec, en plus, un essai d'insensibilité à l'eau (mise en contact pendant 1 heure du revêtement avec une éponge [50 mm de diamètre et 10 mm d'épaisseur] imbibée d'eau)

Cependant, ses références normatives ne sont pas à jour. Les DPM doivent en tenir compte. Il n'a pas été jugé utile de répéter ces différents contrôles qui figurent dans l'annexe 1 du CCS.

E. Contrôles après la mise en œuvre de produits anti-graffiti sur des parois et sols en béton

En l'absence de texte à caractère normatif, il faut se reporter aux fiches techniques des fabricants des produits. Il est rappelé que ces produits assurent une protection classée, soit comme renouvelable après un nettoyage, soit comme permanente c'est-à-dire pouvant subir plusieurs nettoyages.

Les contrôles de réception peuvent porter sur la répartition homogène du revêtement et les résultats satisfaisants des contrôles effectués pendant la mise en œuvre du produit ou système.

6.4.2.5.3.2 Contrôles après mise en œuvre de chapes et dalles à base de liants hydrauliques sur sols intérieurs en béton (NF DTU 26.2)

> L'article 9 du NF DTU 26.2, relatif aux états de surface dû aux tolérances de l'ouvrage fini, impose les contrôles suivants :

- d'état de surface, lequel doit être fin et régulier ;
- de planitude dans le cas général :
 - 5 mm sous la règle de 2 m,
 - 2 mm sous le réglet de 0,20 m ;
- de planitude dans le cas où la chape ou la dalle doit recevoir un sol souple :
 - 5 mm sous la règle de 2 m,
 - 1 mm sous le réglet de 0,20 m ;
- de niveau ou planimétrie générale, qui donne la tolérance admissible, en un point donné, sur la différence entre le niveau de la surface finie et le niveau théorique matérialisé par des traits ou des points. La surface pouvant être horizontale ou inclinée dans le cas des formes de pente...

Les contrôles de réception peuvent également porter sur la bonne réalisation des joints de fractionnement, périphériques, de retrait et de construction et de dilatation.

6.4.2.5.3.3 Contrôles après mise en œuvre de revêtements coulés à base de résine synthétique sur sols intérieurs en béton neufs (NF DTU 54.1)

Note : le domaine d'application de ce NF DTU est limité ; en particulier il ne concerne pas les peintures de sols épaisses, les systèmes de revêtements devant assurer une étanchéité et ceux des dallages en zones inondables... Il n'interfère donc pas avec les règles professionnelles relatives aux SEL et le NF DTU 59.1, même si certains des contrôles sont communs aux trois textes.

L'article 8 du NF DTU 54.1 P2 indique que la réception des travaux est basée sur la conformité des travaux aux DPM et il renvoie à l'article 8 du NF DTU 54.1 P1-1 traitant de la livraison des ouvrages.

Il est à noter que l'**entrepreneur** chargé de la mise en œuvre d'un **système de revêtement coulé** doit fournir un document donnant les **caractéristiques d'identification** qui, malheureusement, ne traite pas des **contrôles** à effectuer.

> **Cet article 8 évoque :**

- la conformité de l'exécution aux exigences de la norme et des **DPM** ;
- l'homogénéité de la **teinte** mais sans donner la procédure ;
- la procédure de contrôle de l'**aspect final** suivant la norme **NF EN 154** (œil à 1,65 m de hauteur et à 2 m de la partie à observer éclairée par une lampe sous un angle de 45° minimum). Se reporter au croquis ci-après. Cet aspect final peut être comparé à celui des **surfaces de référence** qui sont à imposer dans les **DPM** ;
- les tolérances sur la planéité qui sont celles applicables au support.

> **D'autres points importants peuvent être contrôlés (se reporter aux contrôles du NF DTU 59.1 et surtout des règles professionnelles SEL) :**

- L'homogénéité de la teinte, qui peut être contrôlée visuellement avec l'aide d'**échantillons d'aspect** à réaliser au début du chantier et des surfaces de référence sous réserve de les prévoir dans les **DPM** ;
- l'adhérence au support mesurée conformément à la norme **NF EN 1542** avec des plots circulaires de 50 mm de diamètre ou carrés de 50 mm de côté (se reporter aux contrôles des règles SEL) ;
- la rugosité mesurée par la profondeur de la macro-texture (PMT) suivant la norme **NF EN 13036-1** (se reporter aux contrôles des règles SEL) ;
- le grammage obtenu par le rapport entre la quantité de produit utilisée et la surface revêtue, ce qui permet ensuite de déterminer l'épaisseur nominale ;
- l'épaisseur minimale mesurée conformément aux deux méthodes de la norme **NF EN ISO 2808** (se reporter aux contrôles du **NF DTU 59.1** et des règles SEL).
- la conformité de la réalisation des points particuliers : ancrages sur les bords, joints de retrait et de dilatation, les arrêts de coulage, les caniveaux et avaloirs...

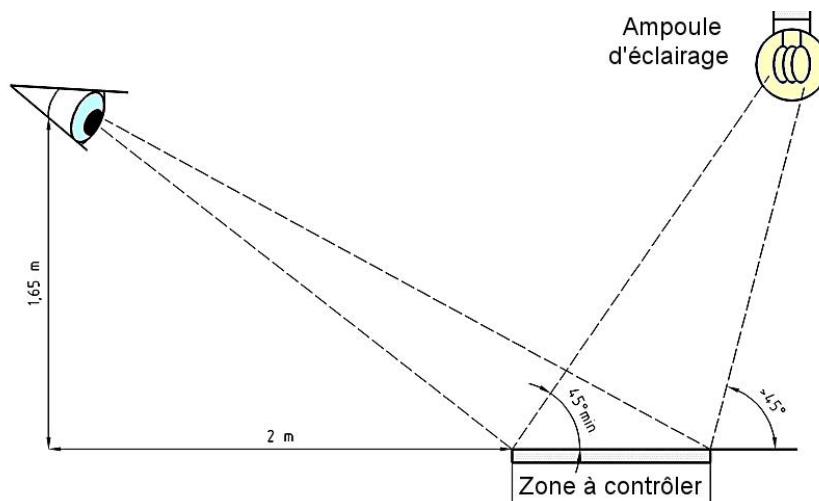


Figure n° 29 : contrôle d'aspect (extrait du NF DTU 54.1)

> **Essais développés dans les règles professionnelles SEL de 1999 pouvant être utilisés en complément du NF DTU 54.1 :**

■ **Mesure de la rugosité susvisée :**

- **Contrôle N°6 de la macro texture à la tache de sable (PMT)** conformément à la norme **NF EN 13036-1**. Au minimum, un essai est à faire pour chaque plot (un plot correspond à l'aire réalisée en une journée). Pour cette mesure on utilise un cylindre calibré rempli de 25 ml de billes de calibre 0,18/0,25 mm. À l'aide d'un disque araseur en caoutchouc de 60 à 75 mm de diamètre on étale les billes afin d'obtenir un cercle le plus grand possible. Ensuite, on mesure le diamètre « D » en mm suivant 4 axes différents. La **PMT** correspondant à chaque diamètre, sachant que $V = 25\ 000\ \text{mm}^3$, vaut :

$$\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D^2}$$

Enfin, il faut faire la moyenne des quatre **PMT** ce qui donne la **PMT** du point de mesure et donc sa rugosité à comparer à la valeur exigée pour éviter les risques de glissement des piétons ou des véhicules.

■ **Mesure de l'épaisseur du feuil :**

- **Contrôle N°8 de l'épaisseur locale surfacique** à partir des pastilles d'adhérence à l'aide d'une loupe micromètre (grossissement 15x). L'épaisseur moyenne est déterminée en un point par 12 mesures sur une pastille carrées ou 10 sur une pastille ronde. L'épaisseur moyenne calculée doit être au moins égale à la valeur exigée. Ces mesures sont à répéter sur toutes les pastilles d'adhérence.

> **Essais développés dans les règles professionnelles SEL de 2012 et 2013 :**

■ **Mesure de la rugosité sur les parties sensiblement horizontales (SEL 2013) :**

- **Contrôle N°6 de la macro-texture à la tache de sable** (décrite ci-devant) ;
- **Méthode du pendule SRT sur surface mouillée de la norme NF EN 13036-4.**

■ **Mesure de la rugosité sur les parties inclinées (SEL 2012) :**

- **Contrôle N°8 de la rugosité** (indispensable pour éviter le dérapage des véhicules). La méthode du pendule **SRT** sur surface mouillée de la norme **NF EN 13036-4** n'étant pas utilisable (indentation > 1,2 mm et l'eau ne tient pas sur la pente), la rugosité est donc à mesurer en laboratoire à la tache de sable suivant la norme **NF EN 13036-1** (contrôle identique à celui des dalles de parking N°6). Un élément de la planche d'essai est découpé et sert sur site d'étalon que l'on compare visuellement et tactilement à la surface inclinée revêtue.

6.4.2.5.3.4 Contrôles après mise en œuvre d'enduits et de revêtements d'imperméabilisation et de décoration sur des murs extérieurs et d'enduits et revêtements d'imperméabilisation sur des soubassements en béton

A. Contrôles après mise en œuvre d'enduits d'imperméabilisation à base de liants hydrauliques sur des murs extérieurs et soubassements en béton (NF DTU 26.1)

Rappel : ce texte vise les mortiers pour enduits dits de recette (fabrication en usine ou sur le chantier) et les mortiers pour enduits performantiels (fabrication en usine) visés par la norme **NF EN 998-2**.

Il n'y a pas d'article consacré aux contrôle de réception dans le **NF DTU 26.1**, comme c'était le cas dans le texte précédent de mai 1993 ; cependant l'article 11 traite des caractéristiques des enduits sur support en **maçonnerie neuve** (y compris ceux en béton banché) :

■ **des exigences sur la planéité des enduits :**

la flèche sous la règle de 2 m ne doit pas dépasser :

- 1 cm pour un enduit courant,
- 0,5 cm pour un enduit soigné,
- 0,5 cm pour un enduit exécuté entre nus et repères ;

■ **de l'épaisseur minimale des enduits terminés sur béton banché :** l'épaisseur minimale de l'enduit de dressement ou de l'enduit monocouche est de 5 mm et son épaisseur maximale de 15 mm. L'épaisseur du gobetis d'accrochage n'est pas comptée dans l'épaisseur finale.

■ **de l'aspect des enduits :** l'enduit doit présenter un état de surface régulier exempt de soufflures, cloques et fissures caractérisées. Les arêtes sont sans écornures ni épaufrures. Les joints sont rectilignes.

■ **de l'aplomb :** les enduits exécutés entre nus et repères, doivent présenter une tolérance de verticalité de 1,5 cm mesurée sur 3 mètres.

■ **de l'adhérence de l'enduit sur son support :**

- l'auscultation au marteau (non destructive) permet de relever des amorces de décollements,
- en cas de doute sur l'adhérence de l'enduit, la mesure de l'adhérence se fait par un essai de traction conformément à la norme **NF EN 1015-12**. Le mode de rupture sur une maçonnerie résistante doit être de type cohésif dans l'épaisseur de l'enduit, ce qui caractérise une bonne adhérence.

> **Il est possible d'y ajouter, si besoin est, des contrôles spécifiques comme suit :**

■ l'aspect de finition par rapport aux surfaces de référence :

- la texture (finition grattée, talochée, grésée...),
- l'homogénéité de couleurs ;

■ les détails technologiques : protection des tranches, cueillies, arêtes, pieds de murs, joints, respect de la distance des 15 cm minimaux entre le bas de l'enduit et le sol, présence des coupures d'étanchéité ;

■ etc.



Photo n° 45 : bâtiments avant et après travaux (crédit photo Parexlanko et Poineau)

La présence de fissures dans un enduit dénote, soit une fissuration existante du support qui n'a pas été traitée (par exemple, fissure au niveau d'un plancher au droit d'une reprise de bétonnage), soit un défaut d'hydratation du support avant la mise en œuvre de l'enduit.

La présence d'un faïençage de l'enduit dénote un défaut de cure (d'hydratation) et/ou de protection contre les effets du soleil ou d'un vent fort et sec après prise du mortier qui peut aller jusqu'au « grillage » de l'enduit.

D'autres défauts peuvent apparaître avec le temps : ils ne relèvent plus des contrôles de chantier mais du domaine de la gestion de l'ouvrage (responsabilités et garanties).



Photo n° 46 : défauts d'exécution pouvant apparaître avec le temps (crédit photo Poineau)

B. Contrôles après mise en œuvre d'enduits d'imperméabilisation et de décoration à base de résines organiques sur des murs extérieurs en béton

Il n'y a pas de texte à caractère normatif consacré aux contrôles de réception des enduits organiques relevant de la norme NF EN 15824. Il est donc nécessaire que le marché (DPM) fixe les contrôles à effectuer à la fin des travaux en s'inspirant, par exemple, des contrôles visés dans le NF DTU 26.1 ci-devant.

> Les points important concernent :

- la géométrie (planimétrie, verticalité) et l'absence de défauts (fissuration...) du support dont le contrôle relève de la partie consacrée au contrôle de la préparation du support ci-devant ;
- le respect de l'épaisseur de l'enduit mis en place, sachant qu'elle ne dépasse pas quelques millimètres (enduits minces) ;
- l'aspect : l'enduit doit présenter un état de surface régulier exempt de soufflures, cloques et fissures caractérisées. Les arêtes sont sans écornures ni épaufrures. Les joints sont rectilignes ;
- l'adhérence au support ;
- l'aspect de finition par rapport aux surfaces de référence :
 - la texture (finition grattée, talochée, grésée...),
 - l'homogénéité de couleurs ;
- les détails technologiques.

C. Contrôles après mise en œuvre de revêtements d'imperméabilisation à base de liants hydrocarbonés sur des soubassements en béton

Aucun texte à caractère normatif ne traite du contrôle des revêtements à base de liants hydrocarbonés. Il est donc nécessaire que le marché (DPM) fixe les contrôles à effectuer à la fin des travaux.

> **Les points important concernent :**

- la géométrie (planimétrie, verticalité) et l'absence de défauts (fissuration...) du support dont le contrôle relève de la partie consacrée au contrôle de la préparation du support ci-devant ;
- le respect de l'épaisseur de l'enduit mis en place sachant qu'elle ne dépasse pas quelques millimètres ;
- l'aspect : l'enduit doit présenter un état de surface régulier et de couleur homogène sans manque ;
- le respect des niveaux liés au terrain naturel (TN) après remblaiement ;
- la mise en place des dispositifs de drainage si nécessaire.

6.4.2.5.3.5 Contrôles après mise en œuvre de revêtements d'imperméabilisation et/ou d'étanchéité sur des cuvelages

La norme-DTU 14.1 ne traite pas des contrôles à exercer, elle renvoie à l'**avis technique du procédé** qui doit traiter des contrôles, des essais et de la réception en l'absence d'une normalisation.

Rappel, les revêtements sur les parois intérieures du cuvelage sont de quatre types (avec ou sans couche de protection suivant le procédé et les exigences des **DPM**) :

- minces à base de mortier ;
- épais à base de mortier ;
- de minéralisation ;
- à base de résines.

Le présent guide, dans les articles précédents ou suivants, traite des contrôles sur les divers types de revêtements et enduits. Il suffit de s'y reporter lors de la rédaction du marché de façon à imposer un minimum de contrôles. Lors de la mise au point du marché, des adaptations seront à faire en tenant compte du procédé retenu et du contenu de son avis technique.

> **Outre le contrôle du revêtement, les points important concernent :**

- la géométrie (planimétrie, verticalité) et l'absence de défauts (fissuration...) du support dont le contrôle relève de la partie consacrée au **contrôle de la préparation du support** ci-devant. Les circulations d'eau pouvant être détectées lors d'un arrêt du rabattement de nappe phréatique et traitées ensuite ;
- l'**étanchéité du cuvelage** par un nouvel arrêt du rabattement de nappe, une fois les travaux d'imperméabilisation terminés ;
- le respect des dispositions constructives au niveau des points singuliers, joints, pentes, puisards et fosses de relevage...



Photo n° 47 : fuite sur la paroi d'un coulage (crédit photo Poineau)

En cas de réfection ou de réparation locale, les contrôles ci-dessus sont à adapter à l'importance des travaux effectués.

6.5.1 GÉNÉRALITÉS

La réception des travaux, dans le cadre de la législation en vigueur, obéit aux exigences du **Maître d'ouvrage** qui en fixe la consistance et le calendrier **dans le marché**.

À la fin des travaux, l'**entrepreneur** remet au **maître d'œuvre** l'ensemble des résultats des essais réalisés ainsi que l'ensemble **des documents du PAQ**, même si **le marché** a prévu qu'une photocopie de ces documents soient remise **au maître d'œuvre** au fur et à mesure de l'exécution (**sauvegarde de sécurité vivement conseillée**).

6.5.2 RESPONSABILITÉS ET GARANTIES

Le présent article est directement inspiré de l'article 9 et de l'annexe D de la norme **NF P95-103** avec des compléments puisque le **présent guide** traite à la fois des **domaines du génie civil et du bâtiment**.

La mise en œuvre d'une protection généralisée sur une structure en béton est, le plus souvent, la dernière opération d'une série de travaux nécessaires à la réparation ou au renforcement de cette structure. Ces travaux relèvent des **dispositions législatives en matière de responsabilité**, ce qui n'exclut pas l'introduction dans le marché d'une **garantie contractuelle**.

Note : se reporter aux articles 44 (garanties contractuelles) et 45 (responsabilité visant les articles 1792 et 2270 du Code Civil. Ce dernier a été abrogé et remplacé par le 1792-4) du Cahier des Clauses Administratives Générales.

6.5.2.1 Domaine du génie civil

6.5.2.1.1 Rappel

La mise en œuvre de produits et systèmes de protection de surface pour béton conformes aux dispositions de la norme **NF EN 1504-2** est destinée à **augmenter la durabilité des ouvrages en béton**. Elle fait partie de **diverses méthodes de réparation** permettant de satisfaire à différents **principes** visés par la norme **NF EN 1504-9** (protection contre toute pénétration, augmentation de la résistance physique ou chimique...).

Les modalités d'application de cette norme européenne relèvent du guide **GA P18-902** qui explicite diverses **fonctions** qui complètent la notion de **principe** : **fonctions principales de base**, **fonctions principales optionnelles** et propose en sus des **fonctions optionnelles complémentaires** et un **niveau de performance** supplémentaire (tableaux 2 pour les revêtements et tableau 3 pour les imprégnations hydrophobes du guide).

Enfin, la norme **NF P95-103** présente un caractère opérationnel en explicitant comment concevoir et réaliser la mise en œuvre d'une **protection généralisée** : choix des produits et systèmes utilisables avec leurs avantages et inconvénients, leur mise en œuvre, les contrôles à effectuer et les **garanties contractuelles associées**.

6.5.2.1.2 Quelle durée pour les garanties ?

ATTENTION, les durées de garanties ci-après sont données à titre indicatif. Elles doivent faire l'objet de négociations.

■ Cas des peintures :

Les durées de garanties données dans les trois tableaux suivants sont celles qui figurent dans le **fascicule 65 du CCTG de 2008**. Elles ne concernent pas les revêtements ayant un **rôle de protection** au sens de la norme **NF EN 1504-2 (2005)**.

Épaisseur sèche du revêtement	Peinture monocomposant	Peinture bicomposants
≥ 150 µm	4 ans	5 ans
≥ 300 µm	6 ans	8 ans

Tableau n° 67 : durées des garanties contre les décollements, pelages et cloquages

Épaisseur sèche du revêtement	Peinture aptes à être lessivée
≥ 200 µm	5 ans
≥ 300 µm	8 ans

Tableau n° 68 : durées des garanties contre les décollements, pelages et cloquages (tunnels, tranchées couvertes...)

Exigences	Peinture monocomposant	Peinture bicomposant
Uniformité de la couleur	Pas de garantie	5 ans
Constance de la couleur	Pas de garantie	3 ans

Tableau n° 70 : durées des garanties d'aspect

ATTENTION, les durées des garanties du futur **fascicule 65 du CCTG** sont différentes et sont données ci-après dans l'article 6.5.2.1.3.3 ci-dessous.

■ Cas des revêtements de protection :

Les durées de garanties du tableau suivant sont celles qui figurent dans le **guide du LCPC de 2002** relatif à la protection des bétons, paru avant l'arrivée de la norme **NF EN 1504-2 (2005)**.

Épaisseur sèche du revêtement (µm)	Fonction principale	Décollement cloquage	Fissuration	Uniformité et constance de la couleur
50 à 300	2 ans	2 ans		2 ans
300 à 3 mm	10 ans	10 ans	10 ans	2 ans

Tableau n° 70 : tableau extrait du guide du LCPC de 2002 sur la protection des bétons

Rappel : la NF EN 1504-2 exige une épaisseur minimale de feuil sec supérieure à 100 µm.

6.5.2.1.3 Garanties contractuelles relatifs à des travaux mise en œuvre d'une protection généralisée (cadre de la norme NF P95-103)

6.5.2.1.3.1 Généralités

Les investigations réalisées dans le cadre des **études préalables** permettent de savoir que le support ne présente pas de pathologie évolutive (réaction de gonflement interne (**RGI**), corrosion des armatures...), elles permettent aussi de fixer les réparations nécessaires pour supprimer un tel risque (enlèvement et remplacement du béton pollué...) ; **la mise en jeu d'une garantie sur la protection généralisée** est donc possible sous réserve :

- de définir dans le **marché** comment juger dans le temps l'efficacité de cette protection ;
- d'assurer **l'entretien de la protection** dans le temps conformément aux consignes des fabricants ou fournisseurs (élimination des salissures, des micro-organismes...

Note : En cas de RGI, il convient de se reporter aux recommandations provisoires du LCPC d'octobre 2010. La mise en place d'un système de protection du béton pour ralentir la réaction peut ou non faire l'objet d'un délai de garantie suivant l'importance et l'évolution possible des désordres.

> Deux approches sont envisageables pour juger de l'efficacité d'une protection généralisée :

1. la **première** est basée sur la présence d'**altérations visibles de la protection**, comme des défauts d'aspect ou de couleur. Bien entendu cette approche ne peut concerner que les revêtements qui forment un film à la surface du support ;
2. la **seconde** est basée sur une **approche performantielle** présentée dans l'**annexe D** (informative) de la norme **NF P95-103**. Cette approche concerne les imprégnations hydrophobes mais aussi les revêtements et les systèmes mixtes.

6.5.2.1.3.2 Teneur du marché

> Le marché doit fixer :

- les durées de garantie (voir ci-après) ;
- les fonctions à satisfaire :
 - principales de base,
 - principales optionnelles,
 - optionnelles complémentaires ;
- **l'état de l'ouvrage et son évolution probable** en l'absence de traitement à partir des résultats des essais et mesures effectuées lors des études et investigations préalables au projet ;
- **les zones** de l'ouvrage considérées comme **homogènes** (voir la suite du texte) ;
- la réalisation de l'état de référence de l'ouvrage (« point zéro ») réalisé de façon **contradictoire** dans le cadre du chantier sur des **zones témoins** représentatives qui permettront de juger de l'efficacité de la protection généralisée pendant la période de garantie, voir au-delà.

Note : le guide détaille ci-après quelques exemples concernant les deux approches susvisées conformément à la norme NF P95-103. Bien entendu, il est possible de demander des garanties spécifiques pour satisfaire à des fonctions optionnelles complémentaires particulières, comme la résistance à l'abrasion...

6.5.2.1.3.3 Procédure de contrôle basée sur l'existence d'altérations visibles

A. Cas des revêtements par peinture avec fonction d'aspect

Le choix et la mise en œuvre des peintures relèvent du chapitre 11 du nouveau **fascicule 65 du CCTG**, dont l'article 11.8 fixe les **durées des garanties particulières** applicables par le **marché aux systèmes de peinture**.

Ont été étendues aux structures en béton les **altérations des revêtements par peinture** qui relèvent normalement de normes relatives aux structures métalliques. Il s'agit de la norme **NF EN ISO 4628-1** qui définit les **critères d'altération**. Elle est complétée par les trois normes suivantes :

- **NF EN ISO 4628-2** relative à l'évaluation du degré de cloquage ;
- **NF EN ISO 4628-4** relative à l'évaluation du degré de craquelage ;
- **NF EN ISO 4628-5** relative à l'évaluation du degré d'écaillage.

La **garantie d'aspect de 10 ans** est mise en jeu dès que le degré d'altération (cloquage, craquelage et écaillage) dépasse un certain seuil :

- le niveau **S3** de la norme **NF EN ISO 4628 (parties 2, 4 et 5)** ;
- **plus de 3%** de la superficie d'une **zone homogène** pour la **surface des altérations**.

*Note : voir aussi les normes **NF EN ISO 4628-6 et 7** qui traitent des altérations des peintures.*

> Une zone homogène d'un ouvrage ou de tout ou partie de cet ouvrage est une zone présentant une unité vis-à-vis :

- **des conditions d'exposition** (par exemple surface exposée aux UV, à la condensation, aux éclaboussures, aux sels de déverglaçage, etc.) ;
- **d'un enjeu esthétique d'homogénéité** (par exemple corniche, zone d'animation colorée en tunnel, etc.).

ATTENTION, cette garantie est soumise l'obligation d'avoir une **épaisseur sèche nominale minimale** de peinture variant entre 300 et 1000 μm suivant la **classe d'exposition** à laquelle est soumise la structure.

D'autres conditions restrictives encadrent cette garantie : c'est le cas des environnements chimiques **XA1 à 3** qui nécessitent une demande auprès de **l'Office d'Homologation des Garanties de Peinture Industrielle (OHGPI)**.

ATTENTION, les contraintes pour la mise en jeu des garanties sont fortes, d'où l'importance consulter les organismes gérant les garanties, de bien rédiger le marché, de suivre avec rigueur les contrôles d'exécution et de procéder aux travaux d'entretien.

B. Cas des revêtements de peinture avec fonction esthétique

Pendant la période de garantie, les **altérations de teinte** sont évaluées comme dans le cas précédent sur une **zone homogène** de l'ouvrage.

La **garantie est mise en jeu** lorsque l'altération évaluée selon les normes **NF T34-554-1 et 2** dépasse le « ΔE^*ab » de la norme **NF T34-554-1**.

Dans le cas des revêtements de peinture visés par le **fascicule 65 du CCTG**, la **durée de garantie des altérations de teinte est limitée à 3 ans** au maximum et pas dans tous les cas.

ATTENTION, la durée de la garantie des altérations de teinte des revêtements de peinture est fonction de la **classe d'exposition** à laquelle est soumise la structure et il n'y a **pas de garantie pour les classes d'exposition les plus sévères**. De plus, seules **certaines teintes sont couvertes**, à savoir celles certifiées après exposition « Floride ».

C. Cas des revêtements avec fonction résistance à la fissuration

Le marché fixe les **ouvertures maximales** des fissures que l'ouvrage pourra présenter pendant la période de garantie ainsi que les **fourchettes de température** que pourra subir l'ouvrage. La norme **NF EN 1504-2** vise **5 classes** pour la fissuration statique et **6** pour la fissuration dynamique. Le marché fixe aussi la **durée de garantie demandée**.

Pour les **ouvrages neufs** ne présentant pas une fissuration anormale, la classe de fissuration statique choisie doit être compatible avec les ouvertures des fissures calculées (Eurocodes 2 et 4).

Pour les **ouvrages existants**, les fissures dues à une insuffisance structurelle doivent faire l'objet de réparations. La classe de fissuration est fixée en fonction de l'état de fissuration du support relevé lors des études préliminaires et validé lors d'un constat contradictoire lors des travaux et ce, pour les **fourchettes de température** que peut subir l'ouvrage.

6.5.2.1.3.4 Procédure de contrôle basée sur une démarche performantielle

A. Généralités

La norme **NF P95-103** décrit quelques procédures directement inspirées du **guide technique du LCPC de décembre 2002 sur la protection des bétons**. Dans le cas où il est exigé **d'autres fonctions**, le rédacteur du **marché** devra fixer les **procédures adaptées**. La norme liste les documents (guides de l'AFGC et du LCPC) dans lesquels il est possible de trouver des informations complémentaires.

Le **contrat** fixe les emplacements des points de mesure, le calendrier prévisionnel, les procédures d'essai, le nombre des mesures à effectuer, les conditions d'interprétation des mesures et les seuils à partir desquels les garanties peuvent être mises en jeu.

Après tout essai destructif, la partie endommagée (béton et sa protection) est obligatoirement reconstituée.

Bien entendu, si ces mesures effectuées par le **gestionnaire de l'ouvrage** conduisent à engager la garantie, il sera nécessaire de programmer des essais contradictoires.

Si l'augmentation de la protection contre la pénétration d'un agent agressif (gaz carbonique, chlorures...) est choisie comme une **fonction principale**, le produit ou système de protection mis en œuvre a pour but d'empêcher, pendant la **durée de garantie**, toute **augmentation significative de la profondeur de pénétration de l'agent agressif**.

La profondeur de pénétration constatée sur l'ouvrage est définie dans le **marché**. Elle s'appuie sur les résultats des investigations réalisées dans le cadre des études préliminaire du projet de réparation, prend en compte l'incertitude de l'essai et les dispersions de profondeur de carbonatation constatées lors des essais. Elle tient compte de l'âge de l'ouvrage et de la durée de vie résiduelle résultant des épaisseurs d'enrobage des armatures mesurées.

ATTENTION : lors des études préalables, il est indispensable de vérifier que la profondeur de pénétration, voire le dosage des agents agressifs, n'ont pas entraîné une corrosion des armatures, phénomène nécessitant alors des réparations et non simplement la mise en place d'une protection généralisée.

B. Cas de la fonction « augmentation de la protection contre la pénétration de CO₂ »

La présente procédure ne concerne que les revêtements, car les imprégnations hydrophobes n'augmentent pas la résistance du béton à la pénétration du CO₂.

Les profondeurs sont mesurées avant la mise en œuvre du produit ou système de protection et mesurées dans le temps pour s'assurer que la protection reste efficace. Les essais et mesures sont effectués conformément à la norme **NF EN 14630** sur des carottes prélevées in-situ.

C. Cas de la fonction « augmentation de la protection contre la pénétration des ions Cl⁻ »

La présente procédure concerne les revêtements, les imprégnations hydrophobes et les systèmes mixtes qui ont la propriété d'augmenter la résistance du béton à la pénétration d'ions Cl⁻.

Le produit ou système de protection mis en œuvre a pour but d'empêcher **toute augmentation** de la quantité de **chlorures totaux** entre la surface et l'arrière des armatures de première nappe (1 cm au-delà de la première nappe).

Note : dans le cas où la protection généralisée est précédée d'une opération d'élimination ou d'extraction des chlorures présents dans le béton d'enrobage, il convient de s'assurer que le matériau de substitution du béton pollué ne présente pas de défaut pouvant affecter le produit ou système de protection.

La quantité de chlorures totaux est mesurée juste avant la mise en œuvre du produit ou du système de protection et mesurée dans le temps pour s'assurer que la protection reste efficace.

Les essais et mesures des taux de chlorures totaux et libres sont effectués conformément à la norme **NF EN 14629** ou aux « recommandations **GranDuBé** » (relatives à la mesure des grandeurs associées à la durabilité des bétons de 2008) sur prélèvements de poudre de béton ou sur des carottes prélevées in situ.

Les taux de chlorures totaux et libres, pour chaque profondeur, permettent alors de tracer un **profil de pénétration des chlorures**.

> **Note** : la norme **NF P95-103** liste les strictes précautions à prendre pour faire les prélèvements :

■ de poudre de béton :

- utilisation d'un trépan,
- prévoir 3 prélèvements entre la surface et le premier lit d'armatures,
- prévoir un prélèvement à l'arrière de l'armature (1 cm en arrière),
- adaptation de l'épaisseur des tranches pour avoir les 4 prélèvements (10 à 20 mm) ;

■ de carottes (carottage à l'eau) :

- longueur des carottes à adapter pour obtenir les 4 prélèvements susvisés,
- choisir un diamètre de carottier suffisant pour limiter le délavage de la périphérie de la carotte et ne pas affecter la partie centrale de la carotte.

Interprétation des résultats des mesures :

Les profils de taux de chlorures permettent de déterminer la **quantité totale de chlorures** présente dans le béton entre la surface et l'arrière des armatures de première nappe.

L'efficacité de la protection s'apprécie en comparant les quantités cumulées de chlorures totaux avant son application et au moment du contrôle de son efficacité. En complément, pour interpréter les résultats, il est nécessaire de comparer également les quantités cumulées de chlorures libres (**agressifs**).

D. Cas de la fonction « augmentation de la protection contre la pénétration de l'eau »

La présente procédure concerne le contrôle de la protection contre la pénétration d'eau sans pression pour les imprégnations hydrophobes et les revêtements.

Le produit ou système de protection mis en œuvre respecte les caractéristiques spécifiées au marché ou acceptées lors de **l'épreuve de convenance** d'application pendant sa durée de garantie.

Cas des revêtements : la caractéristique évaluée est « *l'absorption capillaire et la perméabilité à l'eau* » conformément à la norme **NF EN 1062-3**.

Cas des imprégnations hydrophobes : en l'absence d'essai performantiel, la caractéristique évaluée est la profondeur de pénétration du produit. Le mode opératoire est défini dans la norme **NF P95-103** (cf. le tableau 8 du paragraphe 7.2.4 c).

6.5.2.1.3.5 Garanties concernant les mortiers et bétons ajoutés

Les mortiers et bétons ajoutés peuvent relever d'une garantie pour une ou des fonction(s) ainsi que l'absence de décollement du support. **Le marché fixe la durée de garantie.**

> Exemple de fonctions :

- l'ouverture maximale des fissures du mortier ou du béton ajouté en fonction de l'agressivité de l'environnement,
- la résistance à l'abrasion du mortier ou béton ajouté en fixant la profondeur d'abrasion à ne pas dépasser ;
- la perméabilité maximale à l'eau ou au gaz de la couche de mortier ou béton ajoutée...

6.5.2.2 Domaine du bâtiment

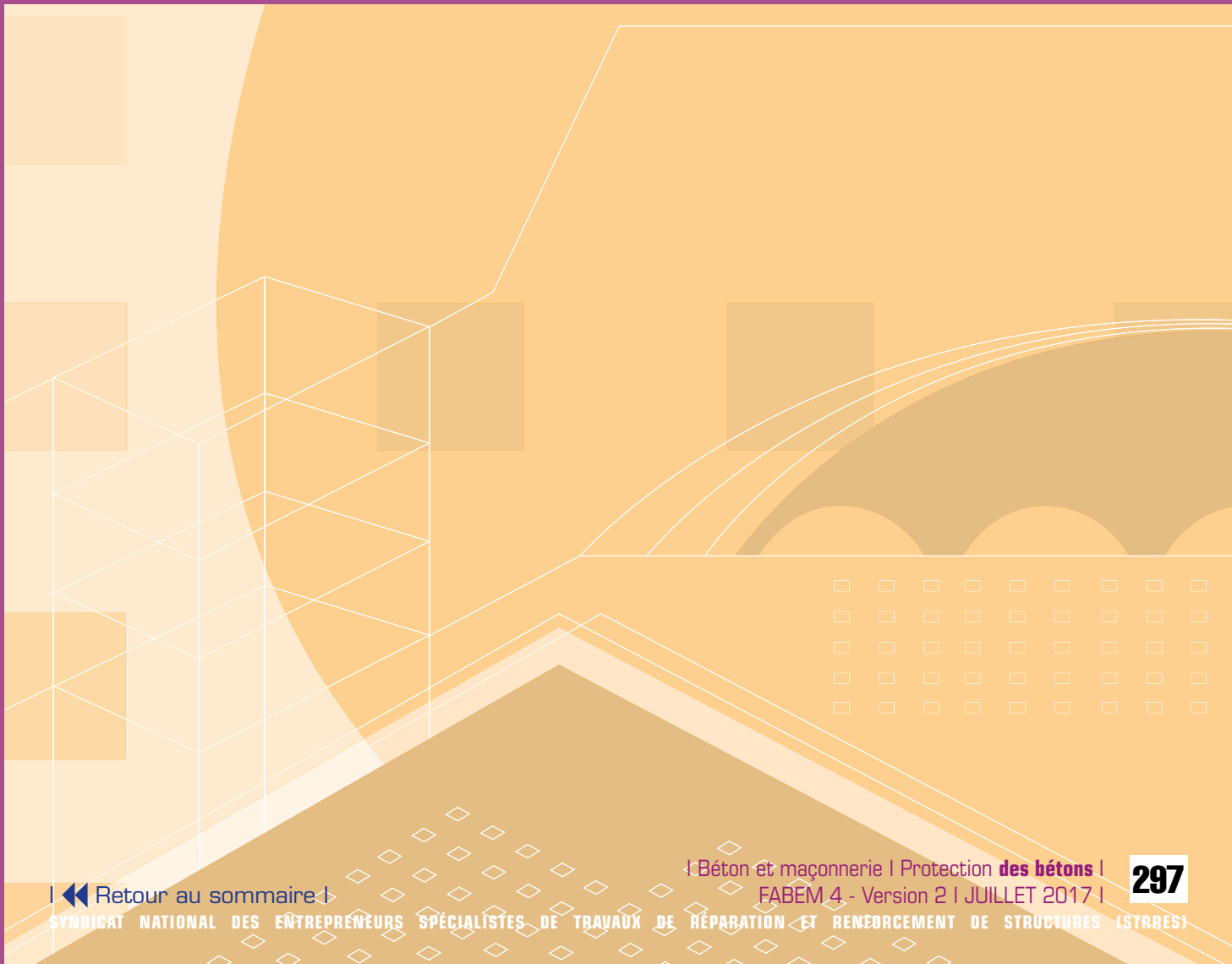
Les normes-DTU et les NF DTU ne traitent pas des responsabilités et garanties.

Les revêtements d'imperméabilité et d'étanchéité sont soumis aux dispositions des textes relatifs à la **garantie décennale**, par exemple par l'intermédiaire de la **police de dommage ouvrage**, puisqu'il peut y avoir pénétration d'eau dans la construction. Se reporter à la **loi 78-12** du 4 janvier 1978 modifiée et à l'encadré 4.2.2.3 ci-dessus qui détaille les **responsabilités et garanties**.

Les procédures ci-devant relatives aux ouvrages du génie civil peuvent être adaptées au domaine du bâtiment.

7

Hygiène et Sécurité



Le **GUIDE O**, dans son chapitre : **Prévention et sécurité**, contient l'ensemble des mesures à mettre en œuvre sur **les chantiers du BTP**. Il a été réalisé en partenariat avec l'**Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics (OPPBTB)**.



Figure n° 30 : pictogrammes CLP de la nouvelle réglementation sur l'étiquetage extrait d'un document **INSROPPBTB** (crédit photo **INSOPBTB**)

Les différents thèmes suivants, qui concernent plus particulièrement les travaux de protection des bétons sont traités en détail dans le **GUIDE O** :

- **l'évaluation des risques** qui peut être réalisée par l'application en ligne sur le site e-prévention (voir le paragraphe 2.2.4 du **GUIDE O**) ;
- **la coordination de sécurité** avec le rôle du maître d'ouvrage (voir le paragraphe 2.4.6 du **GUIDE O**), du coordonnateur (voir le paragraphe 2.2.7 du **GUIDE O**), et les différents documents de sécurité et les informations fournis par eux : Plan Général de Coordination (voir le paragraphe 2.4.9 du **GUIDE O**), Dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage lorsqu'il existe (voir le paragraphe 2.4.11 du **GUIDE O**) ;
- **la prévention du risque chimique concernant les produits appliqués (voir le paragraphe 2.5.8 du **GUIDE O**)** : outre l'évaluation du risque chimique qui peut être réalisée par l'application en ligne sur le site e-prévention, la Fiche de Données de Sécurité et l'étiquetage, le dossier OPPBTB « le risque chimique » traitera de la prévention : en particulier, la substitution des produits par des produits moins dangereux lorsque c'est possible, la ventilation mécanique (extraction des polluants et renouvellement d'air), la protection respiratoire par appareils filtrants ou isolants, la protection cutanée par combinaisons étanches et gants appropriés ;

- il faut également prendre en compte le **risque « incendie-explosion »** lié à l'utilisation de produits classés et étiquetés « inflammables » (solvants, décapants, produits de réparation à base de résines solvantées, etc)... Il est conseillé de supprimer ce risque en utilisant des produits non classés inflammables : par exemple, peintures, résines et colles en phase aqueuse, solvants et décapants à base de bio-esters (soja, colza ou tournesol), etc... En cas d'impossibilité technique d'utiliser de tels produits de substitution, il est nécessaire de mettre en place des mesures de prévention adaptées au risque incendie/explosion : ventilation des locaux avec extraction des polluants, vérification des concentrations en gaz, vapeurs et poussières de l'atmosphère de travail, interdiction de produire flamme nue, étincelles, sources de chaleur, informer et former le personnel, afficher les consignes (sécurité, prévention, 1ers secours), mettre à disposition les moyens d'extinction adaptés, gérer le chantier comme une zone ATEX selon les cas, etc... ;
- Si le chantier est classé comme une **zone ATEX** (atmosphères explosibles), il faut mettre en œuvre les mesures de prévention correspondant à la réglementation ATEX (pour en savoir plus, consulter le guide INRS ED 945) ;
- **cas particulier des résines de sol** : les résines de sol nécessitent des mesures de prévention particulières suivant la nature des produits utilisés. : voir le paragraphe 2.5.8 du GUIDE O, qui introduit le guide INRS ED 930 ;
- **la protection contre les polluants qui peuvent être libérés lors de la préparation des supports** (ponçage, décapage, sablage, grenailage etc.) (voir le paragraphe 2.5.8 du GUIDE O). Le risque dépend de la nature des supports et du procédé de préparation retenu. Ainsi on pourra être amené à se prémunir contre le risque respiratoire provoqué par la libération d'amiante, de plomb ou de silice libre ;
- **le travail en sécurité en hauteur** (voir le paragraphe 2.5.7 du GUIDE O) à l'aide d'échafaudages de pied ou roulants, de PIR, PIRL ou d'échelles, de plateformes élévatrices de personnel.

1. Prescriptions de sécurité pour l'utilisation des pistolets Airless WAGNER

1. Danger de blessure par le jet de protection.

Ne jamais diriger le pistolet vers soi, vers d'autres personnes ou vers des animaux. Le jet ne doit entrer en contact avec aucune partie du corps (voir la remarque a).

Les pressions de projection très élevées générées par les pistolets Airless peuvent occasionner **des blessures graves**. En cas de contact avec le jet, le produit peut être injecté sous la peau. En cas de blessure de la peau provoquée par la peinture ou du solvant, consulter immédiatement un médecin de manière à avoir un traitement rapide et approprié. Indiquer au médecin la peinture ou le solvant utilisé.



2. Ne jamais utiliser le pistolet avec une pression de fonctionnement supérieure à celle indiquée sur le pistolet (voir la remarque b).

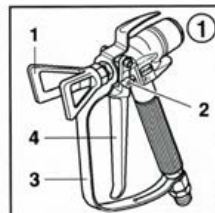
3. Force de recul du pistolet. Une pression de projection élevée occasionne une force de recul de 15 N lorsque la gâchette est tirée.



4. En cas d'interruption du travail, verrouiller toujours le pistolet en tournant le levier de sécurité (2, fig. 1).

• le pistolet n'est pas étanche. Dans ce cas, contactez un Service Après-Vente WAGNER.

1. Protection
2. Levier de sécurité
3. Etrier de protection
4. Gâchette



Remarque a Protection

L'absence ou l'endommagement de la protection peut être à l'origine de blessures graves par injection de produit.

Remarque b

Raccordement du pistolet aux composants des pompes haute pression Airless

S'assurer que la pompe haute pression Airless correspond bien à la pression de fonctionnement maximale du pistolet. Vérifier également la correspondance des caractéristiques techniques du filetage de raccordement, du flexible haute pression et des composants traversés par le produit utilisé.

Figure n° 31 : risques particuliers des appareils à très haute pression : exemple de consignes de sécurité (extrait d'un document Wagner)



Tenue de sablage
Bâtimat 2003

Photo n° 48 : équipements de protection individuelle (EPI) (crédit photo Poineau)

8

Gestion des déchets du chantier⁴⁴

8.1 Rappel des obligations

8.2 Cas d'un chantier de mise en œuvre d'un système de protection de surface pour béton

⁴⁴ / Consulter le guide de la FNTP de 2005 intitulé : les principes de gestion des déchets de chantier

Le livre V de la partie réglementaire du Code de l'Environnement donne la liste des déchets. Certains d'entre eux sont **considérés comme dangereux** (marqués par un astérisque) s'ils contiennent **des concentrations** (pourcentage en poids) **suffisantes de certaines substances**.

> **L'élimination des déchets comporte deux filières :**

- **l'élimination** proprement dite dans des installations d'élimination des déchets par mise en décharge ou par incinération ;
- **leur valorisation** par tri, recyclage et réutilisation, soit sur place, soit hors du chantier, soit en centre spécialisé.

> **L'élimination des trois catégories de déchets :**

- **cas des déchets de classe I (les déchets industriels spéciaux ou DIS, aussi appelés déchets dangereux) :**
 - les **DIS** sont éliminés dans des installations, soit de stockage, soit d'incinération autorisées,
 - ils sont soumis à une traçabilité de leur origine à leur destination au moyen d'un bordereau de suivi des déchets industriels (**BSDI**),
 - ils doivent recevoir un certificat d'acceptation préalable du gestionnaire de l'installation d'élimination des déchets avant de pouvoir être déposés dans celle-ci,
 - ils sont contrôlés lors de leur admission dans l'installation d'élimination des déchets afin de vérifier s'ils sont bien conformes aux déchets autorisés dans cette installation ;
- **cas des déchets de classe II (déchets industriels banals ou DIB) :**
 - les déchets d'emballages industriels ou commerciaux peuvent être soumis à l'obligation de valorisation si les quantités de déchets produites sont importantes (>1 100 litres / semaine),
 - les autres déchets **DIB**, s'ils ne sont pas valorisés, sont éliminés dans des installations, soit de stockage, soit d'incinération autorisées ;
- **cas des déchets de classe III (les déchets industriels inertes) :**
 - les déchets industriels de classe III, s'ils ne sont pas valorisés, sont stockés dans une décharge de classe III autorisée.

Un chantier est considéré comme **une installation classée** s'il peut présenter des dangers ou des inconvénients pour la commodité du voisinage, la santé, la sécurité, la salubrité publique, l'agriculture, la protection de la nature et de l'environnement. Cette installation est alors soumise à **autorisation ou déclaration** suivant la gravité des dangers ou des inconvénients qu'elle présente.

Les contraintes sont imposées par des lois et décrets qui sont regroupés dans **le Code de l'Environnement**⁴⁵

> **Les principales précautions et protections à prendre vis-à-vis de l'environnement concernent :**

- les tiers, les ouvrages et d'une façon générale le site ;
- le respect de la réglementation en matière de déchets solides ou liquides de chantier ;
- le respect de la réglementation concernant le bruit ;
- les risques d'incendie,
- etc.

⁴⁵ / Consulter le site : www.legifrance.gouv.fr.

Le maître de l'ouvrage rédige la **notice de respect de l'environnement (NRE)**, intégrée aux pièces écrites **du marché**, qui fixe les responsabilités et les exigences en matière d'environnement. Cette notice précise :

- dans une synthèse les contraintes environnementales et les sites où ces mesures doivent s'appliquer ;
- la nature des démarches administratives devant être assurées par le **maître de l'ouvrage**, le **maître d'œuvre** ou l'**entrepreneur** ;
- les exigences en matière de management et de suivi de l'environnement.

L'entrepreneur organise le chantier et prend toutes les précautions particulières de façon à limiter tous les risques de pollution de l'environnement lors de l'exécution des travaux.

14 - INFORMATIONS RELATIVES AUX TRANSPORTS

Transporter le produit conformément aux dispositions de l'ADR pour la route, du RID pour le rail, de l'IMDG pour la mer, et de l'ICAO/IATA pour le transport par air (ADR 2007 - IMDG 2006 - ICAO/IATA 2007).

UN1263 PEINTURES (y compris peintures, laques, émaux, couleurs, shells, vernis, cirages, encraustiques, enduits d'apprêt et bases liquides pour laques) ou MATIÈRES APPARENTÉES AUX PEINTURES (y compris solvants et diluants pour peintures)

ADR/RID	Classe	Code	Group	Étiquette	Ident	QL	Dispo
3		F1	II	3	30	LG7	163 440E 650



*Non soumis à cette réglementation si G+450

#MDG	Classe	2-Étrg	Group	QL	FS	Dispo
3		-	II	5 L	F-E S-E	163 223 944 955

*Non soumis à cette réglementation si G+300

IATA	Classe	2-Étrg	Group	Passager	Passager	Cargo	Cargo	note
3		-	II	309	60 L	310	220 L	A3 A72
3		-	II	Y309	10 L	-	-	-

15 - INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

La classification de cette préparation a été effectuée conformément à la directive dite «Toutes Préparations» 1999/45/CE et de ses adaptations. A aussi été pris en compte la directive 2008/73/CE portant 2ème adaptation à la directive 67/548/CEE (Substances dangereuses).

Classement de la Préparation :



Noif Inflammable

Contient du :

601-022-00-9	XYLENE
616-014-00-0	2-BUTANONE-OXIME Peut déclencher une réaction allergique.

Risques particuliers attribués à la préparation et conseils de prudence :

R 52/53	Noif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.
R 36	Irritant pour la peau.
R 20/21	Noif par inhalation et par contact avec la peau.
R 10	Inflammable.
S 3/37	Porter un vêtement de protection et des gants appropriés.
S 23	Ne pas respirer les vapeurs.
S 16	Contenir à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles - Ne pas fumer.
S 61	Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité.

Tableaux des maladies professionnelles selon le Code du Travail:

Tableau N° 64 - Affections engendrées par les solvants organiques liquides à usage professionnel hydrocarbures liquides aliphatiques, cyclohexane saturés, esters et leurs mélanges, hydrocarbures halogénés liquides; dérivés nitriés des hydrocarbures aliphatiques; alcools; glycols; éthers de glycol; cétones; aldéhydes; éthers aliphatiques et cyclohexane; dont le tétrahydrofurane; esters; diméthylformamide; diméthylacétamide; acétoacétate propionique; glycolène; diméthylsulfoxyde; diméthylsulfoxyde.

Figure n° 32 : extrait d'une fiche de données de sécurité (FDS) de la société Parexlanko (crédit photo Parexlanko)

L'entrepreneur doit gérer les produits ainsi que les déchets générés par l'utilisation de ces produits conformément à **la législation en vigueur** en tenant compte des dispositions **du marché** et de **la NRE** susvisée.

L'entrepreneur doit demander avant tout début des travaux **les autorisations nécessaires de démarrage des travaux et les certificats d'acceptation préalable pour les déchets dangereux (DIS)**. Il doit tenir compte des sujétions liées à la récupération, au transport et au traitement de tous les déchets générés par les travaux.

Certains composants utilisés lors des travaux de mise en œuvre d'une protection de surface **sont toxiques** (diluants réactifs de résines époxydiques, solvants, constituants des polyuréthanes, etc.), **corrosifs** (liants minéraux à base de silicates, ciments, liants organiques de nature basique, etc.) ou encore **inflammables** (solvants, etc.). Ils peuvent donc être considérés comme dangereux et relever de la catégorie des déchets industriels spéciaux (**DIS**).

Même lorsque cela n'est pas imposé par la réglementation, **un maître d'ouvrage** a intérêt à évaluer les types de déchets que l'ensemble des opérations de réparation ou de renforcement de son ouvrage (par exemple, lors de la préparation du support) va générer, sachant que certains des déchets peuvent provenir de l'ouvrage existant (produits de démolition) et d'autres, des travaux. Cela peut permettre :

- d'une part d'éviter **des surprises désagréables en cours de travaux**, comme la découverte de produits amiantés ;
- d'autre part, aux clauses **du marché** de prendre en compte la gestion des déchets et si possible de leur valorisation sous forme de clauses environnementales. De telles clauses sont autorisées par le **Code des Marchés Publics**.

L'entrepreneur, lors du **choix des produits**, se doit de proposer **au maître d'œuvre**, parmi les produits utilisables (c'est-à-dire ayant la même efficacité globale - propriétés mécaniques et chimiques, facilité de mise en œuvre et coût), ceux qui sont **les moins dangereux pour la santé du personnel qui les utilise et qui sont les moins polluants** pour l'environnement.

L'entrepreneur se doit d'organiser son chantier pour faciliter le tri des déchets, car le mélange de déchets de catégories différentes peut conduire à classer la totalité des déchets en **DIS**, dont le coût de traitement est très supérieur à celui des deux autres catégories.

Il est donc nécessaire de bien identifier **les méthodes et les techniques** utilisées lors de travaux de réparation et/ou de renforcement structural qui génèrent des volumes de déchets appartenant aux trois classes. Il convient, par exemple, de citer :

- **les techniques de préparation du support qui génèrent :**
 - o des déchets de diverses classes lors de l'enlèvement des revêtements existants,
 - o des mélanges de matériaux, les uns issus de la structure (débris de béton, poussières...) et les autres de la technique utilisée (par exemples, des abrasifs minéraux ou métalliques lors d'un « sablage » à sec ou de l'eau chargée de débris lors d'une hydrodémolition) ;
- **la mise en œuvre de revêtement à base de résines de synthèses**, qui peuvent générer **des DIS** (il faut distinguer d'une part, les composants [base et durcisseur] et d'autre part, le mélange après polymérisation).

9

Fiche synthétique du PAQ

La réalisation de travaux de mise en œuvre d'un produit ou d'un système de protection de surface pour béton comporte plusieurs opérations enchaînées les unes aux autres. Chaque opération peut faire l'objet **d'une procédure et d'un cadre de document de suivi**, mais tous ces différents documents peuvent être regroupés dans **une procédure principale** (par exemple, la procédure relative à la protection des bétons) et **un cadre de document de suivi principal**.

Il est rappelé que **le marché** fixe en s'inspirant des dispositions du **présent guide** :

- les stipulations (prescriptions de moyens et spécifications de produits) à respecter ainsi que la consistance des essais et contrôles. Ces obligations sont reprises dans **les procédures et les cadres des documents de suivi** ;
- ce qui relève des contrôles interne, extérieur, voire externe ;
- un cadre de **PAQ** avec la liste minimale des procédures et des cadres de documents de suivi à fournir ;
- le calendrier et les conditions de présentation au maître d'œuvre des différents documents constituant le **SOPAQ** et le **PAQ**, au fur et à mesure du déroulement de l'opération chantier (de la remise des offres à la signature du marché et de la période de préparation des travaux à leur réception)⁴⁶.

La fiche récapitulative qui suit modifie et complète, en tant que de besoin et en tenant compte des stipulations du présent guide, **la fiche de traitement des fissures** annexée au **guide de 2000 du STRRES** relatif à la rédaction d'un Plan d'Assurance de la Qualité (**PAQ**). En effet, il n'y a pas de fiche sur la protection du béton et la fiche du guide ne liste que les points critiques et ne fixe pas les points d'arrêt.

Il est possible de consulter également, d'une part, le **guide de décembre 1991**, SETRA, SNCF, TP de France et SNBATI : Mise en œuvre des Plans d'Assurance de la Qualité – Exécution des ouvrages en béton armé et précontraint et, d'autre part, le **fascicule 65 du CCTG**.

46 / Le schéma de l'assurance qualité sur le chantier de la page 13 du guide de rédaction d'un **PAQ** du **STRRES** donne dans le détail les actions qualité à entreprendre et le calendrier à respecter.

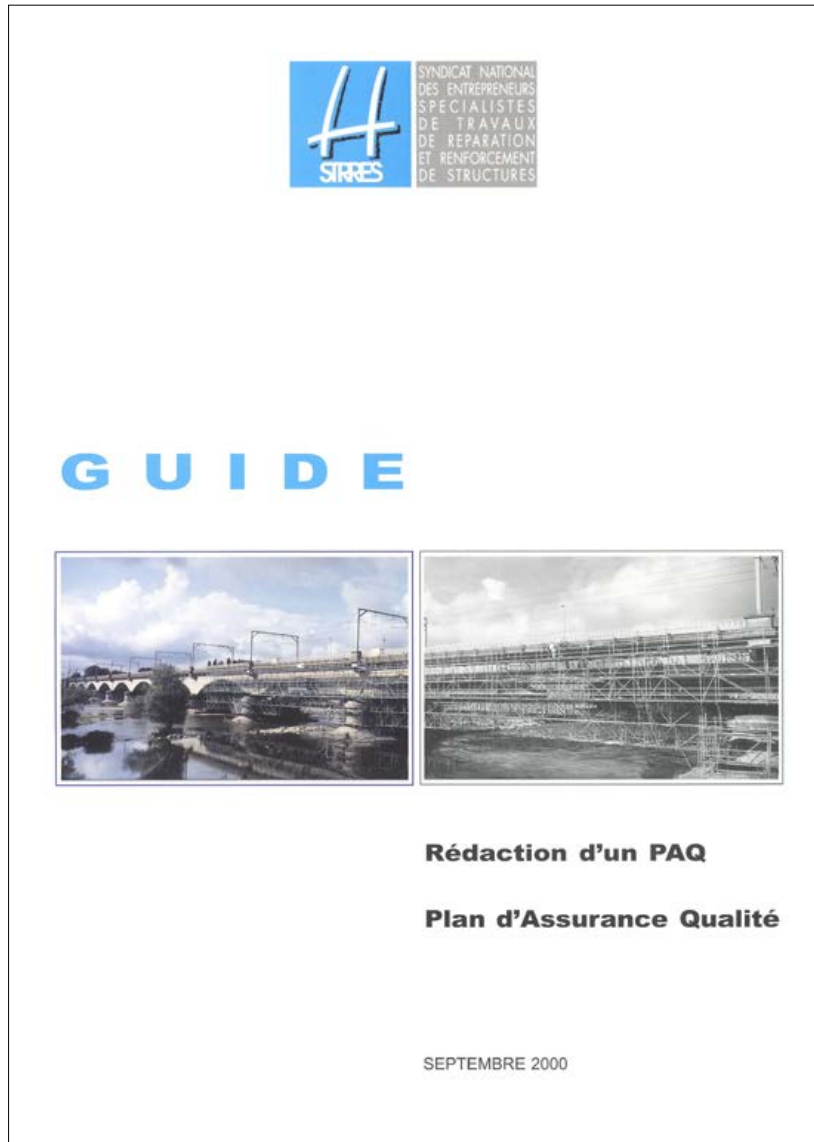


Figure n° 33 : guide du STRES 2000

PROTECTION DE SURFACE						
Points sensibles, critiques et d'arrêts						
Rep	Description des phases d'exécution	Intervention du contrôle interne			Intervention du contrôle externe à l'entreprise (1)	Intervention du contrôle extérieur (2)
		Points sensibles (3)	Points critiques (4)	Points d'arrêts (5)		
1	PAQ, pendant la période de préparation des travaux : mise au point du document d'organisation générale et établissement des documents suivants : • les procédures d'exécution ; • les cadres des documents de suivi		Oui			Oui
2	PAQ, avant toute réalisation d'une opération : mise au point des procédures d'exécution et des cadres des documents de suivi correspondants		Oui	Oui		Oui
3	PAQ, pendant la réalisation d'une opération : respect des procédures, renseignement des documents de suivi et information du maître d'œuvre (6)		Oui			Oui
4	Choix des produits et des matériels					
	La consultation fixe la famille du produit et les caractéristiques à respecter voire une technique d'exécution — L'entrepreneur propose une ou des solutions - le marché entérine la ou les solutions. (7)					
	L'épreuve d'étude des produits peut être nécessaire pour choisir les produits (8)		Oui	Oui		Oui
5	Contrôle et réception des produits					
	Transport, réception et stockage		Oui	Oui		Oui
	Essais d'identification rapide et/ou contrôle des caractères normalisés		Oui	Oui		Oui
6	Relevé contradictoire de l'état du support	Oui				Oui
7	Épreuve de convenance de préparation du support		Oui			Oui
8	Épreuve de convenance d'une opération					
	Préparation générale de l'épreuve (documents nécessaires et organisation de l'ensemble des opérations)		Oui			Oui
	Préparation du support (subjectile)		Oui			Oui
	Préparation des produits		Oui			Oui
	Réalisation de l'épreuve		Oui			Oui
	Après réalisation de l'épreuve		Oui			Oui
9	Contrôles d'exécution d'une opération					
	Préparation du support		Oui			Oui

PROTECTION DE SURFACE					
Points sensibles, critiques et d'arrêts					
	Préparation de l'opération		Oui		Oui
	Préparation du support (subjectile)		Oui		Oui
	Préparation des produits		Oui		Oui
10	Lever du point d'arrêt avant travaux		Oui	Oui	Oui
	Réalisation de l'opération		Oui		Oui
	Après réalisation de l'opération		Oui	Oui	Oui
11	Réception des travaux				
	Remise des résultats des essais		Oui		Oui
	PAQ : remise au maître d'œuvre de l'ensemble des documents originaux constituant le PAQ		Oui	Oui	Oui
	Vérifications diverses				Oui

Tableau n° 71 : liste des points sensibles, critiques et d'arrêt, relative à une opération de mise en œuvre d'une protection sur un béton

LÉGENDE :

- (1). il s'agit d'une surveillance et assistance du contrôle interne effectuée par un représentant indépendant de la direction du chantier. Il doit être prévu **au marché**.
- (2). il s'agit du maître d'œuvre du client (voire du client) ou d'un organisme habilité par lui (laboratoire ou bureau d'études).
- (3). un point sensible est un point de l'exécution qui doit particulièrement retenir l'attention. Dans le présent tableau, l'ensemble des points sensibles n'a pas été développé.
- (4). un point critique est un point de l'exécution qui nécessite une matérialisation du contrôle interne sur un document de suivi d'exécution ainsi qu'une information préalable du contrôle extérieur pour que ce dernier puisse effectuer son contrôle, s'il le juge nécessaire. L'intervention du contrôle extérieur n'est pas indispensable à la poursuite de l'exécution.
- (5). un point d'arrêt est un point critique pour lequel un accord formel du maître d'œuvre (ou d'un organisme habilité par lui) est nécessaire à la poursuite de l'exécution. Les délais de préavis et les délais de réponse du maître d'œuvre sont fixés dans **le marché** ainsi que les dispositions à prendre à l'issue du délai de réponse en l'absence de réaction du maître d'œuvre (situation très anormale). Les points d'arrêt doivent être prévus **au marché**.
- (6). **le marché** peut prévoir qu'un double (photocopie) des documents de suivi renseignés soit remis au maître d'œuvre au fur et à mesure du déroulement des travaux (une facilité pour le contrôle extérieur). Il est rappelé que l'ensemble des documents originaux constituant le PAQ doit être remis au maître d'œuvre au moment de la réception des travaux.
- (7). ce point recouvre les périodes de préparation du projet, de consultation des entreprises, de jugement des offres, de mise au point et de signature **du marché**.
- (8). si cette épreuve est prévue **au marché**.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

FIGURE N° 1 : LES TROIS INTERVENANTS : LE MAITRE D'ŒUVRE (LE PRESCRIPTEUR), L'ENTREPRENEUR ET LE CONTROLEUR	3
FIGURE N° 2 : DIFFERENTES TECHNIQUES POUR LA PROTECTION GENERALISEE DU BETON	26
FIGURE N° 3 : EXTRAIT DE LA NORME HOMOLOGUEE NF EN 1062-1 D'OCTOBRE 2004	31
FIGURE N° 4 : PREPARATION D'UNE OPERATION DE REPARATION	38
FIGURE N° 5 : PRINCIPE DE REALISATION D'UN RATTRAPAGE DIT « EN QUEUE DE BILLARD »	63
FIGURE N° 6 : ILLUSTRATION DES PERIODES D'INCUBATION ET DE PROPAGATION	67
FIGURE N° 7 : COMMENT DIFFERENCIER UNE FISSURE DUE AUX DIFFERENTS RETRAITS D'UNE FISSURE DE FLEXION	68
FIGURE N° 8 : EXTRAIT D'UNE PAGE D'UNE FDS DE CHEZ WEBER/SAINT-GOBAIN	86
FIGURE N° 9 : CUVELAGE AVEC REVETEMENT D'IMPERMEABILISATION (EXTRAIT DE LA NORME-DTU 14.1)	127
FIGURE N° 10 : FIGURE EXTRAITE DE LA THESE DE VANESSA DURAND (2012) – UNIVERSITE DE LAVAL QUEBEC	171
FIGURE N° 11 : SCHEMA DE L'ESSAI D'ARRACHEMENT DU BETON DANS LE CAS D'UN SUPPORT NON-REVETU (NF EN 1542)	173
FIGURE N° 12 : ETATS DE SURFACE ET MOYENS DE TRAITEMENT (EXTRAIT DES ANNALES DE L'ITBTP DE FEVRIER 2001)	176
FIGURE N° 13 : RAGREAGE EN QUEUE DE BILLARD (FIGURE EXTRAITE DE LA NORME NF P95-103)	181
FIGURE N° 14 : CONTROLE A LA REGLE ET AU REGLET DE LA PLANEITE D'UNE PAROI EN BETON	183
FIGURE N° 15 : ABAQUE DE DETERMINATION DU POINT DE ROSEE (DIAGRAMME DE MOLLIER)	204
FIGURE N° 16 : SCHEMA DE PRINCIPE DE REALISATION D'UN ENDUIT (ICI DE DRESSEMENT ENTRE NUS ET REPERES)	215
FIGURE N° 17 : CUVELAGE AVEC REVETEMENT EPAIS EN MORTIER (EXTRAIT DE LA NORME-DTU 14.1)	218
FIGURE N° 18 : CUVELAGES AVEC REVETEMENT MIXTE (EXTRAIT DE LA NORME-DTU 14.1)	218
FIGURE N° 19 : DISPOSITIONS A RESPECTER LORS DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'ARMATURE D'UN REVETEMENT	220
FIGURE N° 20 : LES DIFFERENTES PHASES D'EXECUTION D'UN REVETEMENT AU PLAFOND	221
FIGURE N° 21 : LES DIFFERENTES PHASES D'EXECUTION D'UN REVETEMENT SUR UN MUR	221
FIGURE N° 22 : LES DIFFERENTES PHASES D'EXECUTION D'UN REVETEMENT AU SOL	222
FIGURE N° 23 : METHODOLOGIE DE PROJECTION D'UN REVETEMENT AU PISTOLET	224
FIGURE N° 24 : INCIDENCES DES REGLAGES SUR LA QUALITE DE LA PROJECTION	224
FIGURE N° 25 : TRAITEMENT DES POINTS PARTICULIERS D'UNE FAÇADE	227
FIGURE N° 26 : RECEPTION PAR LE CONTROLEUR DES PRODUITS DE REPARATION	235
FIGURE N° 27 : CONTROLE DE L'EPAISSEUR D'UN FEUIL HUMIDE AVEC UNE JAUGE A PEIGNE	257
FIGURE N° 28 : ESSAI D'ADHERENCE D'UN REVETEMENT - NF EN1542 (D'APRES LES REGLES SEL)	273
FIGURE N° 29 : CONTROLE D'ASPECT (EXTRAIT DU NF DTU 54.1)	283
FIGURE N° 30 : PICTOGRAMMES CLP DE LA NOUVELLE REGLEMENTATION SUR L'ETIQUETAGE EXTRAIT D'UN DOCUMENT INSOPPBTP (CREDIT PHOTO INSOPPBTP)	298
FIGURE N° 31 : RISQUES PARTICULIERS DES APPAREILS A TRES HAUTE PRESSION : EXEMPLE DE CONSIGNES DE SECURITE (EXTRAIT D'UN DOCUMENT WAGNER)	300
FIGURE N° 32 : EXTRAIT D'UNE FICHE DE DONNEES DE SECURITE (FDS) DE LA SOCIETE PAREXLANKO (CREDIT PHOTO PAREXLANKO)	303
FIGURE N° 33 : GUIDE DU STRRES 2000	307

PHOTOGRAPHIES

PHOTO N° 1 : DESORDRES DUS A LA CORROSION DES ARMATURES (CREDIT PHOTO POINEAU)	24
PHOTO N° 2 : DESORDRES DUS AU GEL INTERNE DU BETON (CREDIT PHOTO POINEAU)	25
PHOTO N° 3 : DESORDRES DUS AU GEL DE SURFACE OU ECAILLAGE (CREDIT PHOTO POINEAU)	25
PHOTO N° 4 : DESORDRES DUS A UNE ALCALI-REACTION (CREDIT PHOTO PAREXLANKO ET POINEAU)	26
PHOTO N° 5 : MOYENS D'ACCES NECESSAIRES POUR L'EXECUTION DES TRAVAUX (CREDIT PHOTO PAREXLANKO)	41
PHOTO N° 6 : EXEMPLE DE DEFECT GEOMETRIQUE (CREDIT PHOTO POINEAU)	51

PHOTO N° 7 : EXEMPLES DE DEFANTS DE TEXTURE (CREDIT PHOTO POINEAU ET SETRA)	52
PHOTO N° 8 : EXEMPLES DE DEFANTS D'ASPECT (CREDIT PHOTO POINEAU)	53
PHOTO N° 9 : FISSURE SUR UNE PAROI (CREDIT PHOTO FREYSSINET)	56
PHOTO N° 10 : DIFFERENTS ESSAIS D'EVALUATION DE L'ETAT D'UN SUPPORT (CREDIT PHOTO PAREXLANKO, SETRA ET POINEAU)	58
PHOTO N° 11 : INCIDENCES DE L'ORIENTATION ET DES DISPOSITIFS DE PROTECTION DU SUPPORT SUR LA TENUE DES REVETEMENTS (CREDIT PHOTO POINEAU)	60
PHOTO N° 12 : CHANTIER MONTRANT LA PREPARATION DU SUPPORT ET LA PROTECTION REALISEE (CREDIT PHOTO PAREXLANKO)	61
PHOTO N° 13 : TEST DU QUADRILLAGE SUR UN REVETEMENT EXISTANT (CREDIT PHOTO PAREXLANKO)	62
PHOTO N° 14 : EXEMPLE DE FISSURE CONSTAMMENT HUMIDE (CREDIT PHOTO DDE 54)	61
PHOTO N° 15 : CONSEQUENCE DE LA CIRCULATION DE L'EAU AU TRAVERS D'UNE FISSURE (CREDIT PHOTO DDE 54)	61
PHOTO N° 16 : SUPPORT BETON APRES TRAITEMENT PAR IMPREGNATION HYDROPHOBE (CREDIT PHOTO SIKA)	102
PHOTO N° 17 : ELEMENTS DE FAIBLE SECTION ET REVETEMENT DE PROTECTION ENDOMMAGE (CREDIT PHOTO POINEAU)	121
PHOTO N° 18 : REVETEMENT DE SOL (CREDIT PHOTO SIKA)	131
PHOTO N° 19 : ETIQUETAGE DE PRODUITS DE PROTECTION POUR BETON (CREDIT PHOTO BASF ET MAPEI)	151
PHOTO N° 20 : OPERATION DE DILUTION D'UNE PEINTURE (CREDIT PHOTO JEAN-PAUL BENNETON LRPC DE LYON)	154
PHOTO N° 21 : MELANGE DES CONSTITUANTS D'UN REVETEMENT A BASE DE LIANTS HYDRAULIQUES MODIFIES (CREDIT PHOTO PAREXLANKO)	154
PHOTO N° 22 : MACHINE A PROJETER AVEC SA CUVE DE MALAXAGE ET BUSE DE PROJECTION EN ACTION (CREDIT PHOTO PAREXLANKO)	155
PHOTO N° 23 : PISTOLETS DIVERS POUR PROJECTION DE PRODUITS PATEUX ET POUR PEINTURE A BASSE PRESSION (CREDIT PHOTO VOLUMAIR)	158
PHOTO N° 24 : CHANTIER DE PROJECTION D'UN REVETEMENT (CREDIT PHOTO PAREXLANKO)	159
PHOTO N° 25 : MACHINE A PROJETER MANUELLE DITE « TYROLIENNE™ » (CREDIT PHOTO PAREXLANKO)	161
PHOTO N° 26 : REALISATION DE DIVERSES FINITIONS DE SURFACE (CREDIT PHOTO PAREXLANKO)	162
PHOTO N° 27 : RELEVÉ DES DEFANTS DU SUPPORT (CREDIT PHOTO PAREXLANKO ET POINEAU)	165
PHOTO N° 28 : ASPECT FINAL D'UN REVETEMENT SANS ET AVEC RAGREAGE PREALABLE D'UN NID DE CAILLOUX (EXTRAIT D'UNE NOTE D'INFORMATION DU LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES PARUE EN 1978)	169
PHOTO N° 29 : NETTOYAGE D'UN SUPPORT EN BETON A L'EAU SOUS PRESSION, A L'EAU SOUS THP ET PAR SABLAGE (ABRASIFS AUTORISES) (CREDIT PHOTO PAREXLANKO ET POINEAU)	191
PHOTO N° 30 : DECAPAGE D'UN ANCIEN REVETEMENT DE SOL (CREDIT PHOTO PAREXLANKO ET POINEAU)	193
PHOTO N° 31 : ENDUIT DE CUVELAGE (CREDIT PHOTO POINEAU)	217
PHOTO N° 32 : FUITES A LA JONCTION D'UNE RAMPE ET D'UN PLANCHER D'UN CUVELAGE (CREDIT PHOTO POINEAU)	219
PHOTO N° 33 : APPLICATION D'UN REVETEMENT AU ROULEAU SUR UN PONT (CREDIT PHOTO PAREXLANKO)	222
PHOTO N° 34 : ATELIER DE MISE EN PEINTURE D'UN SOL (CREDIT PHOTO JEAN-PAUL BENNETON LRPC DE LYON)	223
PHOTO N° 35 : REALISATION D'UN ENDUIT MONOCOUCHE AVEC UNE MACHINE A PROJETER (CREDIT PHOTO PAREXLANKO)	225
PHOTO N° 36 : CREATION D'UN LARMIER A L'EXTREME D'UN ENCORBELLEMENT ET CONSEQUENCES DE L'ABSENCE D'UN LARMIER (CREDIT PHOTO POINEAU)	226
PHOTO N° 37 : EXEMPLE DE JOINTS DE FRACTIONNEMENT DANS LE REVETEMENT D'UNE PILE D'UN PONT (CREDIT PHOTO POINEAU)	227
PHOTO N° 38 : REALISATION D'UN JOINT DE FRACTIONNEMENT (CREDIT PHOTO PAREXLANKO)	228
PHOTO N° 39 : SURFACES DE REFERENCE (CREDIT PHOTO POINEAU)	240
PHOTO N° 40 : ETAT DU SUPPORT AVANT TRAVAUX ET APRES PREPARATION PRET POUR LES CONTROLES (CREDIT PHOTO PAREXLANKO)	244
PHOTO N° 41 : CONTROLE DE L'ADHERENCE D'UN REVETEMENT PAR TRACTION DIRECTE (CREDIT PHOTO JEAN PAUL BENNETON LRPC DE LYON)	268

PHOTO N° 42 : DISPOSITIF DE MESURE DE LA PERMEABILITE A L'AIR (EXTRAIT DU GUIDE LCPC SUR LA PROTECTION DES BETONS DE 2002)	272
PHOTO N° 43 : REVETEMENT DE PROTECTION EN PLACE SUR UN PONT ET DEFAUTS D'EXECUTION (CREDIT PHOTO PAREXLANKO ET POINEAU)	278
PHOTO N° 44 : MICROSCOPE POUR LE CONTROLE DE L'EPAISSEUR D'UN REVETEMENT APRES SECHAGE (CREDIT PHOTO ERICHSEN)	280
PHOTO N° 45 : BATIMENTS AVANT ET APRES TRAVAUX (CREDIT PHOTO PAREXLANKO ET POINEAU)	286
PHOTO N° 46 : DEFAUTS D'EXECUTION POUVANT APPARAITRE AVEC LE TEMPS (CREDIT PHOTO POINEAU)	287
PHOTO N° 47 : FUITE SUR LA PAROI D'UN CUVELAGE (CREDIT PHOTO POINEAU)	289
PHOTO N° 48 : EQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE (ÉPI) (CREDIT PHOTO POINEAU)	300

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU N° 1 : PRINCIPALES MODIFICATIONS APPORTEES AU GUIDE FABEM 4 DE 2008	12
TABLEAU N° 2 : TERMINOLOGIE DE LA NORME NF EN1504-2	13
TABLEAU N° 3 : DIFFERENTS REACTIFS DE CONTROLE DU PH	57
TABLEAU N° 4 : CORRESPONDANCE ENTRE LES ABBREVIATIONS ET SIGLES (EXTRAIT AVEC COMPLEMENTS DE LA NORME NF P95-101 (EN REVISION)	71
TABLEAU N° 5 : SOLUTIONS USUELLES DE TRAITEMENT DES SUPPORTS FISSURES (TABLEAU B1 DE LA NORME NF P95-103 COMPLETE)	72-73
TABLEAU N° 6 : LA CLASSIFICATION EUROPEENNE DES PRODUITS DE PEINTURES ET SYSTEMES DE REVETEMENTS POUR MAÇONNERIE ET BETON EXTERIEURS	78
TABLEAU N° 7 : EXTRAIT DE LA NORME EXPERIMENTALE ABROGEE XP P84-404	79
TABLEAU N° 8 : EXTRAIT DE LA NORME NF T34-722 : NIVEAUX DE PERFORMANCE MINIMAUX DES REVETEMENTS DE FAÇADE	80
TABLEAU N° 9 : EXTRAIT DU TABLEAU 1 DU NF DTU 42.1 P1-2	82
TABLEAU N° 10 : COMPARAISON DES CLASSES FRANÇAISES ET EUROPEENNES DE TENUE AU FEU	88
TABLEAU N° 11 : DEFINITIONS EXTRAITES DE LA NORME NF EN ISO 4618	89-90
TABLEAU N° 12 : EXTRAIT DE LA NORME NF T36-005	90-91
TABLEAU N° 13 : TABLEAU B.2 EXTRAIT DE LA NORME NF P95-103	97
TABLEAU N° 14 : TABLEAU 2 EXTRAIT DE LA NORME NF P95-103 (LIMITE AUX PRODUITS ET SYSTEMES H, I ET R)	99
TABLEAU N° 15 : TABLEAU C.4 EXTRAIT DE LA NORME NF P95-103	101
TABLEAU N° 16 : TABLEAU N°3 EXTRAIT DU GA P18-902	103
TABLEAU N° 17 : TABLEAU 4 ISSU DE LA NORME NF P95-103	104
TABLEAU N° 18 : TABLEAU N°2 EXTRAIT DU GA P18-902	104-105
TABLEAU N° 19 : PRINCIPES ET METHODES LIES AUX MORTIERS ET BETONS AJOUTES (EXTRAIT DU TABLEAU 2 DE LA NORME NF P95-103)	109
TABLEAU N° 20 : CLASSIFICATION FRANÇAISE DES PRODUITS DE PEINTURES ET SYSTEMES DE REVETEMENTS POUR MAÇONNERIE ET BETON EXTERIEURS (D'APRES LE FD T30-808)	118-119
TABLEAU N° 21 : TABLEAU INSPIRE DES NORMES NF EN 15824 ET LE NF EN 1504-3	120
TABLEAU N° 22 : TABLEAU INSPIRE DES NORMES NF EN 998-1 ET NF EN 1504-3	125
TABLEAU N° 23 : CARACTERISTIQUES ET PERFORMANCES DES CHAPES A BASE DE CIMENT CONFORMES A LA NORME NF EN 13813	134
TABLEAU N° 24 : CARACTERISTIQUES ET PERFORMANCES DES CHAPES A BASE DE RESINES SYNTHETIQUES CONFORMES A LA NORME NF EN 13813	135
TABLEAU N° 25 : EXIGENCES DE PERFORMANCES POUR LES REVETEMENTS A BASE DE RESINES (EXTRAIT DU NF DTU 54.1)	136
TABLEAU N° 26 : TABLEAU D'AIDE AU CHOIX DES FONCTIONS	140-141

TABLEAU N° 27 : AVANTAGES, INCONVENIENTS ET USAGES DES PRINCIPALES RESINES UTILISEES POUR LES PEINTURES ET REVETEMENTS DE SOLS	142
TABLEAU N° 28 : PERFORMANCES DES MATERIELS DE MISE EN ŒUVRE DES PEINTURES ET REVETEMENTS	158
TABLEAU N° 29 : CARACTERISTIQUES DE PLANEITE ET DE TEXTURE DES PAREMENTS (EXTRAIT DU FASCICULE65 DU CCTG)	170
TABLEAU N° 30 : METHODES DE DECAPAGE ET DE NETTOYAGE (TABLEAU EXTRAIT DE LA NORME NF P95-103)	178
TABLEAU N° 31 : METHODES D'ELIMINATION DU BETON DEGRADE - PREPARATION DE SURFACE (EXTRAIT DE LA NORME NF P95-101)	179-180
TABLEAU N° 32 : METHODES D'ELIMINATION DU BETON DEGRADE - PREPARATION DE SURFACE (EXTRAIT DE LA NORME NF P95-101)	180
TABLEAU N° 33 : CARACTERISTIQUES DE PLANEITE ET DE TEXTURE DES PAREMENTS (EXTRAIT DE LA NORME-DTU 21)	182
TABLEAU N° 34 : TOLERANCES APPLICABLES AUX SUPPORTS EN BETON (EXTRAIT DE L'ANNEXE C2 DU NF DTU 59.1)	183
TABLEAU N° 35 : CARACTERISTIQUES DE PLANEITE DES SOLS (EXTRAIT DE LA NORME-DTU 21)	184
TABLEAU N° 36 : RECAPITULATION DES EXIGENCES RELATIVES A L'ETAT DES SUPPORTS ET A LEUR PREPARATION	186
TABLEAU N° 37 : PREPARATION DES SUBJECTILES NEUFS (EXTRAIT DU NF DTU 59.1)	187
TABLEAU N° 38 : PREPARATION DES SUBJECTILES ANCIENS (EXTRAIT DU NF DTU 59.1)	188
TABLEAU N° 39 : RECAPITULATION DES EXIGENCES RELATIVES A L'ETAT DES SUPPORTS ET A LEUR PREPARATION (EXTRAIT DU NF DTU 42.1)	189-190
TABLEAU N° 40 : TABLEAU 1 : OPERATIONS A EFFECTUER EN PRESENCE D'UN REVETEMENT EXISTANT (EXTRAIT DU NF DTU 42.1)	190
TABLEAU N° 41 : ESSAIS NECESSAIRES POUR L'ETUDE PREALABLE DU REVETEMENT EXISTANT (EXTRAIT DU NF DTU 42.1)	190
TABLEAU N° 42 : RECAPITULATION DES DIVERS TRAITEMENTS APPLICABLES AUX FISSURES (EXTRAIT DU NF DTU 42.1)	191
TABLEAU N° 43 : RECAPITULATION DES EXIGENCES RELATIVES A L'ETAT DES SUPPORTS ET A LEUR PREPARATION (EXTRAIT DE LA NORME DTU 59.3)	192
TABLEAU N° 44 : QUALITE DES SUBJECTILES (EXTRAIT DE LA NORME-DTU 59.3)	193
TABLEAU N° 45 : RECAPITULATION DES EXIGENCES RELATIVES A L'ETAT DES SUPPORTS ET A LEUR PREPARATION (EXTRAIT DU NF DTU 26.2)	195
TABLEAU N° 46 : RECAPITULATION DES EXIGENCES RELATIVES A L'ETAT DES SUPPORTS ET A LEUR PREPARATION (EXTRAIT DU NF DTU 54.1)	196-197
TABLEAU N° 47 : CARACTERISTIQUES EXIGEEES DES SUPPORTS (EXTRAIT DU NF DTU 54.1)	197-198
TABLEAU N° 48 : EXIGENCES DE PLANEITE DU SUPPORT (TABLEAU 2 EXTRAIT DU NF DTU 54.1)	198
TABLEAU N° 49 : TECHNIQUES DE PREPARATION DES SUPPORTS EN BETON (TABLEAUX 3 ET 4 EXTRAITS DU NF DTU 54.1)	198
TABLEAU N° 50 : RESISTANCES MINIMALES A L'ARRACHEMENT (EXTRAIT DU NF DTU 54.1)	199
TABLEAU N° 51 : RECAPITULATION DES EXIGENCES RELATIVES A L'ETAT DES SUPPORTS ET A LEUR PREPARATION (EXTRAIT DU NF DTU 26.1)	200
TABLEAU N° 52 : DOSAGE D'UN MORTIER POUR ENDUIT DE DRESSEMENT (EXTRAIT DU NF DTU 26.1)	200
TABLEAU N° 53 : RECAPITULATION DES EXIGENCES RELATIVES A L'ETAT DES SUPPORTS ET A LEUR PREPARATION (EXTRAIT DE LA NORME-DTU 14.1)	202
TABLEAU N° 54 : ESSAIS ET CONTROLES IMPOSES PAR LES DIFFERENTES NORMES-DTU, NF DTU ET REGLES PROFESSIONNELLES	232-234
TABLEAU N° 55 : OPERATIONS DE MISE EN ŒUVRE DE PRODUITS DE PEINTURE ET DE REVETEMENTS D'IMPERMEABILITE A BASE DE POLYMERES POUVANT FAIRE L'OBJET D'UN CONTROLE	260-261
TABLEAU N° 56 : OPERATIONS DE MISE EN ŒUVRE DE PRODUITS ANTI-GRAFFITI POUVANT FAIRE L'OBJET D'UN CONTROLE	261
TABLEAU N° 57 : OPERATIONS DE MISE EN ŒUVRE DE CHAPES ET DALLES NON-STRUCTURALES POUVANT FAIRE L'OBJET D'UN CONTROLE	262
TABLEAU N° 58 : OPERATIONS DE MISE EN ŒUVRE DE RESINES COULEES POUVANT FAIRE L'OBJET D'UN CONTROLE	263
TABLEAU N° 59 : OPERATIONS DE MISE EN ŒUVRE D'ENDUITS A BASE DE LIANTS HYDRAULIQUES POUVANT FAIRE L'OBJET D'UN CONTROLE	264

TABLEAU N° 60 : OPERATIONS DE MISE EN ŒUVRE D'ENDUITS A BASE DE RESINES ORGANIQUES POUVANT FAIRE L'OBJET D'UN CONTROLE	265
TABLEAU N° 61 : OPERATIONS DE MISE EN ŒUVRE DE REVETEMENTS A BASE DE LIANTS HYDROCARBONES POUVANT FAIRE L'OBJET D'UN CONTROLE	266
TABLEAU N° 62 : LES DIFFERENTS CONTROLES PREVUS PAR LES TEXTES FRANÇAIS ET REGROUPES DANS LA NORME NF P95-103	269-270
TABLEAU N° 63 : LES DIFFERENTS CONTROLES PREVUS PAR LES TEXTES EUROPEENS (EXTRAIT DE LA NORME NF EN 1504-10)	270-271
TABLEAU N° 64 : CONTROLES VISES PAR LA NF EN1504-10	275
TABLEAU N° 65 : CONTROLES SUR REVETEMENT DURCI	279
TABLEAU N° 66 : INTERPRETATION DE L'ESSAI DE QUADRILLAGE (EXTRAIT DU NF DTU 42.1)	281
TABLEAU N° 67 : DUREES DES GARANTIES CONTRE LES DECOLLEMENTS, PELAGES ET CLOQUAGES	291
TABLEAU N° 68 : DUREES DES GARANTIES CONTRE LES DECOLLEMENTS, PELAGES ET CLOQUAGES (TUNNELS, TRANCHÉES COUVERTES...)	291
TABLEAU N° 70 : DUREES DES GARANTIES D'ASPECT	291
TABLEAU N° 70 : TABLEAU EXTRAIT DU GUIDE DU LCPC DE 2002 SUR LA PROTECTION DES BETONS	291
TABLEAU N° 71 : LISTE DES POINTS SENSIBLES, CRITIQUES ET D'ARRET, RELATIVE A UNE OPERATION DE MISE EN ŒUVRE D'UNE PROTECTION SUR UN BETON	308-309

Annexe

Documents de référence

- 1 Les normes
- 2 Différents documents visés par le guide
- 3 Fascicules du CCTG
- 4 Guides, règles professionnelles et documents techniques
- 5 Documents divers

Photo 1 : quelques-unes des normes nécessaires pour la rédaction de la collection des guides du STRES



1.1

RÉGLEMENTATION EUROPÉENNE RELATIVE AUX PRODUITS DE CONSTRUCTION

Voir GUIDE 0 : introduction commune à tous les Guides

1.2

L'ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION

SITE DE L'AFNOR : www.boutique.afnor.org.

Remarque : L'AFNOR attribue aux normes nationales un indice de classement dont le numéro est le même que celui de la norme (par exemple, la norme NF T 30-800 a pour indice de classement T 30-800). Il n'en est pas de même pour les normes européennes ou internationales homologuées en normes françaises (par exemple, la norme NF EN 1504-10 a pour indice de classement P 12-121-6).

1.3

LES MARQUES NF

Voir Guide 0 – Introduction commune à tous les Guides.

Site : <http://marque-nf.com/>

Il s'agit des normes, fascicules du CCTG, guides et autres documents connexes relatifs à la protection et la réparation des structures en béton dans les domaines des ouvrages d'art, du génie civil et du bâtiment.

NOTA IMPORTANT : dans les différents tableaux qui suivent, les normes citées dans le guide FABEM 4 apparaissent dans les cases de couleur verte. Attention, cependant, toutes les normes visées dans une norme particulière dans l'article références normatives ne figurent pas forcément dans les tableaux ci-après.

Les normes qui doivent être disponibles sur le chantier sont celles qui concernent le marché et/ou les travaux et/ou les contrôles imposés par le marché.

2.1

INCIDENCES DE LA NORMALISATION EUROPÉENNE

L'état d'avancement incomplet de la normalisation européenne sur les produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton, ne permet pas encore actuellement d'y faire totalement référence. Cependant, les normes européennes de la série NF EN1504-** se sont substituées en grande en partie⁴⁷, aux normes françaises de la série P18-8** en vigueur. Il en a été tenu compte et elles figurent dans les tableaux ci-après avec l'échéancier correspondant.

2.1.1 Normes européennes de la série 1504-**

> Les normes européennes de la série 1504-** qui sont transposées en normes française comprennent :

■ une norme consacrée aux définitions :

- NF EN 1504-1 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 1 : Définitions (2005) ;

■ six normes produits et systèmes :

- NF EN 1504-2 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 2 : systèmes de protection de surface pour le béton (2005 - Révision en cours depuis mars 2014),
- NF EN 1504-3 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 3 : réparation structurale et non structurale (2006 - Révision en cours depuis avril 2015),
- NF EN 1504-4 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 4 : collage structural (2005 – révision en cours depuis mars 2014),

47 / Par exemple, la norme NF EN 1504-6 ne traite pas des produits de calage. Les normes XP P18-821 et XP P18-822 qui viennent d'être révisées sont applicables.

- **NF EN 1504-5** : Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 5 : produits et systèmes d'injection du béton (2013),
- **NF EN1504-6** : Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 6 : ancrage de barres d'acier d'armatures (2006),
- **NF EN1504-7** : Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 7 : protection contre la corrosion des armatures (2006 – Révision en cours depuis juin 2015) ;
- **une norme consacrée aux contrôles en usine :**
 - **NF EN 1504-8** : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et EVCP - Partie 8 : Maîtrise de la qualité et évaluation et vérification de la constance des performances (EVCP) (norme révisée sortie en juin 2016) ;
- **une norme explicitant la méthodologie à suivre lors d'une opération de protection, de réparation et/ou du renforcement d'une structure en béton :**
 - **NF EN1504-9** : Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 9 : Principes généraux d'utilisation des produits et systèmes (2008 – Demande de révision en cours) ;
- **une norme consacrée à la mise en œuvre sur le chantier et au contrôle qualité :**
 - **NF EN1504-10** : Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité – Partie 10 : application sur site des produits et systèmes et contrôle de la qualité des travaux (2004 – Révision en cours depuis mai 2015) ;

*Note : la mise en application des normes produits et systèmes de la série 1504-** est un peu facilitée par la norme NF EN1504-10 qui traite de la mise en œuvre des produits et systèmes ainsi que des contrôles d'exécution. Cependant, cette norme ne traite pas du nombre des essais, de la consistance des épreuves d'étude et de convenance. De plus, les exigences en matière de contrôle de réception des produits sont réduites au minimum (il n'y a aucun prélèvement conservatoire ni d'essai d'identification)...*

Les développements du présent guide FABEM 4, mais aussi ceux des autres guides FABEM auxquels il renvoie, complètent, en tant que de besoin, les normes européennes.

La série des six normes 1504-** relatives aux produits de réparation fait l'objet du mandat de la Communauté Européenne M/128, qui établit les conditions du marquage CE. Ces normes ont le statut de normes harmonisées (voir le site www.dpcnet.org/scr qui donne la liste des normes harmonisées).

Ces diverses normes de la série 1504-** renvoient en tant que de besoin à des normes d'essai EN-ISO ou EN. Ces normes d'essais remplacent en grande partie les normes d'essais de la série P18-8**. Cependant, certaines normes françaises d'essais de la série n'ont pas d'équivalent à l'échelon européen (voir le tableau ci-après).

Note : les projets de révision des normes NF EN 1504-2, NF EN 1504-3, NF EN 1504-7, NF EN 1504-8, NF EN 1504-10 ont été mis à l'enquête en 2014 et 2015, mais en dehors de la NF EN 1504-8 disponible depuis juin 2016, ces nouveaux textes ne sont pas encore approuvés. Ces projets s'appuient sur le Règlement Produits de Construction (RPC) qui

a remplacé la Directive Produit de construction (DPC) en 2013. Cette substitution a une incidence sur le contenu des normes et, tout particulièrement, sur l'introduction de l'EVCP et la modification de l'annexe ZA qui ne contient plus de modèle d'étiquette ni du sigle CE.

La mise en application de la norme **NF EN 1504-2** est facilitée par le guide d'application de l'**AFNOR GA P 18-902** (Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Recommandations pour la sélection des systèmes de protection de surface des bétons destinés aux ouvrages de génie civil) et la norme **NF P95-103** (Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie - Traitement des fissures et protection du béton – Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés).

2.1.2 Normes européennes de la série 1062-**

> **Les normes européennes de la série 1062-** comprennent :**

- une norme **NF EN 1062-1** commune à tous les produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs (neufs ou anciens, nus ou revêtus) et relative à la **classification** des propriétés et caractéristiques des systèmes de revêtement (des tableaux fixent des niveaux de performances pour chacune des caractéristiques physiques et esthétiques) ;

Note : cette norme non harmonisée concerne plutôt les produits et systèmes utilisés dans le domaine du bâtiment. Elle a introduit la classification dite GESVWAC explicitée dans le présent guide FABEM 4.

- des normes d'essai :
 - **NF EN 1062-3** relative à la détermination de la perméabilité à l'eau liquide,
 - **NF EN 1062-6** relative à la détermination de la perméabilité au dioxyde de carbone,
 - **NF EN 1062-7** relative à la détermination du comportement à la fissuration,
 - **NF EN 1062-11** relative aux méthodes de conditionnement avant essais.

La norme **NF EN 1062-1** s'est substituée entre 1999 et 2004 aux normes françaises homologuées **NF T 30-700**, **NF T 30-804** et **NF T 30-708** et aux normes françaises expérimentales **XP P 84-401**, **XP P 84-402** et **XP P 84-403**.

La mise en application de la norme **NF EN 1062-1** est facilitée par la norme française **NF T34-722** (Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs – Classification des revêtements de façade - Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs - Adaptation des revêtements de façade à la nouvelle classification européenne).

2.1 NORMES FRANÇAISES

> **Il s'agit :**

- des normes d'exécution de la série **NF P95-10*** sur la réparation et le renforcement des structures en béton et en maçonnerie listées dans le Tableau 1 ci-après ;

- des normes françaises homologuées ou expérimentales et des fascicules de documentation de la série **P18-8**** encore en vigueur et relatifs aux **produits spéciaux** destinés aux constructions en béton hydraulique listés dans le **Tableau 2** ci-après.

> **Les normes :**

- **NF P95-101** (Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie – Reprise du béton dégradé superficiellement – Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés [révisée à paraître en 2017])
- et **NF P95-103** (Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie - Traitement des fissures et protection du béton – Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés [2014])

prennent en compte les apports des normes européennes. Elles contiennent des dispositions qui n'apparaissent pas dans la norme **NF EN 1504-10** (comme la notion **d'épreuves d'étude et de convenue...**).

2.2.1 Normes de la série P95-10*

Note : la marque « Rév » indique les normes en cours de révision.

Type de norme	Norme	Date de publication	Observations
De spécifications, de travaux et de contrôle	NF P95-101 : Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie – Reprise du béton dégradé superficiellement – Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés.		Cette norme révisée devrait paraître en 2017
	« Rév » NF P95-102 : Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie – Béton projeté – Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés.	Avril 2002	En cours de révision.
	NF P95-103 : Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie - Traitement des fissures et protection du béton – Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés.	Juin 2014	
	« Rév » NF P95-104 : Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie - Spécifications relatives à la technique de précontrainte additionnelle.	Décembre 1992	En cours de révision. Consulter le guide FABEM 8

Tableau 1 : normes de la série **NF P95-1****

2.2.2 Normes de la série P18-8** relatives aux produits de réparation pour béton

La plupart des normes et fascicules de documentation de cette série ont été supprimés ; celles et ceux qui n'ont pas d'équivalence européenne restent en vigueur. Ils et elles figurent dans le tableau ci-après.

Les normes conservées sont incorporées dans le nouveau référentiel de la **Marque NF-produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique (règlement NF 030)** qui prend en compte les normes européennes de la série **NF EN1504-*****.

Type de norme	Normes de produits et d'essais	Date de publication	Observations
De performances (1) (essais)	NF P18-805 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Dosage en liant actif.	Février 2015	
	NF P18-807 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques - Perte au feu à + 450 degrés Celsius et teneur en cendres à + 950 degrés Celsius.	Novembre 1989	
	NF P18-810 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques - Détermination de la Durée Pratique d'Utilisation (DPU).	Décembre 2009. La DPU diffère du temps ouvert (NF EN12189)	
Produits de calage et de scellement			
De spécifications	NF P18-821 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits de calage et de scellement à base de liants hydrauliques – Caractères normalisés et garantis.	Août 2013	
	NF P18-822 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits de calage et de scellement à base de résines synthétiques – Caractères normalisés et garantis.	Décembre 2009	
De conception	FD P18-823 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits de scellement à base de liants hydrauliques ou de résines synthétiques – Recommandations pour le dimensionnement des scellements de barres d'armature dans le béton armé.	Octobre 2011	
De performances (1) (essais)	NF P18-832 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Produits de calage à base de liants hydrauliques – Essai d'aptitude à la mise en place.	Mai 2012	
	NF P18-833 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique - Produits de calage à base de résines synthétiques - Essai d'aptitude à la mise en place.	Août 2014	
Produits de protection de surface			
De performances (1) (essais)	NF P18-862 : Produits spéciaux destinés aux constructions en béton hydraulique – Essai de résistance à la pression ou contre pression hydrostatique sur éprouvettes à surface rugueuse ou lisse.	Parution 2017	À cause de risques de confusions, elle remplacera la norme NF P18-855 de 2016 qui était une compilation de 2 normes
Produits de collage			
De performances (1) (essais)	Sans objet		Plus de norme d'essai sur les produits de collage

Tableau 2 : normes de la série P18-8** encore en vigueur

Nota : (1) les essais de performance servent également à la sélection des produits.

2.2.3 Normes françaises relatives aux travaux de bâtiment (normes-DTU et NF DTU)

Type de norme	DTU	Norme	Date de publication	Observations
Travaux de gros œuvre				
Conception, calcul et exécution	20.1	NF DTU 20.1 : Travaux de bâtiment - Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques types - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux - Partie 2 : cahier des clauses administratives spéciales types - Partie 3 : guide pour le choix des types de murs de façades en fonction du site - Partie 4 : règles de calcul et dispositions constructives minimales.	Octobre 2008	
		NF DTU 20.1 P1-1/A1 : Travaux de bâtiment - Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques types.	Juillet 2012	
		NF DTU 20.1 P1-2/A1 : Travaux de bâtiment - Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux.	Juillet 2012	
		NF DTU 20.1 P3/A1 : Travaux de bâtiment - Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs - Partie 3 : guide pour le choix des types de murs de façades en fonction du site.	Juillet 2012	
		NF DTU 20.1 P4/A1 : Travaux de bâtiment - Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs - Partie 4 : règles de calcul et dispositions constructives minimales.	Juillet 2012	
	21	NF DTU 21 - Travaux de bâtiment - Exécution des ouvrages en béton - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques types - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux (CGM) - Partie 2 : cahier des clauses administratives spéciales types - Référence commerciale des parties P1-1, P1-2 et P2 du NF DTU 21	Juin 2017	
	23.1	NF P 18-210 (norme-DTU 23.1) : Travaux de bâtiment – Murs en béton banché – Cahier des clauses techniques.	Mai 1993	
	20.12	NF P10-203-1/A1 et A2 (norme-DTU 20.12) : Maçonnerie des toitures et d'étanchéité - Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité - Partie 1 : Cahier des clauses techniques.	Juillet 2000 et novembre 2007	

Type de norme	DTU	Norme	Date de publication	Observations
	13.3	NF P11-213 (norme-DTU 13.3) : Dallages - Conception, calcul et exécution - Partie 1 : cahier des clauses techniques des dallages à usage industriel ou assimilés - Partie 2 : cahier des clauses techniques des dallages à usage autre qu'industriel ou assimilés - Partie 3 : cahier des clauses techniques des dallages de maisons individuelles - Partie 4 : cahier des clauses spéciales.	Mars 2005	Voir les amendements 1/A1, 2/A1 et 3/A1 de mai 2007 NF DTU 13.3 en révision depuis mai 2017
Travaux d'enduits et revêtements d'imperméabilisation et/ou d'étanchéité sur cuvelages, murs et planchers intérieurs en béton				
Conception, travaux et contrôles	14.1	NF P11-221-1 (norme-DTU 14.1) : Travaux de bâtiment – Travaux de cuvelage – Partie 1 : Cahier des clauses techniques - Partie 2 : cahier des clauses spéciales	Mai 2000	
Travaux d'enduits et de revêtements d'imperméabilité sur parois extérieures et soubassements en béton				
Conception, travaux et contrôles	26.1	NF DTU 26.1 : Travaux de bâtiment - Travaux d'enduits de mortiers - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux - Partie 2 : cahier des clauses spéciales.	Avril 2008	Voir également le NF DTU 26.1/52.1
Travaux de chapes et dalles non structurales à base de liants hydrauliques sur sols intérieurs				
Conception, travaux et contrôles	26.2	NF DTU 26.2 : Travaux de bâtiment - Chapes et dalles à base de liants hydrauliques - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux - Partie 2 : cahier des clauses administratives spéciales types.	Avril 2008	
		NF DTU 26.2P1-1/A1 : Travaux de bâtiment - Chapes et dalles à base de liants hydrauliques - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux - Partie 2 : cahier des clauses administratives spéciales types.	Mai 2015	
		NF DTU 26.2P1-2/A1 : Travaux de bâtiment - Chapes et dalles à base de liants hydrauliques - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux.	Mai 2015	
		NF DTU 26.2P2/A1 : Travaux du bâtiment - Marchés privés - Chapes et dalles à base de liants hydrauliques - Partie 2 : cahier des clauses administratives spéciales types.	Mai 2015	
Travaux de revêtements coulés à base de résines synthétiques sur sols intérieurs en béton				
Conception, travaux et contrôles	54.1	NF DTU 54.1 : Travaux de bâtiment - Revêtements de sol coulés à base de résine de synthèse - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux - Partie 2 : cahier des clauses spéciales.	Janvier 2008	

Type de norme	DTU	Norme	Date de publication	Observations
Travaux de peinture sur parois extérieures et sols en béton neufs ou existants				
Conception, travaux et contrôles	59.1	NF DTU 59.1 : Travaux de bâtiment - Revêtements de peinture en feuil mince, semi-épais, ou épais - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques types - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux - Partie 2 : cahier des clauses administratives spéciales types	Juin 2013	
	42.1	NF DTU 42.1 : Travaux de bâtiment - Réfection de façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux - Partie 2 : cahier des clauses spéciales	Novembre 2007	
	59.3	NF P74-203-1 (norme-DTU 59.3) : Travaux de bâtiment - Peinture de sols - Partie 1 : cahier des clauses techniques - Partie 2 : cahier des clauses spéciales	Octobre 2000	Texte identique à celui de mai 1993
		NF P74-203-1/A1 : Partie 1 : Cahier des clauses techniques (amendement n°1).	Octobre 2000	

Tableau 3 : normes-DTU et NF DTU

2.2.4 Fascicules de documentation, guides d'emploi et normes françaises relatifs aux matériaux, à la protection des bétons et à la conception de certains ouvrages

Note : la marque « **Rév** » indique les normes en cours de révision.

Type de document	Fascicules de documentation, guides et normes	Date de publication	Observations
Fascicules de documentation et guides			
De spécifications et de conception	FD P18-011 : Béton - Définition et classification des environnements chimiquement agressifs - Recommandations pour la formulation des bétons.	Mars 2016	
	« Rév » FD P18-503 : Surfaces et parements du béton – Éléments d'identification.	Novembre 1989	En cours de révision,
	GA P 18-902 : Guide d'application - Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton – Recommandations pour la sélection des systèmes de protection de surface des bétons destinés aux ouvrages de génie civil.	Septembre 2014	{Cf. NF EN 1504-2}
	FD T30-808 : Peintures et vernis pour le bâtiment – guide relatif aux produits de peintures et systèmes de revêtement pour façade – revêtements minéraux, revêtements organiques.	Juillet 2016	

Type de document	Fascicules de documentation, guides et normes	Date de publication	Observations
Peintures et vernis			
De spécifications	NF T 36-005 : Peintures et vernis - Caractérisation des produits de peintures.	Juillet 2010	
	NF T 36-005/A1 : Peintures et vernis - Caractérisation des produits de peintures.	Novembre 2016	Amendement
	NF T 34-722 : Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs - Classification des revêtements de façade - Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs - Adaptation des revêtements de façade à la nouvelle classification européenne.	Novembre 2016	Norme révisée
	NF T30-608 : Peintures et vernis - Enduits de peinture pour travaux intérieurs et/ou extérieurs - Adaptation des enduits de peinture aux nouvelles normes européennes	Juillet 2010	
Matériaux pour mortiers et bétons			
De spécifications	NF A91-131 : Fils d'acier galvanisés à chaud - Spécification du revêtement de zinc.	Avril 1962	
	NF P15-318 : Liants hydrauliques - Ciments à teneur en sulfures limitée pour béton précontraint.	Septembre 2006	
	« Rév » NF P18-545 : Granulats - Éléments de définition, conformité et codification.	Septembre 2011	En cours de révision

Tableau 4 : normes et textes relatifs à la protection des bétons

2.2.5 Normes européennes transposées en normes françaises et relatives aux produits et systèmes de protection du béton et à leur mise en œuvre

Note : se reporter également à la norme NF EN 1504-2 ci-devant.

*Note : la marque « **Rév** » indique les normes en cours de révision.*

Type de document	Fascicules de documentation, guides et normes	Date de publication	Observations
Enduits minéraux et organiques et accessoires			
De spécifications, de conception et de contrôle	NF EN 998-1 : Définitions et spécifications des mortiers pour maçonnerie - Partie 1 : mortiers d'enduits minéraux extérieurs et intérieurs.	Décembre 2010, Décembre 2016	
	NF EN 13658-2 : Lattis et cornières métalliques - Définitions, exigences et méthodes d'essai - Partie 2 : enduits extérieurs	Août 2005	
	NF EN 13914-1 : Conception, préparation et application des enduits extérieurs et intérieurs - Partie 1 : enduits extérieurs.	Avril 2016	Utilisation nécessitant un document d'application nationale
	« Rév » NF EN 15824 : Spécifications pour enduits de maçonnerie organiques extérieurs et intérieurs.	Septembre 2009	Révision en cours de finalisation

Type de document	Fascicules de documentation, guides et normes	Date de publication	Observations
Matériaux pour mortiers et béton			
De spécifications, de conception et de contrôle	« <i>Rév</i> » NF EN 197-1 : Ciment - Partie 1 : composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants.	Avril 2012	Révision en cours
	NF EN 206 : Béton - Spécification, performances, production et conformité	Novembre 2014	Norme amendée et ratifiée à l'Europe en juillet 2016 (EN 206:2013 +A1:2016)
	NF EN 206/CN : Béton - Spécification, performance, production et conformité - Complément national à la norme NF EN 206	Décembre 2014	
	NF EN 934-1 : Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 1 : exigences communes.	Avril 2008	Voir aussi NF EN 934-2/IN1 - NF EN 934-2+ A1 et NF EN 934-5
	NF EN 1008 : Eau de gâchage pour bétons - Spécifications d'échantillonnage, d'essais et d'évaluation de l'aptitude à l'emploi, y compris les eaux des processus de l'industrie du béton, telle que l'eau de gâchage pour béton.	Juillet 2003	Voir le fascicule 65 du CCTG
	« <i>Rév</i> » NF EN 12620+A1 : Granulats pour béton et NF EN 12620/IN1 (corrections)	Juin 2008	Révision NF EN 12620 en cours Voir NF P18-545 et les normes relatives aux granulats légers
	« <i>Rév</i> » NF EN 13139 : Granulats pour mortiers	Janvier 2003	En cours de révision
	NF EN 14889-1 : Fibres pour béton - Partie 1 : fibres d'acier - Définitions, spécifications et conformité.	Novembre 2006	
NF EN 14889-2 : Fibres pour béton - Partie 2 : fibres de polymère - Définition, spécifications et conformité.	Novembre 2006		
Mise en œuvre des mortiers et bétons			
De spécifications, de conception et de contrôle	NF EN 13670 : Exécution des structures en béton	Février 2013	
	NF EN 13670/CN : Exécution des structures en béton - Complément national à la NF EN 13670	Février 2013	(Voir aussi le fascicule 65 du CCTG)
	NF EN 14487-1 : Béton projeté - Partie 1 : définitions, spécifications et conformité.	Mars 2006	
	NF EN 14487-2 : Béton projeté - Partie 2 : exécution.	Août 2007	
Matériaux de chapes			
Spécifications, de conception et de contrôle	« <i>Rév</i> » NF EN 13813 : Matériaux de chape et chapes - Matériaux de chapes - Propriétés et exigences	Juin 2003	En cours de révision depuis 2015

Type de document	Fascicules de documentation, guides et normes	Date de publication	Observations
Produits de peinture et systèmes de revêtement			
Spécifications, de conception et de contrôle	NF EN 13300 : Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de peinture en phase aqueuse pour murs et plafonds intérieurs - Classification.	Février 2002	
	NF EN 16566 : Peintures et vernis - Enduits de peintures pour travaux intérieurs et/ou extérieurs - Adaptation des enduits aux normes européennes.	Juillet 2014	

Tableau 5 : normes européennes et françaises relatives aux produits et systèmes de protection des bétons

2.2.6 Normes internationales européennes et françaises d'essais et fascicules de documentation

Le tableau liste des normes et fascicules de documentation visés dans le **guide FABEM 4** relatifs essentiellement aux essais et contrôles.

2.2.6.1 Normes internationales transposées

Type de document	Norme	Date de valeur	Observations
Essais et contrôles	NF EN ISO 140-6 : Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 6 : mesurage en laboratoire de la transmission des bruits de choc par les planchers.	Décembre 1998. Abrogation mars 2013	Remplacée par la série : NF EN ISO 10140-1 à 5 Acoustique - Mesurage en laboratoire de l'isolation acoustique des éléments de construction
	NF EN ISO 787-7 : Méthodes générales d'essai des pigments et matières de charge - Partie 7 : détermination du refus sur tamis - Méthode à l'eau - Méthode manuelle.	Décembre 2009	
	NF EN ISO 787-18 : Méthodes générales d'essai des pigments et matières de charge - Partie 18 : détermination du refus sur tamis - Méthode mécanique avec liquide d'entraînement.	Octobre 1995	
	NF EN ISO 868 : Plastiques et ébonite - Détermination de la dureté par pénétration au moyen d'un duromètre (dureté Shore).	Juillet 2003	
	NF EN ISO 1524 : Peintures, vernis et encres d'imprimerie - détermination de la finesse de broyage.	Avril 2013	Version juin 2002 annulée le 06/04/2013
	NF EN ISO 2409 : Peintures et vernis - Essai de quadrillage.	Avril 2013	Précédentes versions annulées
	NF EN ISO 2808 : Peintures et vernis - Détermination de l'épaisseur du feuil.	Avril 2007	

Type de document	Norme	Date de valeur	Observations
	NF EN ISO 2812-1 : Peintures et vernis – Détermination de la résistance aux liquides – Partie 1 : immersion dans des liquides autres que l'eau.	Avril 2007	
	NF EN ISO 2812-2 : Peintures et vernis – Détermination de la résistance aux liquides – Partie 2 : méthode par immersion dans l'eau.	Avril 2007	Voir aussi les parties : 3, 4 et 5.
	NF EN ISO 2813 : Peintures et vernis - Détermination de l'indice de brillance à 20°, 60° et 85°.	Novembre 2014	
	NF EN ISO 3233-1 : Peintures et vernis - Détermination du pourcentage en volume de matière non volatile - Partie 1 : méthode utilisant un panneau d'essai revêtu pour déterminer la matière non volatile et pour déterminer la masse volumique du feuil sec par le principe d'Archimède.	Février 2013	
	NF EN ISO 3233-2 : Peintures et vernis - Détermination du pourcentage en volume de matière non-volatiles - Partie 2 : méthode utilisant la teneur en matière non volatile déterminée conformément à l'ISO 3251 et la masse volumique du feuil sec par le principe d'Archimède sur des panneaux d'essai revêtus.	Août 2014	
	NF EN ISO 3274 : Spécification géométrique des produits (GPS) – État de surface : méthode du profil – Caractéristiques nominales des appareils de contact (palpeur)	Mars 1998	Caractéristiques des appareils de mesure de la rugosité et l'ondulation de surface
	NF EN ISO 3668 : Peintures et vernis – Comparaison visuelle de la couleur des peintures.	Mai 2003	
	NF EN ISO 3868 : Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques - Mesurage de l'épaisseur - Méthode basée sur le principe de Fizeau d'interférométrie à faisceaux multiples.	Avril 1995	
	NF EN ISO 4288 : Spécification géométrique de produits (GPS) – État de surface : méthode du profil – Règles de procédures pour l'évaluation de l'état de surface.	Mars 1998	
	NF EN ISO 4618 : Peintures et vernis - Termes et définitions.	Novembre 2014	
	NF EN ISO 4624 : Peintures et vernis – Essai de traction.	Juin 2016	(Cf. XP P 18-852 et NF EN 1542)
	NF EN ISO 4628-1 : Peintures et vernis - Évaluation de la dégradation des revêtements - Désignation de la quantité et de la dimension des défauts et de l'intensité des changements uniformes d'aspect - Partie 1 : introduction générale et système de désignation.	Mars 2016	
	NF EN ISO 4628-2 : Peintures et vernis - Évaluation de la dégradation des revêtements - Désignation de la quantité et de la dimension des défauts et de l'intensité des changements uniformes d'aspect - Partie 2 : évaluation du degré de cloquage	Mars 2016	

Type de document	Norme	Date de valeur	Observations
	NF EN ISO 4628-4 : Peintures et vernis - Évaluation de la dégradation des revêtements - Désignation de la quantité et de la dimension des défauts et de l'intensité des changements uniformes d'aspect - Partie 4 : évaluation du degré de craquelage.	Mars 2016	
	NF EN ISO 4628-5 : Peintures et vernis - Évaluation de la dégradation des revêtements - Désignation de la quantité et de la dimension des défauts et de l'intensité des changements uniformes d'aspect - Partie 5 : évaluation du degré d'écaillage	Mars 2016	
	NF EN ISO 4628-6 : Peintures et vernis - Évaluation de la dégradation des revêtements - Désignation de la quantité et de la dimension des défauts et de l'intensité des changements uniformes d'aspect - Partie 6 : évaluation du degré de farinage par la méthode du ruban adhésif.	Octobre 2011	
	NF EN ISO 4628-7 : Peintures et vernis - Évaluation de la dégradation des revêtements - Désignation de la quantité et de la dimension des défauts et de l'intensité des changements uniformes d'aspect - Partie 7 : évaluation du degré de farinage par la méthode du morceau de velours.	Mars 2016	
	NF EN ISO 5470-1 : Supports textiles revêtus de caoutchouc ou de plastique - Détermination de la résistance à l'usure - Partie 1 : appareil d'essai d'abrasion Taber.	Août 1999	
	NF EN ISO 5470-2 : Supports textiles revêtus de caoutchouc ou de plastique - Détermination de la résistance à l'usure - Partie 2 : appareil d'essai d'abrasion Martindale.	Mai 2004	
	NF EN ISO 6272-1 : Peintures et vernis - Essais de déformation rapide (résistance au choc) - Partie 1 : essai de chute d'une masse avec pénétrateur de surface importante.	Octobre 2011	
	NF EN ISO 6272-2 : Peintures et vernis - Essais de déformation rapide (résistance au choc) - Partie 2 : essai de chute d'une masse avec pénétrateur de surface réduite.	Octobre 2011	
	NF EN 12390-8 : Essai pour béton durci - Profondeur de pénétration d'eau sous pression.	Avril 2012	
	NF EN ISO 7783 : Peintures et vernis - Détermination des propriétés de transmission de la vapeur d'eau - Méthode de la coupelle.	Décembre 2011	Elle remplace les normes NF EN ISO 7783- parties 1 & 2 (annulées)
	ISO 8047 : Béton durci - détermination de la vitesse du son.		N'existe pas, voir la norme anglaise BS 1881
	NF EN ISO 10456 : Matériaux et produits pour le bâtiment - propriétés hygrothermiques - Valeurs utiles tabulées et procédures pour la détermination des valeurs thermiques déclarées et utiles.	Juin 2008	Remplace la norme NF EN 12524 abrogée

Tableau 6 : normes ISO transposées

2.2.6.2 Normes européennes transposées

Note : la marque « Rév » indique les normes en cours de révision.

Type de document	Norme	Date de valeur	Observations
Essais et contrôles	NF EN 433 : Revêtements de sol résilients - Détermination du poinçonnement rémanent après application d'une charge statique.	Octobre 1994. Abrogation avril 2012	Elle est remplacée par la NF EN ISO 24343-1 d'avril 2012
	NF EN 1015-11 : Méthodes d'essai des mortiers pour maçonnerie - Partie 11 : détermination de la résistance en flexion et en compression du mortier durci.	Septembre 2000	Amendée en mai 2007 (voir NF EN 1015-11/A1)
	NF EN 1015-12 : Méthodes d'essai des mortiers pour maçonnerie - Partie 12 : détermination de l'adhérence des mortiers d'enduit durcis appliqués sur supports.	Juillet 2016	
	NF EN 1015-17 : Méthodes d'essai des mortiers pour maçonnerie - Partie 17 : détermination de la teneur en chlorure soluble des mortiers frais.	Février 2001	Amendée en 2005 (voir NF EN 1015-17/A1)
	NF EN 1015-18 : Méthodes d'essai des mortiers pour maçonnerie - Partie 18 : détermination du coefficient d'absorption d'eau par capillarité du mortier durci.	Mai 2003	
	NF EN 1015-19 : Méthodes d'essai des mortiers pour maçonnerie - Partie 19 : détermination de la perméabilité à la vapeur d'eau des mortiers d'enduits durcis.	Octobre 1999	Amendée en 2005 (voir NF EN 1015-19/A1)
	NF EN 1015-21 : Méthodes d'essai des mortiers pour maçonneries - Partie 21 : détermination de la compatibilité des mortiers d'enduit extérieur monocouche avec les supports.	Mai 2003	
	NF EN 1062-1 : Produits et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs - Partie 1 : classification.	Octobre 2004	Voir également la norme de liaison NF T34-722
	NF EN 1062-3 : Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs - Partie 3 : détermination et classification de la perméabilité à l'eau liquide.	Mai 2008	
	NF EN 1062-6 : Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs - Partie 6 : détermination de la perméabilité au dioxyde de carbone	Novembre 2002	
	NF EN 1062-7 : Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie et béton extérieurs - Partie 7 : détermination du comportement à la fissuration	Août 2004	
	NF EN 1062-11 : Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de revêtement pour maçonnerie et béton extérieurs - Partie 11 : méthodes de conditionnement avant essais	Novembre 2002	

Type de document	Norme	Date de valeur	Observations
	NF EN 1542 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essais - Mesurage de l'adhérence par traction directe.	Juillet 1999	Marchés, travaux et contrôles (Cf. série P 18-852, NF EN ISO 4624)
	NF EN 1745 : Maçonnerie et éléments de maçonnerie - Méthodes pour la détermination des propriétés thermiques.	Juillet 2012	
	NF EN 1766 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essais - Bétons de référence pour essais.	Avril 2017	
	NF EN 1770 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essais.	Juin 1998	
	« Rév » NF EN 1881 : Produits et systèmes de protection et de réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Essai des produits de scellement d'ancrage par la méthode de l'arrachement.	Juillet 2007	En cours de révision (depuis 2016)
	NF EN 1992-1-1 : Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments.	Octobre 2005	Voir 1992-1-1/A1, 1992-1-1/NA et un guide d'application FD P18-717
	NF EN 2813 : Peintures et vernis - Détermination de l'indice de brillance à 20 °, 60 ° et 85 °	Novembre 2014	
	NF EN 12086 : Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment - Détermination des propriétés de transmission de la vapeur d'eau.	Mai 2013	
	NF EN 12190 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essais - Détermination de la résistance à la compression pour les mortiers de réparation.	Décembre 1998	
	« Rév » NF EN 12390-7 : Essai pour béton durci - Partie 7 : masse volumique du béton durci.	Avril 2012	En cours de révision (depuis 2017)
	« Rév » NF EN 12390-8 : Essai pour béton durci - Partie 8 : profondeur de pénétration de l'eau sous pression.	Avril 2012	En cours de révision (depuis 2017), Voir aussi la norme ISO 7031
	« Rév » NF EN 12504-1 : Essais pour béton dans les structures - Partie 1 : carottes - Prélèvement, examen et essais en compression.	Avril 2012	En cours de révision (depuis 2017), Marchés, travaux et contrôles (Cf. ISO 2808)
	NF EN 12504-2 : Essais pour béton dans les structures - Partie 2 : essais non destructifs - Détermination de l'indice de rebondissement.	Mars 2013	
	NF EN 12504-3 : Essais pour béton dans les structures - Partie 3 : détermination de la force d'arrachement.	Juin 2005	
	NF EN 12504-4 : Essais pour béton dans les structures - Partie 4 : détermination de la vitesse de propagation du son.	Mai 2005	

Type de document	Norme	Date de valeur	Observations
	NF EN 12524 : Matériaux et produits pour le bâtiment. Propriétés hygrothermiques. Valeurs utiles tabulées.	Septembre 2000. Abrogée en 2008	23. Remplacée par la norme NF EN ISO 10456
	NF EN 12617-1 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Partie 1 : détermination du retrait linéaire des polymères et des systèmes de protection de surface (SPS).	Octobre 2003	
	NF EN 12617-4 : Produits et systèmes de protection et de réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Partie 4 : détermination du retrait et du gonflement.	Novembre 2002	
	NF EN 12664 : Performance thermique des matériaux et produits pour le bâtiment - Détermination de la résistance thermique par la méthode de la plaque chaude gardée et la méthode fluxmétrique - Produits secs et humides de moyenne et basse résistance thermique.	Juillet 2001	
	NF EN 13036-1 : Caractéristiques de surface des routes et aéroports - Méthodes d'essai - Partie 1 : mesurage de la profondeur de macro-texture de la surface d'un revêtement à l'aide d'une technique volumétrique à la tache.	Septembre 2010	
	NF EN 13036-4 : Caractéristiques de surface des routes et aéroports - Méthode d'essai - Partie 4 : méthode d'essai pour mesurer l'adhérence d'une surface : l'essai au pendule	Mars 2012	
	NF EN 13057 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Détermination de l'absorption capillaire.	Décembre 2002	
	NF EN 13295 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Détermination de la résistance à la carbonatation.	Octobre 2004	
	NF EN 13395-4 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Détermination de la maniabilité - Partie 4 : application de mortier de réparation en sous-face.	Décembre 2002	
	NF EN 13412 : Produits et systèmes de protection et de réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Détermination du module d'élasticité en compression.	Décembre 2006	
	NF EN 13501-1/IN1 : Classement au feu des produits et éléments de construction - Partie 1 : classement à partir des données d'essais de réaction au feu.	Février 2013	
	NF EN 13501-1 + A1 : Classement au feu des produits et éléments de construction - Partie 1 : classement à partir des données d'essais de réaction au feu.	Février 2013	(Cf. aussi NF EN 13-501-2)
	NF EN 13501-2 + A1 : Classement au feu des produits et éléments de construction - Partie 2 : classement à partir des données d'essais de résistance au feu à l'exclusion des produits utilisés dans les systèmes de ventilation.	Juillet 2016	

Type de document	Norme	Date de valeur	Observations
	NF EN 13529 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Résistance aux fortes attaques chimiques.	Janvier 2004	
	NF EN 13579 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Essai de séchage pour l'imprégnation hydrofuge.	Décembre 2002	
	NF EN 13580 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Absorption d'eau et résistance aux alcalis pour imprégnations hydrofuges.	Décembre 2002	
	NF EN 13581 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthode d'essai - Détermination de la perte de masse après la méthode d'essai de gel-dégel d'un béton hydrofuge.	Décembre 2002	
	NF EN 13687-1 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Détermination de la compatibilité thermique - Partie 1 : cycles de gel-dégel avec immersion dans des sels de déverglaçage.	Décembre 2002	
	NF EN 13687-2 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Détermination de la compatibilité thermique - Partie 2 : cycles d'averses d'orage (choc thermique).	Décembre 2002	
	NF EN 13687-3 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Détermination de la compatibilité thermique - Partie 3 : cycles thermiques sans immersion dans des sels de déverglaçage.	Décembre 2002	
	NF EN 13687-4 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Détermination de la compatibilité thermique - Partie 4 : cycles thermiques à sec.	Décembre 2002	
	NF EN 13687-5 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essai - Détermination de la compatibilité thermique - Partie 5 : résistance au choc de température.	Décembre 2002	
	NF EN 13914-1 : Conception, préparation et application des enduits extérieurs - Partie 1 : enduits extérieurs.	Avril 2016	
	NF EN 14629 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essais - Mesurage du taux de chlorure d'un béton durci.	Juillet 2007	
	NF EN 14630 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton - Méthodes d'essais - Mesurage de la profondeur de carbonatation d'un béton armé par la méthode phénophtaléine.	Février 2007	

Tableau 7 : normes d'essai européennes transposées

2.2.7 Normes françaises

Note : la marque « **Rév** » indique les normes en cours de révision.

Type de document	Norme	Date de valeur	Observations
Essais et contrôles	XP P18-420 : Béton - Essai d'écaillage des surfaces de béton durci exposées au gel en présence d'une solution saline	Mai 2012	
	« Rév » NF P 18-454 : Béton – Réactivité d'une formule de béton vis-à-vis de l'alcali-réaction – Essai de performance.	Décembre 2004	Norme en cours de révision
	NF T 30-304 : Revêtements organiques - Peintures et vernis - Essai de lessivabilité.	Février 2004	
	NF T 34-554-1 : Peintures et vernis - Système de peinture anticorrosion - Stabilité dans le temps des caractéristiques colorimétriques d'une peinture de finition pour ouvrage métallique - Partie 1 : critères de performances.	Novembre 2008	
	NF T 34-554-2 : Peintures et vernis - Systèmes de peinture anticorrosion. Stabilité dans le temps des caractéristiques colorimétriques d'une peinture de finition pour ouvrage métallique- Partie 2 : détermination sur ouvrage en service	Mai 1998	
	XP P 18-420 : Béton - Essai d'écaillage des surfaces de béton durci exposées au gel en présence d'une solution saline.	Mai 2012	

Tableau 8 : normes d'essai françaises

Nota : la procédure de mise en œuvre de l'appareil BT-CRIS se trouve dans le guide technique du LCPC de 2002.

2.2.8 Guides des agréments techniques européens (GATE ou ETAG)

Note : les SEL n'étant pas normalement visées dans le présent guide, les GATE ou ETAG ci-dessous n'auraient pas dû être visés non plus. Cependant, ils présentent un intérêt technique certains sur la démarche de sélection des produits et systèmes, c'est la raison pour laquelle, ils sont listés dans le tableau ci-après.

Type de norme	Guides (GATE ou ETAG)	Date de publication	Observations
De spécifications, de conception et de contrôle	27. ETAG 005 : systèmes d'étanchéité liquide pour toitures.	2004	28.
	29. ETAG 022 parties 1, 2 et 3 : systèmes d'étanchéité des planchers et murs de locaux humides (SEL, Feuilles préfabriquées et planchers naturellement imperméables).	2010	30. Concerne les étanchéités par SEL et autres produits et systèmes
	31. ETAG 033 : Systèmes d'étanchéité liquides pour ouvrages de génie civils et ponts	2010	32.

Tableau 9

2.2.9 Marque NF – produits spéciaux destinées aux constructions en béton hydraulique (pour mémoire)

La **Marque-NF030** recouvre exactement l'ensemble des produits relevant des normes de la série **P 18-8**** et des normes de la série **1504-**** concernant les produits de réparation du béton. Elle garantit :

- la conformité du produit certifié aux exigences de la norme de spécifications (les caractères normalisés garantis) à laquelle elle se réfère ;
- l'existence, dans la chaîne de production et de distribution, d'une organisation de la qualité reconnue.

Pour de plus amples détails, il faut se référer au **règlement de la marque** référencé **NF 030**.

> Rappels :

- les caractères normalisés peuvent comporter plusieurs niveaux ou classes de performance... Les valeurs correspondantes figurent obligatoirement dans la notice technique du produit et peuvent figurer sur l'étiquette de marquage ;
- la marque NF peut se superposer à un marquage CE si le produit satisfait à des exigences supplémentaires ou à une organisation de la qualité plus élevée que celle fixée par la norme européenne.

Remarque : à ce jour, la marque-NF030 ne traite pas des produits et systèmes pour la protection des bétons.

2.2.10 Certification ACQPA des systèmes de peintures pour béton (pour mémoire)

L'**ACQPA**, qui gérait la certification des peintures anticorrosion, traite aussi, depuis le 16 novembre 2005, de la **certification des peintures pour béton**. Un **comité de certification des produits** a été mis en place et un **règlement particulier** a été créé. Le secrétariat de cette association est assuré par l'**IFSTTAR ex-LCPC**.

Cette première certification de l'**ACQPA** ne couvre pas les aspects de protection au sens de la norme **NF EN 1504-2**. Elle remplace la **procédure du LCPC de qualification des systèmes de peintures** et couvre les **fonctions** suivantes :

- l'aspect ;
- la sécurité (les couleurs améliorent la signalisation) ;
- le confort des usagers (teintes claires pour les tunnels) ;
- la facilité de nettoyage ;
- l'économie d'énergie sur l'éclairage (teintes claires dans les tunnels) ;
- l'amélioration de la protection du béton (imperméabilité contre les ruissellements et les condensations).

> Deux classes d'environnement sont prises en compte :

- classe V : peintures exposées au rayonnement solaire ;
- classe I : peintures non exposées au rayonnement solaire.

> **Deux types de systèmes de peintures sont pris en compte :**

- les systèmes à 2 couches (épaisseur de 300 à 500 µm) ;
- les systèmes à 3 couches (épaisseur de 350 à 500 µm).

> **Les systèmes de peinture certifiés par l'ACQPA concernent le domaine du génie civil :**

- les tunnels ;
- les ponts...

Remarque : sont exclus : les bâtiments, les parcs de stationnement, les supports horizontaux avec rétention d'eau.

En 2017, la certification ACQPA vient de s'étendre à la protection des bétons afin d'assurer les fonctions (au sens du GA P18-902) de protection contre les risques de pénétration (de l'eau, du CO₂, de la vapeur d'eau et des chlorures) ainsi que des fonctions optionnelles (nettoyage à l'eau sous-pression, stabilité à la lumière...)

ATTENTION, il convient de s'assurer, en consultant le règlement V12 de cette certification, quelles sont les fonctions couvertes et les niveaux 1 ou 2 de performance correspondants retenus.

Il faut noter que cette certification, en cohérence avec le fascicule 65 du CCTG, tient compte des classes d'expositions au sens de la norme NF EN 206/CN ce que ne fait pas la norme NF EN 1504-2.

Fascicule	Date de valeur	Observations
Fascicule 65 A : Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint par post-tension.	33. Abrogation	34. Marchés, travaux et contrôles
Additif au fascicule 65 A : Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint par post-tension.	35. Abrogation	36.
Fascicule 65 : Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé ou en béton précontraint par post-tension.	37. 2008	38. Révision achevée du texte de 2008. Nouveau texte disponibles sur le site du CEREMA

Tableau 10

Document	Date de valeur	Observations
Guide de l'AFGC : Conception des bétons pour une durée de vie donnée des ouvrages.	Juillet 2004	
Guide de l'AFGC : Réhabilitation du béton armé dégradé par la corrosion.	Novembre 2003	
Collection technique Cimbéton : n° T. 48 bétons et ouvrages d'art - Durabilité du béton	Novembre 2004	
Collection technique Cimbéton : n° T. 81 béton armé d'inox - Le choix de la durée.	Avril 2004	
Note d'information technique du LCPC : Mise en peinture des bétons du génie civil	Avril 1978	
Guide technique LCPC : Défauts d'aspect des parements en béton.	1991	(Cf. FD P 18-503)
Guide technique LCPC-SETRA : Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton.	Août 1996	
Guide technique LCPC : Mise en peinture des bétons de génie civil.	Juin 1999	
Guide technique LCPC : Protection des bétons par application de produits à la surface du parement.	Décembre 2002	
Manuel du LCPC : Manuel d'identification des réactions de dégradation interne du béton dans les ouvrages d'art	Février 1999	
Guide méthodologique LCPC : Aide à la gestion des ouvrages atteints de réactions de gonflement interne	Novembre 2003	
Recommandations provisoires du LCPC pour la protection et la réparation des ouvrages atteints de réaction de gonflement interne du béton	Octobre 2010	
Guide SETRA, SNCF, TP de France et SNBATI : Mise en œuvre des Plans d'Assurance de la Qualité - Exécution des ouvrages en béton armé et en béton précontraint	Décembre 1991	Nécessite quelques adaptations
Guide de rédaction d'un PAQ - Plan d'Assurance Qualité - STRRES	Septembre 2000	
Guides du STRRES : FABEM 1, 2, 3, 5, 6, 7 et 8 + FAFO 1		Téléchargement sur le site : www.strres.org
Guide Untec et FFB : Guide pratique pour l'établissement des devis descriptifs et quantitatifs (peinture, peinture de sol, SEL, façades...)	2007	
Annales de l'ITBTP : Recommandations professionnelles pour l'exécution des reprises de bétonnage (document CEBTP/FFB/Sétra de 2000)	Février 2001	
Cahier 3509 du CSTB relatif au classement UPEC des sols en résines, en pierres reconstituées, en caoutchouc...	Novembre 2004	

Tableau 11

Document	Observations
Directive Produits de Construction 89/106/CEE du 21 décembre 1988	Abrogation
Règlement Produits de Construction (UE) n°305/2011 du 9 mars 2011	Mise en application le 01 juillet 2013
Arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement.	J O du 31 décembre 2002
Arrêté du 22 mars 2004 relatif à la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages.	J O du 1er avril 2004
Assurance Construction : Loi 78-12 du 4 janvier 1978 modifiée (articles 1792, 1792-1, 1792-2, 1792-3, 1792-4, 1792-5, 1792-6 et 2270 du Code Civil).	JO du 5 janvier 1978 et mises à jour
Étiquetage des produits et préparations : <ul style="list-style-type: none"> • Ancienne : des 20 avril et 9 novembre 1994 (abrogation le 1 juin 2015) • Nouvelle dite CLP basée sur le règlement CE n°1272/2008 du 16 décembre 2008. 	

Tableau 12



Le comité de pilotage du guide révisé « Protection des bétons » [FABEM 4 – version 2] était composé de :

Christian TRIDON, président du STRRES
Bernard FARGEOT, président d'honneur du STRRES
Gérard COLLE, vice-président d'honneur du STRRES
Jean-Pierre GADRET, vice-président d'honneur du STRRES
Hubert LABONNE, vice-président d'honneur du STRRES
Didier CHABOT, SOGEA IDF Hydraulique
Gil CHARTIER, RCA
Christian TOURNEUR, FREYSSINET
Jeanne NGO BIBINDE, FNTF
Régis DORBESSAN, OPPBTP
Patrick MOUTEL, OPPBTP
Michel FRAGNET, expert
Yves PICARD, expert

Le guide **FABEM 4 – version 2** a été rédigé par :
Daniel POINEAU, expert

Ce document a été réalisé avec le concours
de la Fédération Nationale des Travaux Publics (FNTF).



