

**CDC-LHM**  
**CAHIER DES CHARGES**

Concernant les travaux de

**RÉPARATION ET DE PROTECTION DES BÉTONS À L'AIDE DE  
LIANTS HYDRAULIQUES MODIFIÉS**

**TABLE DES MATIÈRES**

<b>1</b>	<b>PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES .....</b>	<b>3</b>
1.1	Qualification de l'entreprise et du personnel .....	3
1.2	Produits .....	3
1.3	Livraison étiquetage.....	5
1.4	Transport, manutention, stockage.....	5
1.5	Matériel .....	6
1.6	Mise en œuvre des produits.....	6
1.6.1	Généralités .....	6
1.6.2	Souillures, évacuation des déchets .....	7
1.6.3	Conditions extérieures d'exécution.....	8
1.6.4	Dosage et mélange des constituants .....	8
1.7	Instructions d'exécution .....	9
1.8	Contrôle des travaux de réparation .....	9
1.8.1	Généralités .....	9
1.8.2	Consistance .....	10
1.8.3	Auscultation au marteau .....	10
1.8.4	Résistance caractéristique à la compression .....	10
1.8.5	Essais d'adhérence .....	10
1.8.6	Degré de serrage.....	11
1.9	Plan « as-built » .....	11
1.10	Protections .....	11
1.10.1	Dispositions générales.....	11
1.10.2	Protection des O.P.....	12
1.10.3	Protection des préparations de support.....	12
1.10.4	Protection des produits appliqués .....	12
1.11	Sécurité sur chantier .....	12
1.12	Contrôle interne à la chaîne de fabrication.....	13
1.13	Pièces à remettre par le soumissionnaire .....	13
1.14	Pièces à remettre par l'adjudicataire .....	13
1.15	Essais préliminaires.....	13
1.16	Décompte .....	14
1.17	Moins values .....	14
1.18	Analyse des prix .....	14
1.19	Remarques .....	14
<b>2</b>	<b>EXAMEN DES SURFACES À RÉPARER, ÉTAT DES LIEUX.....</b>	<b>14</b>

<b>3</b>	<b>PRÉPARATION DES SUPPORTS</b> .....	<b>15</b>
3.1	<b>Prescriptions générales</b> .....	<b>15</b>
3.2	<b>Préparation des supports béton</b> .....	<b>15</b>
3.2.1	Abrasifs .....	16
3.2.2	Préparation en surface des supports béton .....	16
3.2.3	Elimination en épaisseur des bétons .....	17
3.3	<b>Préparation des supports acier</b> .....	<b>18</b>
3.4	<b>Dépoussiérage</b> .....	<b>19</b>
3.5	<b>Acceptation des préparations de support</b> .....	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX RÉPARATIONS AVEC DES L.H.M.</b> .....	<b>19</b>
4.1	<b>Système d'ensemble</b> .....	<b>19</b>
4.2	<b>Travaux de préparation</b> .....	<b>20</b>
4.3	<b>Protection des armatures</b> .....	<b>20</b>
4.4	<b>Couches d'accrochage</b> .....	<b>20</b>
4.5	<b>Couches de ragréage</b> .....	<b>20</b>
4.6	<b>Micro-mortiers de protection</b> .....	<b>21</b>
4.7	<b>Chapes minces et chapes de reprofilage</b> .....	<b>21</b>
4.8	<b>Travaux de finition</b> .....	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>SYSTÈMES DE PROTECTION</b> .....	<b>22</b>
5.1	<b>Classes de protection</b> .....	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>QUALITE D'ASPECT</b> .....	<b>24</b>
6.1	<b>Prescriptions générales</b> .....	<b>24</b>
6.2	<b>Critères de la qualité d'aspect</b> .....	<b>24</b>
6.2.1	Critères de teinte .....	24
6.2.2	Critères de texture .....	25
6.2.3	Tolérances de forme.....	25
<b>7</b>	<b>ANNEXES</b> .....	<b>26</b>
7.1	<b>Tableaux</b> .....	<b>26</b>
7.1.1	Tableau 1 - Procédés de préparation en surface de supports béton .....	26
7.1.2	Tableau 2 - Procédés de préparation en surface de supports aciers .....	27
7.1.3	Tableau 3 - Exigences aux mortiers de réparation LHM .....	28
7.1.4	Tableau 4 - Exigences aux systèmes de protection des bétons .....	31

# 1 PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

Le présent cahier des charges définit d'une façon générale, les règles applicables pour les travaux de réparation et de protection de bétons à l'aide de liants hydrauliques modifiés sur ouvrages d'art. Toute réparation fait appel à un ensemble constitué d'une part, d'un système de matériaux et d'autre part, d'un système de procédures et de matériel de mise en œuvre. L'ensemble des travaux de reprise du béton dégradé doit bénéficier d'un plan d'assurance de la qualité (PAQ).

Dans le cas de défaut ou d'insuffisance de prescriptions pour un certain produit, matériel ou procédé de préparation, de réparation et de protection dans le marché, les travaux doivent être exécutés conformément à une norme ou recommandation européenne et/ou l'ensemble (produits, matériel et procédé) doit bénéficier de l'approbation d'un organisme officiel agréé par Ponts et Chaussées. Dans le cas de contradictions, les prescriptions du présent C.D.C. font foi, sauf accord de l'ingénieur responsable de l'Administration.

## 1.1 Qualification de l'entreprise et du personnel

L'ensemble des travaux de réparation et de protection des bétons exige un maniement de spécialiste de l'appareillage et des produits utilisés, qui doit être exécuté par une main d'œuvre très spécialisée et en employant un appareillage fiable et de haute qualité. L'exécution des travaux est à surveiller par un responsable confirmé qui doit avoir suivi avec succès un stage et un examen auprès d'un institut reconnu par Ponts & Chaussées, sur les travaux de préparation, de réparation et de protection des bétons et des armatures, ainsi que sur la manipulation des matériaux et matériels requis. Le chef d'équipe doit être présent en permanence pour toute opération se rapportant à ces travaux.

Les travaux ne peuvent être exécutés que par des équipes spécialisées et qualifiées qui doivent faire preuve d'une formation et d'une expérience suffisantes, ce dont l'Administration est seule juge. Le responsable du P.A.Q. doit posséder une formation et une expérience spécifiques en relation avec les travaux du marché. L'Entrepreneur, ou son sous-traitant, doit être en mesure de prouver que son personnel possède les qualifications exigées. Le personnel est à présenter à l'approbation de l'Administration.

## 1.2 Produits

Chaque matériau doit être non-corrosif et compatible avec les autres (compatibilité physico-chimique), ainsi qu'avec les supports respectifs et avec toute autre matière avec laquelle il peut entrer en contact.

Les différents produits du système de réparation et de protection des bétons seront livrés par le même formulateur d'une part, afin d'avoir des garanties concernant la compatibilité entre les matériaux et d'autre part, pour disposer d'informations précises relatives aux modalités d'application des diverses couches du système de réparation et de protection. Les différents produits doivent constituer un système d'ensemble compatible et disposant de résultats précis quant aux performances mécaniques, physiques et chimiques. Les propriétés ainsi que les exigences des différents matériaux à mettre en œuvre dans le cadre des travaux visés par le présent CDC sont définies dans l'annexe 7.1.3 respectivement 7.1.4.

La production de systèmes L.H.M. (ou PCC = PolymerCementConcrete) et de protection de surface doit se faire conformément aux instructions d'exécution à jour du fabricant des matériaux (munie de son Visa) et qui doit être contrôlée sur son complet par un organisme officiel d'un pays membre de la C.E.E.

Les produits L.H.M. et PC, ajoutés aux bétons et mortiers afin de leur donner des performances mécaniques et d'adhérence plus favorables, doivent bénéficier d'un certificat de contrôle d'un organisme agréé par l'Administration des Ponts & Chaussées. Dans tous les cas, la fourniture des produits de réparation et de protection des bétons doit bénéficier d'un contrôle externe, effectué par un organisme agréé par l'Administration des Ponts & Chaussées.

Les formulations des produits sont impérativement présentées à l'utilisateur en kits prédosés, préparés et conditionnés en usine. Généralement, est appelé composant A (liquide) la quantité de liquide à employer pour la totalité du composant B (solide) qui consiste en un mélange prédosé de ciments, sables et adjuvants divers dont éventuellement des fibres compatibles avec le ciment.

Dans le cas d'utilisation de fibres (d'amiante, de cellulose, de verre de polyamide, de carbone, métalliques), l'Entrepreneur doit faire la preuve de leurs performances, durabilité et compatibilité. Elles doivent être propres et sèches. Dans certains cas, l'eau potable - dont la quantité prescrite est à respecter absolument - comme seul composant, peut être ajoutée sur chantier moyennant un doseur

d'eau étalonné. Si le marché prescrit une livraison en conditionnement prédosé et prêt à l'emploi, aucun dosage sur chantier n'est permis.

Les produits et systèmes de remplacement du béton et de protection à la surface, de même que les systèmes de chapes (minces, épaisses ou spéciales) rapportées sur tablier d'Ouvrage doivent répondre aux exigences des annexes 7.1.3 et 7.1.4 et posséder les propriétés suivantes :

- liaison résistante à l'adhérence et au cisaillement avec le béton support (même sous charges dynamiques) ;
- adhérence suffisante entre couches rapportées ;
- résistance propre suffisante ;
- performances mécaniques et de déformabilité, module d'élasticité et coefficient de dilatation adaptés à ceux du béton support ;
- consistance adaptée (ragréage au plafond, chapes rapportées,...) au type de travail et de traitement ;
- D.P.U. appropriée au type et à l'envergure du traitement ;
- le diamètre maximal de la charge sera raccordé à l'épaisseur requise ou exigée pour les différentes couches. Il doit être inférieur ou égal à 1/3 de l'épaisseur de la couche appliquée, sans dépasser cependant (sauf cas particulier) 8 mm ;
- dépourvus de résines saponifiables ;
- exempts de produits chlorés et non-corrosifs ;
- les coefficients de diffusions à la vapeur d'eau et aux dioxydes de carbones des différents produits seront connus (fiche d'homologation). Ils doivent satisfaire aux exigences du marché ;
- protection efficace des armatures contre la corrosion ;
- résistance à la diffusion de dioxyde de carbone du système en place: supérieure à 60 m, respectivement supérieure aux valeurs précisées ailleurs ;
- résister aux gel/dégel et aux sels de déverglaçage (de -20° à + 60° C) et sans fissures après 30 cycles ;
- compatibles avec les ragréages, les systèmes et les protections de surface éventuellement existants ;
- résistant à l'eau, au vieillissement, à l'abrasion et conserver durant une très longue durée toutes leurs propriétés face aux sollicitations dues à l'environnement ;

L'acceptation des produits proposés par l'Entrepreneur est en outre soumise à la production préalable des précisions et renseignements suivants :

- le manuel de qualité ;
- la provenance, dénomination commerciale des produits ;
- la notice technique du fabricant, qui est à joindre impérativement pour tout type de produit utilisé, doit comprendre:
  - la fiche d'identification;
  - la composition nominale de chaque produit ;
  - la nature, la qualité et l'origine des composants;
  - la classe granulaire des charges;
  - les caractéristiques spécifiques des produits (consistance ou viscosité, résistances mécaniques, retrait, début et fin de prise, accroissement de la résistance, module d'élasticité dynamique,...);
  - les caractéristiques d'adhérence sur supports en fonction de leur siccité
  - les conditions de stockage;
  - les conditions de mélange, et de mise en œuvre;
  - pour les produits bi composants, le temps d'utilisation à partir du mélange, pour la gamme de température compatible avec une bonne mise en œuvre et une efficacité totale du matériau et de la technique;
  - le dosage de chaque composant, exprimé en poids par rapport à un certain volume de produit compacté à refus, ainsi que sa quantité d'air occluse;

- les domaines et conditions d'utilisation, le mode d'emploi et les contre-indications, le dosage visé;
- les conditions et limites d'emploi des produits ;
- des références et des résultats sur des travaux analogues effectués par l'Entrepreneur avec ces mêmes produits ;
- la description des dispositions envisagées en section courante et aux points singuliers, en tenant compte des conditions géométriques et mécaniques des supports, ainsi que des conditions climatiques ;
- les mesures de sécurité et d'hygiène à respecter.
- dosage en liants, solvants et en matières pulvérulentes,
- identification du liant par spectrographie IR et son fractionnement éventuel par chromatographie, ainsi que l'analyse des matières pulvérulentes.

Les produits sont à présenter, avant application, à l'agent de l'Administration aux fins du marquage. Tout produit endommagé et, en général, tout produit ou matériel non conforme aux prescriptions du présent C.D.C. sera rebuté.

### 1.3 Livraison étiquetage

Les composants sont livrés dans des emballages soignés, en conditionnements prédosés, étiquetés clairement afin de ne pas induire l'utilisateur en erreur, déterminant avec précision la quantité (en masse), le type et le mode d'emploi des différents composants nécessaires pour confectionner une quantité donnée de produit.

L'étiquetage d'un composant comprendra les informations et les consignes suivantes:

- dénomination commerciale du produit, nom du fournisseur et du fabricant;
- nature et utilisation du composant;
- date limite d'utilisation;
- désignation de l'Ouvrage et un espace réservé au contrôle interne de l'Entrepreneur et aux références du service de réception de l'Administration;
- mentions d'inflammabilité, de toxicité, de corrosivité, de sensibilité à la cristallisation, au gel, à la chaleur, au rayonnement solaire et à l'humidité;
- numéro du lot, code de fabrication, normes internes d'étiquetage et sceau du contrôle externe. et en supplément pour les produits multicomposants :
- masse du composant et mention de constitution de la formulation complète (la formulation complète a un poids net de .... et est constituée par le présent composant d'un poids net de .... et par le composant contenu dans l'autre emballage d'un poids net de ....., etc.).

Les réceptions des produits et du matériel font partie du P.A.Q. Pour l'Administration, elles sont ainsi soumises à la production de l'attestation établie par le responsable du contrôle interne de l'Entrepreneur, indiquant que les vérifications d'identification, de conformité à la commande et aux prescriptions du marché, etc. ont été effectuées et qu'elles correspondent aux spécifications demandées.

### 1.4 Transport, manutention, stockage

Les produits thermodurcissables sont entre-stockés dans un endroit clos et tempéré à une température supérieure à 5°C et sous faible humidité, sans contact avec le sol et rangés proprement. Toutes les opérations de transport, de stockage et de manutention sont organisées et effectuées de manière à éviter toute altération des matériaux. Le registre des stocks est à tenir à jour. Les informations relatives à l'heure du prélèvement et à l'endroit d'application, entre autres, devront y figurer. La traçabilité des opérations est requise.

La gestion des stocks est à conduire de façon à ce que l'Administration soit prévenue de la livraison d'un certain lot (au moins 5 jours ouvrables à l'avance). Les réceptions des produits et du matériel font partie du P.A.Q. Pour l'Administration, elles sont ainsi soumises à la production de l'attestation établie par le responsable du contrôle interne de l'Entrepreneur, indiquant que les vérifications d'identification, de conformité à la commande et aux prescriptions du marché, etc. ont été effectuées et qu'elles correspondent aux spécifications demandées.

Tout produit endommagé et, en général, tout produit ou matériel non conforme aux prescriptions du présent C.D.C. sera rebuté.

## **1.5 Matériel**

Les caractéristiques et les conditions d'emploi du matériel de préparation des supports, de malaxage, de fabrication, d'application, de serrage et de lissage des produits utilisés, ainsi que toute modalité de contrôle et la désignation du matériel de secours disponible en cas de panne, figurent de manière explicative dans les fiches de renseignement de l'Entrepreneur (voir sub.1.14) et sont à soumettre à l'approbation préalable de l'Administration dans le cadre du P.A.Q.

Les fiches de renseignement doivent comprendre les précisions et informations suivantes :

- la notice et fiche technique de l'appareillage utilisé ;
- la description des moyens en personnel et en matériel prévus pour l'exécution des travaux ;
- le délai d'exécution résultant du rendement de ces équipements ;
- les répercussions de l'exécution de ces travaux sur les autres travaux ;
- les prescriptions relatives à la sécurité du personnel ;
- les résultats des essais préliminaires prescrits.

D'une façon générale, le matériel est entreposé dans un endroit clos et à l'abri des intempéries. Il est à nettoyer et à contrôler soigneusement après chaque usage. L'ensemble du matériel et des instruments de contrôle nécessaire à l'exécution des travaux restera la propriété de l'Entrepreneur et sera fourni par lui. On utilisera le matériel dont les caractéristiques sont recommandées par le fournisseur des produits et sont adaptées à la quantité de mise en œuvre, aussi pour éviter l'incorporation excessive d'air occlus dans les produits. Le matériel sera propre, fiable et réceptionné par l'Entrepreneur.

Les L.H.M., les résines thermodurcissables et autres produits spéciaux sont mélangés, avec des agitateurs adaptés au produit, tournant à vitesse lente sans provoquer d'inclusion d'air dans des récipients qui limitent la surface air-matériau. Pour les produits pompés ou projetés, le matériel de préparation comprendra le malaxeur, le doseur d'eau à système automatique et le matériel de reprise, ainsi que le matériel de préparation spécial de certains adjuvants ou ajouts.

Le type de malaxeur, sa vitesse de rotation, sa puissance, la forme et le volume de sa cuve, la forme des dents, etc. seront choisis en fonction de la nature des produits à mélanger, de la consistance désirée, des difficultés à mettre en suspension certains composants ou adjuvants et des quantités à appliquer. Le malaxeur sera pourvu d'une cuve d'attente où le produit, après mélange, sera maintenu continuellement en mouvement par un agitateur tournant à faible vitesse de rotation, jusqu'à son application.

## **1.6 Mise en œuvre des produits**

### **1.6.1 Généralités**

L'entrepreneur est tenu d'avertir l'Administration, au plus tard 24 heures à l'avance, du début et de la fin des travaux, de façon à ce que les réceptions (retenues par écrit dans le rapport de chantier et dans les fiches PAQ) des différentes couches, obligatoires avant la suite des travaux, puissent être effectuées conjointement et que l'Entrepreneur puisse procéder, le cas échéant, aux réparations. Les temps d'attente entre couches sont à respecter : ils seront conformes aux prescriptions de pose du fournisseur et en fonction des températures ambiantes. Toutes les couches du système de réparation doivent être liées d'une façon homogène et durable à leurs supports sous-jacents

Les différents composants sont à livrer et les travaux sont à organiser de façon à exclure les erreurs de dosage sur chantier et à garantir une bonne homogénéité des produits. Le projet d'exécution est à soumettre à l'approbation de l'ingénieur dirigeant, les supports sont à réceptionner avant et après exécution des travaux et les données utiles sont à transférer sur site et dans les plans. Les différentes couches successives sont à nettoyer, dépoussiérer et assécher, ainsi qu'à préparer et à réparer dans le cas où elles ne seraient plus aptes à recevoir la couche suivante (influence de l'humidité, saleté, taches d'huile, dépassement de temps d'attente, formation de bulles, inhomogénéité de teinte, perturbation du durcissement). Les parements, les pierres de taille, etc., sont à protéger pour éviter tous risques de coulures et de salissures en provenance des travaux.

Les surfaces et endroits traités sont à protéger contre tout ce qui pourrait nuire à l'application des couches suivantes. Complémentairement, l'Entrepreneur doit organiser son travail de telle sorte que les distances séparant l'emplacement où est effectué la préparation des supports et des emplacements où est effectués la mise en œuvre des produits ou des parties d'ouvrage en cours de séchage, soient telles qu'il n'y ait à craindre aucune interférence. Si tel n'est pas le cas, les surfaces polluées doivent être reprises par l'Entrepreneur et ceci à ses frais.

Il est interdit de fractionner les emballages prédosés. Il est également interdit de modifier la formulation sur chantier. Tout ajout de solvants, non prévu par les instructions de pose du formulateur, est strictement proscrit. Le respect du rapport de mélange tel que prévu dans les instructions du fournisseur est à vérifier (Attention aux rapports « par poids » et « par volume »). L'homogénéité des mélanges est à surveiller en permanence. Les récipients vides sont à stocker de façon à ce qu'aucune coulure ne puisse souiller les subjectiles.

Les prescriptions de dosage, de mélange et de mise en œuvre, éventuellement supplémentaires, données par le formulateur sont à suivre rigoureusement. Au cas où les surfaces à revêtir soient fractionnées en plusieurs phases, les différentes couches seront exécutées afin de garantir un raccord ultérieur dans les règles de l'art, en marches décalées de minimum 10 cm chacune sans laisser de traces.

Les travaux seront obligatoirement suspendus par temps de pluie, brouillard, formation de rosée, humidité relative supérieure à 75% (sauf indication contraire du formulateur, avec résultats d'études d'épreuves agréés à l'appui), températures du support supérieures à +35°C ou inférieures à +8°C. (12°C pour les supports en acier.).

Un matériel particulièrement adapté est à utiliser pour la réalisation des mélanges. La durée de malaxage des différents composants et mélanges est fixée dans les instructions d'exécution. Le mélange ne peut être mis en œuvre que dans un laps de temps limité et imposé.

Le processus détaillé des travaux de préparation, de réparation et de protection des bétons et des armatures sera fourni par l'applicateur.

Ci-après sont énumérés les principes généraux à respecter dans tous les cas :

- l'Entrepreneur est tenu de planifier ses travaux de reprise du béton dégradé de façon à ce que leur exécution se fasse dans de bonnes conditions et par temps propice ;
- dans le cas contraire, des protections sont à aménager, assurant une exécution en bonne et due forme et excluant des imperfections ;
- l'organisation du travail doit être telle que les travaux se fassent sans risque pour les endroits en cours de traitement comme pour ceux en cours de séchage et de durcissement ;
- les applications de produits sont à effectuer de manière à ne pas emprisonner de l'air ou des micro-bulles entre le support respectif et la couche appliquée ;
- il faut veiller à un croisement impeccable des différentes couches du système d'ensemble ;
- les reprises de travail sont à réduire au strict minimum. Elles ne doivent pas porter atteinte à la qualité d'aspect requise ou à la durabilité du système rapporté. Toutes les réparations y relatives sont à charge de l'Entrepreneur. Les reprises nécessaires sont reportées, avec tous les détails de recouvrement, dans les plans d'exécution (P.A.Q.) ;
- ces lignes et surfaces de reprise sont matérialisées par des règles et protégées par des dispositifs appropriés, fixés provisoirement et enlevés par la suite ;
- il est rappelé qu'en fonction des dimensions et de l'emplacement du décapage, ainsi que des épaisseurs de produits à appliquer, l'Entrepreneur doit utiliser des produits avec différentes granulométries et consistances ;
- les quantités de produit préparées doivent être telles que la mise en œuvre puisse s'effectuer endéans les 80 % de la durée pratique d'utilisation (D.P.U.) correspondante à la température de mise en œuvre. Passé ce délai, tout produit sera rebuté aux frais de l'Entrepreneur.

### **1.6.2 Souillures, évacuation des déchets**

L'Entrepreneur est censé organiser et tenir son chantier propre. En outre, il est tenu d'éliminer de suite et à ses frais toutes les souillures causées par ses travaux. L'évacuation (l'enlèvement, l'entreposage éventuel, le transport et la dépose définitive) des produits de décapage, des répandages, des récipients et emballages d'origine, des déchets et chutes, doit se faire sur une décharge spécialement prévue à cet effet. Toutes les prestations y relatives sont à charge entière de l'Entrepreneur.

L'évacuation des déchets et l'acceptation de la décharge sont soumises en outre aux prescriptions réglementaires en vigueur. L'Entrepreneur doit démontrer qu'une mise en dépôt réglementaire a eu lieu. Les récépissés de la décharge sont à joindre au journal de chantier.

### 1.6.3 Conditions extérieures d'exécution

En principe, les travaux ne peuvent être exécutés qu'endéans les valeurs limites conditionnées par les matériaux utilisés.

Les travaux ne peuvent pas se faire dans des conditions climatiques défavorables. Les températures d'application sont limitées entre + 8°C (Tmin) et + 25°C (Tmax), valable aussi bien pour la température de l'air que pour celle du support à traiter. De plus, les travaux de préparation des supports, la protection des aciers et les couches de protection ne seront effectués que si la température de surface du subjectile se situe à plus de 3°C au-dessus du point de rosée et que si l'humidité relative de l'air est inférieure à 85 %. Sauf indication contraire du formulateur avec résultats d'études d'épreuves à l'appui, ceci est également valable pour l'application des autres produits et couches. Si après préparation des supports ou avant durcissement des produits appliqués la température de la surface descend à moins de 3°C au-dessus du point de rosée, les travaux sont arrêtés dès que le seuil critique est atteint. Des protections sont à aménager afin de garantir la qualité requise des produits appliqués. La reprise ultérieure des travaux sera précédée d'un sablage léger et, le cas échéant, des décapages et des réparations qui s'imposent, le tout à charge entière de l'Entrepreneur. La préparation des aciers doit être suivie de l'application de leur 1ère couche de protection dans un délai de 6 heures si le degré hygrométrique relatif de l'atmosphère ambiante ne dépasse pas les 60%, respectivement de 4 heures s'il ne dépasse pas les 75% et de 2 heures s'il ne dépasse pas les 85%.

L'Entrepreneur doit se prémunir journallement des prévisions météorologiques du "Findel", qui seront reportées dans le journal du chantier. Pour le relevé des valeurs des conditions extérieures, l'Entrepreneur doit tenir sur chantier, en nombre suffisant, les appareils étalonnés suivants:

- hygrothermographe (autonomie minimale: 8 jours) ;
- hygrothermomètre ;
- thermomètre digital à secondes ;
- appareil CM.

La température et l'humidité relative de l'air sont à enregistrer en continu, à proximité immédiate de chaque emplacement des travaux. Les enregistrements doivent débuter avant l'exécution et sont à poursuivre jusqu'à ce que les produits et couches appliquées ne puissent plus être lésés par les conditions extérieures. Chaque semaine, les enregistrements sont récupérés, vérifiés conjointement et remis après acceptation, avec ou sans réserve, au responsable de l'Administration.

Les températures et l'humidité relative de l'air, le point de rosée, les températures et l'humidité du subjectile, les températures des produits de décapage et d'application sont à relever et à contrôler:

- au minimum 1 heure avant tout début d'un travail ;
- au début d'un travail ;
- plusieurs fois la journée par travail posté, par temps variable et par T° évoluant à proximité des valeurs limites ;
- minimum 1 heure après toute fin d'un travail.

Les valeurs sont à protocoler (PAQ) dans un tableau représentatif. L'Entrepreneur doit veiller (contrôle interne) à ce que les valeurs limites, définies dans l'instruction d'exécution ayant reçu le visa de l'Administration, ne soient pas dépassées.

### 1.6.4 Dosage et mélange des constituants

Les différents composants sont à livrer et les travaux sont à organiser de façon à exclure les erreurs de dosage sur chantier et à garantir une bonne homogénéité des produits. Les moyens disponibles sur chantier doivent permettre de doser, sans aucune tolérance, les différents composants. Les mélanges des différents composants se font mécaniquement, avec un matériel particulièrement adapté, dans des récipients propres, de forme et de volume adéquats. Il faut s'assurer qu'il ne reste pas de zones non mélangées (fonds et bords des récipients).

Le mélange ne peut être mis en œuvre que dans un laps de temps limité et imposé. Il est interdit de fractionner les emballages prédosés ou de modifier la formulation sur chantier. Les prescriptions de dosage et de mélange supplémentaires, données par le formulateur, sont à suivre rigoureusement.



## 1.7 Instructions d'exécution

Avant le début du chantier, l'applicateur présentera son manuel d'instructions d'exécution détaillé à l'approbation de l'ingénieur responsable de l'Administration dans le cadre du P.A.Q.

Ce manuel de qualité comprendra le manuel des règles et le recueil des procédures.

Ce document sera tenu à jour et doit donc rassembler toutes les informations et instructions relatives au "Système Qualité" de l'Entreprise, dont notamment (énumération non limitative) :

- conditions d'utilisation ;
- procédés, produits et matériel de préparation, de réparation et de protection des bétons et des aciers, y compris agréments et certificats de contrôle ;
- prescriptions, modalités et conditions de préparation, d'exécution et de contrôle de l'ensemble des opérations nécessaires à ces travaux ;
- les délais de recouvrement minima et maxima entre types de traitement et entre les différentes couches du système d'ensemble ;
- travaux de finition et d'évacuation ;
- tableaux types des contrôles à effectuer ;
- modalités du contrôle interne.

Ce manuel sera complété en fonction du résultat de l'examen des surfaces à réparer.

## 1.8 Contrôle des travaux de réparation

### 1.8.1 Généralités

Avant le début, pendant et après chaque phase des travaux, l'Entrepreneur procède aux contrôles qui sont spécifiés dans ses prescriptions d'exécution approuvées. Les contrôles font partie du P.A.Q. et sont donc à charge de l'Entrepreneur. Les travaux de réparation et de protection réalisés sont à documenter sous forme de rapports, de tableaux récapitulatifs et plans représentatifs et de façon à ce que la traçabilité des opérations soit donnée. Les résultats des contrôles sont à transférer en outre dans les plans et à soumettre au Visa de l'Administration.

Le début de chaque phase de préparation et d'application est soumis à la production des résultats concluants des contrôles de l'Entrepreneur. Pendant l'application, l'Entrepreneur réalisera régulièrement des échantillons du matériau appliqué afin de permettre l'exécution des essais nécessaires sur le matériau.

L'Administration doit être mise en mesure de s'assurer du bon déroulement des contrôles et les moyens doivent être mis en place afin qu'elle puisse procéder à des contrôles par sondage. En cas de résultats non satisfaisants, les frais d'analyse que l'Administration serait éventuellement amenée à effectuer, ainsi que les traitements complémentaires seront à charge de l'Entrepreneur et celui-ci soumet à l'approbation de l'ingénieur dirigeant, les mesures et remèdes qu'il compte apporter.

Les contrôles généraux à effectuer par l'Entrepreneur sont énumérés ci-dessous d'une manière non exhaustive :

- contrôle des conditions d'exécution (voir sub. 1.6.3) ;
- contrôle des protections (voir sub. 1.10) ;
- contrôle des préparations de support (voir sub.3.5) ;
- contrôle des abrasifs (voir sub. 3.2.1) ;
- contrôle et réception des produits et du matériel, livraison, étiquetage, transport, manutention, stockage, dosage, mélange et mise en œuvre inclus (voir sub. 1.2 et 1.3.) ;
- contrôle des travaux de préparation et des différentes couches appliquées (voir sub. 1.8) ;
- contrôle des travaux de finition et des qualités d'aspect (voir sub. 6) ;
- contrôle des épaisseurs en fonction des quantités appliquées (voir sub. 1.8.) ;
- contrôle de la propreté et de la sécurité des travaux et du chantier, ainsi que des conditions d'évacuation des déchets (voir sub. 1.11 et 1.6.2) ;
- réception des supports et des travaux.

Les contrôles suivants sont à exécuter d'une façon générale avant l'application des produits :

- conformité des matériaux livrés avec leur commande respective. (Bon de livraison avec les numéros de charge et étiquettes) ;
- conformité des emballages ;
- conformité des conditions de stockage ;
- contrôle de la date limite d'utilisation, la date de fabrication, et la durée maximale de stockage.

En supplément aux contrôles généraux, les contrôles spécifiques, énumérés et spécifiés dans les sous-chapitres, sont à effectuer également et à inclure dans le planning et dans le manuel de qualité de l'Entrepreneur.

Les contrôles à effectuer figureront dans les instructions d'exécution approuvées.

L'exécution des essais de réception et de laboratoire, le personnel mis à la disposition de l'Administration pour des essais "in situ", la production des tableaux et des rapports des contrôles effectués, le respect et le contrôle de toute autre prescription du présent C.D.C. et des instructions d'exécution approuvées, la rédaction des rapports de chantier et des rapports de réunions ayant trait à l'ensemble des travaux de réparation et de protection, de même que la production des rapports journaliers du schéma d'avancement, du rapport hebdomadaire, du rapport final et en général tout le personnel, tous les instruments de contrôle et de mesure, tous les frais, sujétions et obligations résultant du PAQ font également partie du contrôle interne de l'Entrepreneur.

Les travaux de réparation et de protection réalisés sont à documenter sous forme d'un rapport et d'un tableau récapitulatif et de façon à ce que la traçabilité des opérations soit donnée.

Les contrôles spécifiques, énumérés ci-après, sont à effectuer également et à inclure dans le planning et dans le manuel de qualité de l'Entrepreneur:

### **1.8.2 Consistance**

Sauf pour la projection par voie sèche, l'Entrepreneur doit procéder journalièrement à minimum 3 vérifications de la consistance de chaque produit à appliquer.

### **1.8.3 Auscultation au marteau**

L'Entrepreneur est tenu de contrôler, par auscultation au marteau, les endroits décapés et l'adhérence des couches et ragréages rapportés.

### **1.8.4 Résistance caractéristique à la compression**

Un essai complet de la détermination de la résistance caractéristique à la compression du béton, par auscultation non destructive, est à prévoir par tranche de 150 m<sup>2</sup> pour chaque couche rapportée (ragréage mince ou épais, chape mince ou épaisse, micro-mortier de protection, etc.), avec un minimum de 3 essais complets par partie d'ouvrage ainsi que, d'une façon représentative, sur les ragréages effectués.

### **1.8.5 Essais d'adhérence**

La qualité de résistance superficielle des supports préparés, ainsi que l'adhérence des couches rapportées est à vérifier par essais d'adhérence selon le rythme indiqué ci-dessus. A ces fins, l'Entrepreneur doit procéder à des essais d'adhérence par arrachement, de pastilles ø50 mm préalablement collées sur les supports et sur les couches rapportées, à effectuer d'après un mode opératoire normalisé (vitesse d'arrachement constante de 100 N/s dans le cas de support béton et de couches dures, respectivement de 300 N/s pour les couches élastiques et thermoplastiques), et un rythme comme indiqué dans les articles correspondants, avec cependant chaque fois un minimum de 3 essais par partie d'ouvrage. Les résultats de ces essais sont à inscrire dans des tableaux appropriés, analogues à celui figurant en annexe B de la ZTV-ING, Teil 1 Allgemeines, Abschnitt 3, Prüfungen während der Ausführung, Formblatt B 1.3.2.

Support non préparé: 1 essai par tranche de 400 m<sup>2</sup>.

Support préparé : 1 essai par tranche de 200 m<sup>2</sup>.

Couche rapportée : 1 essai par tranche de 200 m<sup>2</sup>.

La résistance minimale d'adhérence entre le support béton et un système L.H.M, respectivement une couche hydraulique rapportée, est fixée à 1,5 N/mm<sup>2</sup>.

Tout endroit ou surface inférieure ou égale à 1,2 N/mm<sup>2</sup> est à circonscrire, au moyen d'un quadrillage approuvé par des essais complémentaires, à reprendre, à décaper et à reconstituer aux frais de l'Entrepreneur.

Tout endroit ou surface comprise entre 1,2 et 1,5 N/mm<sup>2</sup> peut être accepté par l'Administration, moyennant application du pourcentage de moins-value suivant (exprimé en %):  $(1,5 - y) \times 100 : 1,5$  (taux qui est alors à multiplier par le prix unitaire et la surface à prendre en compte).

(y = moyenne des résistances d'adhérence entre 1,2 et 1,5 N/mm<sup>2</sup> de la surface prise en compte).

Le même taux est également appliqué et retenu sur la fourniture des produits de la surface considérée, si celle-ci est réglée séparément par le bordereau.

### **1.8.6 Degré de serrage**

Le degré de serrage (densité sèche obtenue des carottes prélevées sur place divisée par celle ayant servi de base à l'homologation ou à défaut par celle obtenue lors de l'essai préliminaire concluant) du système L.H.M. (ou des chapes minces et épaisses) doit atteindre au minimum la valeur 0.98, celui d'un système PC la valeur 0.97. L'Entrepreneur doit faire effectuer ces essais selon un mode opératoire normalisé et dans le même rythme que pour les essais d'adhérence.

Dans le cas de constatation de valeurs inférieures à ces exigences, le pourcentage de moins-value suivant (exprimé en %) sera retenu sur le prix unitaire de la main-d'œuvre des surfaces où les valeurs sont insuffisantes:

$$(A - B)^2 \times 3 \times 10000 : A^2$$

(A = valeur du degré de serrage requis)

(B = valeur moyenne des degrés de serrage insuffisante)

La même moins-value sera appliquée sur la fourniture si celle-ci est réglée séparément. Tout endroit ou surface de degré de serrage inférieur de 0,025 à la valeur minimale exigée, est à décaper et à reconstituer aux frais entiers de l'Entrepreneur.

Les retenues sub. Articles 1.8.5. et 1.8.6. sont cumulables.

## **1.9 Plan « as-built »**

Les travaux de réparation et de protection des bétons réalisés sont à transférer avec tous les détails d'exécution dans les plans existants, respectivement ces derniers sont à corriger en fonction des travaux effectivement réalisés, ou à défaut de plan approprié, ils sont à présenter dans un plan à dresser dans une échelle appropriée et par une personne qualifiée.

## **1.10 Protections**

### **1.10.1 Dispositions générales**

L'Entrepreneur est tenu d'aménager temporairement des protections robustes et efficaces afin d'éviter tout risque de coulure, de ruissellement, de chute, d'éclaboussure, de salissure, de projection d'abrasifs ou d'autre matériau en provenance de ses travaux. En outre, des clôtures, barrières et passages protégés sont à aménager par l'Entrepreneur afin de protéger tout trafic contre les effets énumérés ci-dessus.

Il doit prendre également toute précaution nécessaire afin que les appareils d'appui, joints d'Ouvrage, gaine apparente et autre équipement d'Ouvrage ne soient pas abîmés et que notamment aucune poussière d'abrasif ne puisse les atteindre. Des protections sont à installer par l'Entrepreneur, résultant des sujétions inhérentes à la présence d'instruments de mesure et de contrôle, d'installations, de panneaux, etc.

L'Entrepreneur est tenu d'organiser son travail et d'aménager des protections nécessaires de telle sorte que des parties ou tranches traitées, ainsi que toute partie, élément et équipement non destinés à être traités ne soient pas abîmés par d'autres travaux. Toutes les protections sont à entretenir et leur nettoyage doit se faire au minimum 2 fois par semaine, dont la veille d'un jour chômé.

Toutes les précautions, contraintes, travaux supplémentaires et sujétions qui résultent du maintien du ou d'un certain trafic, tous les frais relatifs aux réparations et aux remplacements qui s'imposent, toute remise en état ou remplacement en cas de détérioration par l'Entrepreneur, ou causés par son

manque de gardiennage du chantier, ainsi que la reprise de toute surface polluée et de toute couche endommagée sont à charge entière de l'Entrepreneur.

Le procédé et le matériel de protection, les mesures de sécurité et de précaution, toutes dispositions y relatives, ainsi que toute modalité d'emploi et de contrôle, figurent de manière explicative dans les instructions d'exécution (sub.1.14) et sont à soumettre à l'approbation préalable de l'Administration dans le cadre du P.A.Q.

### **1.10.2 Protection des O.P.**

Les ouvrages provisoires (O.P.) doivent être rendus étanches à l'eau, aux poussières et aux pulvérisations.

### **1.10.3 Protection des préparations de support**

Les surfaces et endroits préparés sont à protéger contre tout ce qui pourrait nuire à l'application des produits de protection et de ragréage des bétons et des aciers.

### **1.10.4 Protection des produits appliqués**

Le procédé de protection des produits appliqués doit leur permettre de durcir dans de bonnes conditions. L'Entrepreneur doit protéger les produits et couches appliqués dans le cas de conditions atmosphériques défavorables à leur aspect et à leur comportement. Il doit les protéger notamment pendant l'application et au minimum les 5 jours suivants contre une dessiccation prématurée, du vent et du soleil, ainsi que de la pluie et du froid. Jusqu'à leur durcissement complet, il doit les protéger également contre les poussières et en général contre tout effet nocif normalement prévisible.

La cure des produits appliqués est réalisée au moyen:

- d'humidifications répétitives;
- et/ou par mise en place d'une protection temporaire imperméable limitant l'évaporation, soit en contact avec et sur toute la surface traitée (sauf dans le cas de parements où le contact est défendu), soit à proximité de celle-ci, en laissant un vide d'air continu;
- complétée éventuellement par une mise sous abri protecteur, comme p.ex. la mise en place d'une natte protectrice thermique.

Des précautions particulières doivent être prises si après application:

- les couches risquent de subir des chocs thermiques ;
- la température est supérieure à 25°C ou inférieure à + 8°C.

Les procédés de cure utilisés ne doivent pas causer des différences de teinte des couches utilisées en parement ou nuire à l'adhérence des couches ultérieures. Les protections sont à appliquer au plus tard dès la fin du surfaçage, elles sont permanentes pendant la durée requise du traitement et elles sont prolongées aussi longtemps que l'évaporation de l'eau et les conditions extérieures risquent d'affecter les qualités requises des produits appliqués. La protection est appliquée sur toutes les surfaces, de manière continue et homogène, afin de ne pas altérer les caractéristiques des produits appliqués et de leur aspect.

La durée de la protection est fonction des conditions ambiantes et des conditions de durcissement des produits. Elle sera indiquée par le formulateur et précisée par l'applicateur.

## **1.11 Sécurité sur chantier**

L'Entrepreneur doit prendre toutes les mesures de sécurité et de protection, de même qu'il doit équiper son chantier et son personnel de tout dispositif et équipement de sécurité et de protection de manière à assurer la sécurité et à prévenir les accidents sur chantier. A cet effet, les travaux sont soumis à un P.S.S.

Un écriteau contenant les dispositions de sécurité à prendre par le personnel, à tenir à jour et muni du Visa de l'Entrepreneur, est à afficher sur le chantier.

L'Entrepreneur (rappel !) devra assumer seul, à l'entière décharge de l'Administration, la responsabilité de tout dégât causé à des propriétés publiques ou privées ou de tout accident survenant lors du chantier à des tiers, à des ouvriers et à des préposés.

## 1.12 Contrôle interne à la chaîne de fabrication

L'exécution des essais de réception et de laboratoire, le personnel mis à la disposition de l'Administration pour des essais "in situ", la production des tableaux et des rapports des contrôles effectués, le respect et le contrôle de toute autre prescription du présent C.D.C. et des instructions d'exécution approuvées, la rédaction des rapports de chantier et des rapports de réunions ayant trait à l'ensemble des travaux de réparation et de protection des bétons, de même que la production des rapports journaliers du schéma d'avancement, du rapport hebdomadaire et du rapport final, et en général tout le personnel, tous les instruments de contrôle et de mesure, tous les frais, sujétions et obligations résultant du PAQ font également parti, du contrôle interne de l'Entrepreneur et sont à sa charge.

Les contrôles à effectuer figureront dans les instructions d'exécutions approuvées. Ils sont d'ailleurs déjà prescrits d'une manière non exhaustive dans le présent C.D.C. Les résultats de ces contrôles internes sont à protocoler et à soumettre au visa de l'Administration. Les résultats du contrôle externe de la fourniture des produits sont à présenter également.

Le PAQ est à soumettre à l'approbation de l'Administration.

## 1.13 Pièces à remettre par le soumissionnaire

Au moment de son offre, le soumissionnaire doit remettre :

- les fiches techniques des produits (comprenant les références et la date d'établissement de l'agrément de contrôle de l'organisme agréé) ;
- les fiches d'identification (renseignant sur les performances mécaniques et les propriétés physiques des produits et du système d'ensemble) ;
- le descriptif du matériel et des procédés choisis pour l'exécution de l'ensemble des travaux prévus au marché ;
- références de travaux analogues effectués avec ces mêmes produits, matériaux et procédés ;
- l'information écrite concernant l'incompatibilité éventuelle de son système d'ensemble ou d'un certain produit avec des ragréages, des matériaux ou des couches existantes qui ne sont pas destinés à être éliminés par le marché, faute de quoi, les décapages et traitements supplémentaires seront à sa charge s'il était déclaré adjudicataire.

## 1.14 Pièces à remettre par l'adjudicataire

L'acceptation du personnel, des produits, du matériel et des appareillages proposés par l'Entrepreneur est soumise à la production préalable des précisions et renseignements suivants :

- les moyens en personnel et en matériel prévus pour l'exécution de ces travaux, ainsi que le délai d'exécution par type de travail ou de traitement ;
- les compositions nominales des produits ;
- les conditions et limites d'emploi des produits ;
- les instructions d'exécution ;
- la description des dispositions envisagées en section courante et aux points singuliers, en tenant compte des conditions géométriques et mécaniques des supports, ainsi que des conditions climatiques ;
- les résultats des essais d'étude des produits et du système d'ensemble, élaborés par un laboratoire reconnu par l'Administration ;
- les résultats des essais préliminaires et, en général, à l'approbation du manuel de qualité ;
- les répercussions de l'exécution de ces travaux sur les autres ;
- un échantillon de chaque produit utilisé, y compris le spectre infra-rouge des composants ;
- les prescriptions relatives à la sécurité du personnel.

## 1.15 Essais préliminaires

Des essais préliminaires pour chaque type et procédé de préparation, de réparation et de protection des bétons et des aciers en présence du responsable de l'Administration sont requis, ce qui ne modifie en rien la responsabilité de l'Entrepreneur.

Les travaux se feront avec le matériel, les produits et les procédés respectifs, retenus définitivement lors des essais concluants, ainsi qu'avec la même main-d'œuvre, tout en respectant les consignes et les prescriptions éventuellement supplémentaires ayant pu y être établies.

## 1.16 Décompte

L'envergure des prestations est à déterminer sur plans, pourvu qu'ils existent, et que les travaux exécutés correspondent à ces plans ; sinon par métré. Au cas où l'Entrepreneur ne présenterait, dans un délai raisonnable, pas de facture contrôlable, l'Administration se réserve le droit de procéder elle-même à l'établissement du décompte aux frais de l'Entrepreneur.

Que ce soit suivant plans ou suivant métré, la détermination des travaux réalisés s'effectue de la façon suivante:

- pour des surfaces délimitées par d'autres éléments de construction, est mis en compte la surface courante jusqu'aux éléments adjacents, bruts de construction ;
- pour des surfaces non délimitées, est mise en compte la surface effectivement réalisée.
- Ne sont pas décomptés :
  - si le métré s'effectue au m<sup>2</sup>, les joints et évidements tels que ouvertures et percements pour autant que leurs dimensions ne dépassent pas 2,5 m<sup>2</sup> chacun ;
  - si le métré s'effectue au mètre linéaire, des interruptions isolées ne dépassant pas 1 m de long.

## 1.17 Moins values

Dans le cas de constatation du non respect des épaisseurs et/ou quantités appliquées tel que prévu au bordereau ou défini lors des essais préliminaires, le pourcentage de moins-value suivant (exprimé en %) sera retenu sur le prix unitaire des surfaces où les valeurs sont insuffisantes:

$$MV = \frac{(\text{épaisseur} - \text{exigée}[\text{mm}] - \text{épaisseur} - \text{constatée}[\text{mm}])^2}{(\text{épaisseur} - \text{exigée}[\text{mm}])^2} \times 2 \times 1000[\%]$$

La même moins-value sera également appliquée sur la fourniture si celle-ci est réglée séparément. Tout endroit ou surface où l'épaisseur constatée est inférieure à la valeur minimale exigée, est à décapier et à reconstituer aux frais entiers de l'Entrepreneur.

## 1.18 Analyse des prix

Le Soumissionnaire est obligé de fournir, sur simple demande de l'Administration et endéans la huitaine, une analyse des prix détaillée.

## 1.19 Remarques

Ce document ne peut être diffusé, copié ou transmis sans l'autorisation écrite préalable de l'Administration des Ponts et Chaussées.

## 2 EXAMEN DES SURFACES À RÉPARER, ÉTAT DES LIEUX

L'exécution des travaux doit faire l'objet d'une analyse préalable détaillée, notamment concernant le repérage des endroits à traiter, l'aptitude pour l'exécution d'une réparation efficace, la détermination des dimensions des décapages, etc. L'Entrepreneur est donc tenu de s'assurer de la qualité des supports en béton.

Le projet de l'examen des surfaces à réparer comprenant les plans et les indications nécessaires, ainsi que les contraintes d'exécution et d'accès éventuelles, etc., de même que l'ingénieur ou le térétechnologue responsable de son exécution, ainsi que les références professionnelles de la main-d'œuvre (qui sera spécialisée), sont à présenter à l'approbation préalable de l'agent dirigeant de l'Administration.

Les résultats des essais et des investigations sont à représenter sous forme de tableaux et de diagrammes appropriés, séparés par éléments ou parties d'Ouvrage en y marquant toutes les données relevées et utiles. Les endroits à traiter, sont repérés et marqués sur la structure. Ils sont transférés avec la disposition des décapages, ainsi qu'avec toute autre indication utile sur un plan, qui

est à tenir à jour. Le genre de traitement est également indiqué et un métré détaillé est établi avec les quantités présumées, séparément par type d'application et de traitement. L'Administration se réserve le droit de laisser procéder à d'autres examens qui pourraient se révéler nécessaires le cas échéant. Les différentes investigations sont à effectuer de manière à ne pas endommager d'armature. Si des armatures, dénudées par ces essais, sont destinées à rester ainsi pendant plus de 30 jours, elles seront protégées provisoirement par un traitement adéquat à charge entière de l'Entrepreneur.

Des précautions particulières sont à prendre dans le cas de béton précontraint. La réparation des bétons doit être précédée par la recherche et, si possible, par la suppression (l'Entrepreneur doit en tenir compte pour ses délais partiels et pour le respect du délai global d'exécution du chantier) des facteurs qui ont été à l'origine des dégradations. Le choix des matériaux et des méthodes de traitement est lié à ces causes.

### **3 PRÉPARATION DES SUPPORTS**

Le présent chapitre définit en complément aux prescriptions générales, les règles applicables pour les travaux de préparation des supports sur ouvrages d'art.

#### **3.1 Prescriptions générales**

L'Entrepreneur est tenu de prêter une attention particulière au mode de préparation des subjectiles. Cette préparation doit être spécifique aux matériaux et techniques utilisés. Le matériel et les matériaux de préparation des supports, leurs fiches techniques détaillées, le mode d'exécution, les moyens de nettoyage et de dépoussiérage, toutes dispositions y relatives, ainsi que toute modalité d'emploi et de contrôle, figurent de manière explicative dans les instructions d'exécution. Les travaux de préparation du support sont à poursuivre jusqu'à élimination de toute saleté, impureté, matière non cohésive, corps étranger et en général de tout ce qui pourrait nuire à une réparation et à une protection correctes et sûres. Les travaux sont à organiser de telle sorte que les supports soient propres au moment de l'application de leur revêtement respectif et que celle-ci se fasse au plus tôt.

En outre, l'Entrepreneur doit tenir compte des délais maximaux de recouvrement de surfaces ou endroits préparés en fonction des conditions ambiantes. Toutes les reprises y relatives sont à sa charge entière. Les procédés et l'organisation des préparations de support ne doivent pas porter atteinte aux propriétés des subjectiles, à la classe d'Ouvrage ou à sa durabilité.

Le décapage thermique et le bouchardage sont défendus sur des surfaces de béton armé ou de béton précontraint, sauf autorisation écrite préalable de l'Administration. L'emploi de solvants et les procédés par voie acide sont proscrits.

Ces travaux sont à exécuter de façon à préserver impérativement les armatures et à ne pas les endommager. Toute réparation et consolidation, suite à l'endommagement d'une armature ou d'un ancrage, à un abattage sans précaution et à une perte de précontrainte qui en résulterait, sont à charge entière de l'Entrepreneur, y compris tout calcul et justificatif statiques, plan, contrôle et surveillance que ceci impliquerait et à laisser effectuer par un bureau agréé par l'Administration, ainsi que tous les frais annexes. Tout sciage se fera au moyen d'un appareillage fiable, muni de dispositifs limitant la profondeur de découpage.

Tout air comprimé utilisé sera séché et déshuilé. L'emploi de compresseurs spéciaux est donc prescrit. L'Entrepreneur doit veiller à la non-pollution de l'environnement par les procédés de préparation des supports. Il faut éviter de colmater les fissures lors des travaux de préparation des supports.

Toute réparation (épaufrement, éclatement, etc. éventuellement causés en surface de support) ou reprise nécessaires suite à une préparation mal appropriée des subjectiles, ainsi que tout décapage réalisé sans nécessité reconnue par l'Administration ou dépassant les indications retenues dans l'état des lieux sub. 2. sans l'accord préalable de cette dernière, sont à charge de l'Entrepreneur, tout comme leur comblement avec des produits et des procédés approuvés. Les trous de reconnaissance, de fixation, etc. réalisés en cours de chantier, ainsi que les décapages, trous de forage, etc. réalisés lors de l'exécution des prestations sub. 2. - Examen des surfaces à réparer, le sont également, ceci indépendamment de qui les a exécutés.

#### **3.2 Préparation des supports béton**

La préparation des supports béton nécessite :

- l'élimination totale de la laitance et de la peau du béton, des produits de cure, des huiles de décoffrage, des graisses, des salissures, des inscriptions, des efflorescences, des peintures, de toute trace de rouille et de produit bitumineux, ainsi que de tout corps étranger (inclusion de restes d'éléments de coffrage, etc.);
- l'élimination du béton, mortier ou couche rapportée dégradés et endommagés jusqu'à mise à nu d'un béton, propre et compact dans sa masse, le contrôle au marteau afin de déceler les parties encore non adhérentes, ainsi que toutes reprises;
- l'élimination totale des fils de ligature, des clous et autres débris métalliques apparents en surface des supports ;
- et, en général, l'élimination de tout produit pouvant nuire à l'adhérence du revêtement ultérieur.

L'Entrepreneur doit également procéder au meulage des parties en saillie et des arêtes et à l'arasement de toutes les balèvres. Il doit notamment éliminer les monticules de fuites de laitances entre éléments de coffrage, les désaffleurs et autres crêtes ponctuelles, linéaires ou surfaciques, si leur présence n'est pas compatible avec l'épaisseur de la couche rapportée prévue au marché, respectivement incompatible avec la qualité d'aspect requise (définie au chapitre 6.2). Il doit aussi procéder au biseautage des arêtes aigües de coffrage. Les surfaces préparées présenteront impérativement des plans rugueux.

Les travaux de préparation des supports en béton sont à poursuivre jusqu'à obtention d'une résistance minimale d'adhérence par traction de 1,5 N/mm<sup>2</sup>, en veillant toutefois à ne pas créer inutilement des aspérités. En outre, le degré de préparation des supports doit être tel qu'une application et un serrage irréprochables des produits puissent être garantis.

### 3.2.1 Abrasifs

La nature et la granulométrie des abrasifs doivent être adaptées aux travaux à effectuer.

Les abrasifs sont soumis à l'agrément de l'Administration et en particulier à la législation luxembourgeoise en vigueur. L'emploi de produits contenant plus de 5% de silice libre et l'utilisation de scories de cuivre sont interdits. Avant tout début des travaux, des échantillons des matériaux de décapage sont à fournir avec analyse chimique complète (P.A.Q.).

Chaque livraison d'abrasif doit être constatée et réceptionnée qualitativement et quantitativement par l'Administration qui peut rebuter systématiquement tous les produits dont les emballages sont détériorés. L'Entrepreneur doit tenir un livre ou fichier chronologique de magasin ou inventaire permanent sur lequel seront consignées toutes les entrées et toutes les sorties. Ce fichier doit être communiqué, sur sa demande, à tout représentant de l'Administration. Il est visé chaque jour par l'Administration. L'abrasif doit être évacué rapidement de manière à éviter qu'il ne se forme des dépôts sur certaines parties d'Ouvrage ou des surcharges inutiles sur les O.P.

Immédiatement après décapage, les surfaces traitées doivent être débarrassées de tous les corps étrangers non adhérents par un dépoussiérage soigné réalisé par aspiration. Avant chaque nouvelle opération il sera procédé à un dépoussiérage réalisé dans les mêmes conditions. Des protections efficaces contre toute projection ou souillure sont à aménager. En outre, les surfaces préparées sont à protéger contre tout ce qui pourrait nuire au traitement ultérieur prévu. Des essais préliminaires sont requis. Le décapage se fera avec le matériel et d'après le procédé définitif retenu lors de ces essais, ainsi qu'avec la même main-d'œuvre, tout en respectant les consignes et les prescriptions supplémentaires ayant pu y être établies.

Le matériel et les outils de décapage que l'Entrepreneur envisage d'utiliser, les plans de décapage, les moyens de nettoyage et de préparation, de même que tous les résultats des travaux de préparation seront soumis à l'acceptation préalable de l'Administration.

### 3.2.2 Préparation en surface des supports béton

La préparation en surface des bétons doit être effectuée par un ou plusieurs moyens parmi ceux énumérés au tableau 1 en annexe.

Il s'agit notamment des techniques suivantes :

- sablage à sec;
- hydro-sablage;
- hydro-lavage/décapage;



- lavage à l'eau (potable) sous forte pression;
- fraisage (avec au minimum 2 passes croisées);
- grenailage à sec dans circuit fermé;
- suivi, si nécessaire, par l'un ou plusieurs des moyens énumérés sub. 7.1.1

### 3.2.3 Elimination en épaisseur des bétons

Il faut éliminer le béton en épaisseur au moyen d'un abattage avec précaution. L'Entrepreneur doit déterminer préalablement l'envergure et l'emplacement des différents décapages et procéder, s'il y a lieu, à l'adaptation de son état des lieux sub. 2.

Il doit aussi repérer la profondeur des armatures actives et passives existantes à l'aide d'un matériel approprié (pachomètre p.ex.), transférer toutes les zones critiques sur un plan et marquer leur emplacement ou alignement, etc. sur les surfaces du support. Si l'envergure de l'élimination en épaisseur des bétons devait dépasser les indications reçues sub. 2., l'Entrepreneur doit en aviser d'abord l'Administration qui laissera, le cas échéant, vérifier la stabilité de la partie d'Ouvrage en cause, ceci avant la suite du décapage.

Elle se réserve le droit de laisser procéder éventuellement à un autre moyen de protection (réalcalinisation etc.), dans le cas où les résultats de l'examen des surfaces à réparer (voir chapitre 2) laissent présumer un décapage trop important afin de protéger les armatures.

Le décapage du béton doit répondre aux impératifs suivants:

- le contour des endroits décapés est aussi continu que possible, c.à.d. arêtes droites et coins arrondis ;
- la forme décapée doit correspondre à peu près à celle d'un parallépipède, en évitant que l'épaisseur des couches de ragréage ne devienne nulle ;
- il faut garantir des surfaces de reprise adéquates ;
- le décapage doit être poursuivi jusqu'au béton sain et homogène ;
- la profondeur du décapage, par rapport au niveau fini ou prescrit de la couche respective à rapporter, doit être supérieure au triple diamètre du grain maximal de cette couche ;
- en présence d'armature, il faut considérer la qualité et l'épaisseur du béton ou mortier nécessaires à sa protection, c.à.d. que le béton est à décapé de façon à ce que les armatures puissent être soit protégées par un traitement ultérieur, soit situées dans un béton non carbonaté (= fonction du pH et de la teneur en agents agressifs) ;
- les décapages d'ouvrages ou de parties d'ouvrages précontraints sont à effectuer avec circonspection. Le responsable de ces travaux doit faire la preuve d'une connaissance suffisante du domaine de ou précontraintes, pour pouvoir estimer la répercussion de tel ou tel décapage sur tel endroit ;
- les décapages en profondeur et ragréages subséquents sont à réaliser dans le cas d'ouvrages ou de parties d'ouvrages destinés à être précontraints avant ces travaux. Le cas échéant, seul le décapage de moindre importance en profondeur pourra être réalisé après ces travaux, sous réserve de la compatibilité du projet d'ensemble, de la statique et du phasage, ainsi que de l'accord de l'ingénieur dirigeant.

Lors d'une réparation destinée à protéger des armatures, différents cas peuvent se présenter :

- après décapage, on se trouve en présence d'une armature saine, c.à.d. non rouillée: La réparation peut être poursuivie normalement ;
- après décapage, on se trouve en présence d'une armature partiellement ou totalement rouillée: Il faut s'assurer que de part et d'autre de la zone décapée, l'armature considérée pénètre dans un béton non carbonaté et procéder, dans le cas contraire, aux reprises de décapage jusqu'à ce que l'armature devienne saine ;
- après décapage, on constate que l'armature est complètement rouillée en profondeur et que la résistance mécanique est compromise: Il faut alors consulter un ingénieur agréé afin d'apprécier la possibilité de son remplacement ;

Nous différons entre quatre types de décapage en profondeur :

#### a. Elimination en profondeur, étendue en surface

Dans ces cas, l'élimination en profondeur doit être effectuée par un ou plusieurs moyens parmi les suivants :

- burinage (à l'aide d'outils manuels légers);
- repiquage au marteau léger pneumatique à aiguilles multiples (autorisation préalable requise !);
- fraisage en plusieurs passes croisées;
- hydrodémolition ;
- bouchardage (sous réserve de l'autorisation sub. 3.1) ;
- suivi, si nécessaire, par l'un ou plusieurs des moyens énumérés sub. 7.1.1

#### **b. Décapage (isolé) en profondeur du béton dégradé**

Les décapages isolés et ceux destinés à la protection des armatures se feront par sciage en surface des contours sur une profondeur de quelques mm et poursuivis en profondeur manuellement, dans les cas les plus simples et pour tout travail de finition, à l'aide d'un burin pointu. En général (ou s'il est précisé par le marché), l'Entrepreneur est tenu d'utiliser la technique de l'hydrodémolition pour un décapage important en volume. Dans certains cas fondés, laissés à l'appréciation de l'agent dirigeant, pour un décapage important en volume et avant d'atteindre une armature, on peut recourir au burinage à l'aide d'outils manuels pneumatiques ou électriques légers, en veillant toutefois à ne pas ébranler le support et à ne pas créer de micro-fissuration locale. Dans tous les cas (sauf pour l'hydrodémolition), ces décapages se termineront par un sablage à sec, afin de les débarrasser de toute matière non cohésive suivis, si nécessaire, par un brossage manuel ou mécanique.

#### **c. Décapage au droit de porosités et imperfections du béton**

Les endroits à décapier et à ouvrir ou à traiter suivant l'alignement et le contour des imperfections de bétons (Nids de cailloux, reprises mal exécutées, ..) sur une profondeur de 25 mm minimum seront définies dans l'état des lieux. (Il est précisé que certaines de ces défauts seront réparées par injection dans la masse). Les lèvres des endroits à décapier seront découpées au disque sur une profondeur de quelques mm. Le décapage se fera au burin léger et par repiquage manuel, en veillant à ne pas endommager une armature. La forme décapée doit correspondre à peu près à celle d'un parallélépipède.

En outre, les décapages sont à exécuter ou à reprendre de façon à éviter des risques de décollement, ou de rendre nulle l'épaisseur de la couche d'apport. Les endroits décapés sont à débarrasser de toute matière non cohésive, à nettoyer et à purger par aspiration. Pour un décapage étendu en surface, ou s'il est précisé par le marché, l'Entrepreneur est tenu d'utiliser la technique de l'hydrodémolition.

#### **d. Décapage en dents de scie**

Ces décapages en escalier seront exécutés conformément aux pièces du marché, ainsi qu'aux dessins d'exécution approuvés et mentionnés sub 2. Ces travaux sont à exécuter de façon à préserver impérativement les armatures éventuellement existantes et à ne pas les endommager. L'Entrepreneur doit repérer la position des armatures actives et passives existantes à l'aide d'un matériel approprié (profomètre p.ex.), marquer leur emplacement ou alignement sur les surfaces du support et déplacer éventuellement les dents de scie dans les limites de compatibilité. L'Entrepreneur doit déterminer l'emplacement définitif des crêtes, ainsi que les interruptions éventuelles des dents de scie, les marquer de façon indélébile sur les surfaces du support et matérialiser leurs alignement et dispositions. Ces travaux se feront par sciage en surface et seront poursuivis en profondeur au burin pointu et par repiquage manuel. Les surfaces préparées présenteront impérativement des crêtes d'escalier nettes et des plans inclinés rugueux. Pour les supports béton, une résistance minimale à la traction de 1,5 N/mm<sup>2</sup> est en outre requise. Les épaufrures et éclatements que ces travaux auraient éventuellement causés, sont à reprendre ou à réparer à charge de l'Entrepreneur et avec des produits et des procédés approuvés. Les surfaces préparées seront soigneusement nettoyées à l'air comprimé déshuilé et/ou à l'eau, purgées, asséchées ou humidifiées selon le type de traitement ultérieur prévu.

### **3.3 Préparation des supports acier**

La préparation des armatures nécessite:

- l'enlèvement de la rouille et de tout ce qui peut nuire à un bon accrochage ;
- le décapage par projection de matières abrasives jusqu'à l'obtention du degré Sa 2,5 minimum (selon la norme suédoise SIS 05.5900-1967) ;

- et, en général, l'élimination de tout produit pouvant nuire à l'adhérence du revêtement ultérieur.

La préparation des parties et plats métalliques apparents comprend, de plus, le meulage de leurs arêtes aigües. Les travaux de préparation de l'acier sont destinés à rendre le support, du point de vue du degré de propreté et de la rugosité, apte à recevoir les revêtements ultérieurs et à garantir leur adhérence.

La préparation des supports en acier doit être suivie de l'application de leur 1ère couche de protection dans un délai de 6 heures si le degré hygrométrique relatif de l'atmosphère ambiante ne dépasse pas les 60%, respectivement de 4 heures s'il ne dépasse pas les 75% et de 2 heures s'il ne dépasse pas les 85%.

### **3.4 Dépoussiérage**

Tout support préparé est à dépoussiérer. De plus, tout subjectile préparé et toute couche en place est à débarrasser de toute eau, poussière et parties détachées, ceci immédiatement avant l'application de la couche correspondante suivante. Le parachèvement des préparations des supports est à effectuer pour toute surface horizontale (tablier d'Ouvrage, etc.) au moyen d'aspirateurs industriels efficaces et appropriés, sachant récupérer également des liquides et des gros morceaux. Pour les autres surfaces, l'aspiration est prescrite également. Pour les surfaces inaccessibles, ces nettoyages se feront à l'air comprimé déshuilé.

### **3.5 Acceptation des préparations de support**

Toutes les surfaces et endroits préparés seront soumis par l'Entrepreneur à l'acceptation de l'agent dirigeant de l'Administration dans le cadre du P.A.Q., ceci avant toute suite des travaux. Le contrôle est effectué d'une part, par examen visuel et tactile et comparaison avec les surfaces-témoins (réalisées lors des essais de convenance préalables) ou leurs clichés qui seront annexés au journal de chantier et d'autre part, par exécution d'essais d'adhérence en présence de l'Administration et conformément aux prescriptions de l'article 1.8.5ci-après et comparaison des résultats avec ceux obtenus sur support non-préparé.

## **4 PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX RÉPARATIONS AVEC DES L.H.M.**

### **4.1 Système d'ensemble**

Le système de produits de réparation et de protection des bétons sera formé:

- des produits de protection des aciers;
- d'un primer éventuel pour améliorer les caractéristiques et/ou protéger des différents supports;
- d'une couche d'accrochage éventuelle; - des couches de ragréage et d'apport;
- des micro-mortiers de protection;
- des couches de protection.

(Ceci même si la dernière ou les 2 précédentes couches ne sont pas demandées dans le bordereau des positions). Chaque système a ses propres exigences: celles-ci seront spécifiées par le fournisseur en fonction de l'utilisation envisagée.

En fonction de l'épaisseur des ragréages, on distingue les applications monocouches et multicouches. La réalisation en plusieurs couches se fait "frais sur sec", c.à.d. après un temps de séchage entre chaque couche qui tient compte de la prise de la couche sous-jacente, ainsi que du temps nécessaire au déroulement de la plus grande partie du retrait. L'application d'un système monocouche se réalise le plus souvent en 2 passes, frais sur frais, après toutefois un temps d'attente de quelques heures nécessaire à la prise de la première passe. Chaque mode de préparation, de réparation et de protection des bétons et des aciers, ainsi que les matériaux correspondants seront définis dans l'état des lieux mentionné sub. 2 ci-avant et précisés dans les instructions sub. 1.7.).

L'utilisateur choisira les mortiers L.H.M., conformes aux exigences des tableaux 7.1.3 et 7.1.4 joints en annexe, en fonction de l'épaisseur à ragréer et des utilisations spécifiques, notamment en ce qui concerne :

- les ragréages minces ;
- les ragréages épais ;
- les ragréages au plafond ;
- les couches de protection et d'égalisation ;
- les ragréages et chapes rapportées des tabliers de ponts.

## 4.2 Travaux de préparation

Les surfaces et endroits préparés ou traités seront purgés, asséchés ou humidifiés selon les types de produits prévus ultérieurement. Dans le cas d'application de produit résineux réactif, les supports doivent être secs. Pour les couches d'accrochage à base de produits réactifs à 2 composants et les couches de protection le support ne peut démontrer un degré d'humidité supérieur à 4 %. Dans le cas d'application de produit hydraulique ou d'autres couches à base de L.H.M. et sauf indication contraire du fabricant avec résultats d'études d'épreuve à l'appui, le support béton est arrosé abondamment à l'avance de manière à lui assurer une humidification en profondeur. Au moment de l'application des produits, il doit cependant être séché au point de ne présenter qu'une apparence légèrement humide.

Toute couche appliquée doit être préparée de manière à éliminer tout produit pouvant nuire à l'adhérence de la couche suivante, si nécessaire par un balayage au jet de sable ou au moyen de tout autre procédé approuvé par l'Administration après exécution d'un essai préliminaire y relatif.

Résistance minimale à la traction des couches durcies et préparées (sauf si ce revêtement constitue un enduit élastique, spécialement formulé comme tel dans le marché): 1.5 N/mm<sup>2</sup>. Avant la suite des opérations, le degré d'humidité des subjectiles est à contrôler et l'Entrepreneur doit procéder également aux autres vérifications qui seront précisées dans ses instructions d'exécution.

## 4.3 Protection des armatures

Il faut procéder à la protection des aciers dénudés ou apparents. On peut se trouver en face de deux possibilités selon que l'épaisseur des couches de ragréage soit ou non suffisante pour constituer une protection de l'armature via la passivation alcaline du processus de corrosion.

Si la protection n'est pas suffisante, il est indispensable de traiter les armatures au moyen de produits réactifs à 2 composants à base d'une résine-époxy exempte de solvant, non chargée, contenant des inhibiteurs de corrosion et spécialement formulée pour ce genre d'application. Le produit est appliqué sans défaut le long de l'armature, de manière à l'enrober totalement et sans toucher le béton, au moyen d'un pinceau approprié, en 2 couches séparées et de couleur différente, à raison de 60 microns min. par couche. Un saupoudrage approprié de la 2ème couche sera effectué au moyen d'un sable anguleux sec et séché au feu, de granulométrie 0,2 à 0,8 mm.

Dans le cas où l'épaisseur de l'enrobage ultérieur de ces aciers est supérieure à 20 mm, on peut appliquer un produit de protection des armatures, à base de L.H.M. contenant des inhibiteurs de corrosion. Application au moyen d'un pinceau, en 2 couches séparées, à raison de 1 mm d'épaisseur minimale par couche. La protection anti-corrosion durcie doit être étanche et l'application de la couche suivante ne peut se faire qu'après son durcissement et contrôles y relatifs.

## 4.4 Couches d'accrochage

Les couches d'accrochage doivent être frottées vigoureusement dans le support. Application uniforme à l'aide d'une brosse à poils durs. Pour les surfaces horizontales, ces couches sont appliquées par bandes et sans marcher dessus. Dans le cas où le système ou le marché prévoit une couche d'accrochage, la mise en œuvre de la couche d'apport doit être exécutée dans un intervalle de temps de maturation de la couche d'accrochage préconisé par le formulateur. La non exécution d'une couche d'accrochage dépendra du système et du type de traitement utilisés, etc. et nécessitera l'accord préalable de l'agent dirigeant de l'Administration.

## 4.5 Couches de ragréage

Le serrage est effectué généralement à la main par bourrage, damage et lissage soignés. Pour des travaux de réparation, importants en profondeur ou en grande surface et pour tous travaux de renforcement en plafond ou en élévation, l'Entrepreneur doit procéder à la projection par voie sèche au moyen de produits spécialement conçus à cet effet (essais préliminaires: obligatoires). Dans ces cas les stipulations du CDC-BEPRO font foi.

Pour l'épaississement d'une dalle par projection vers le bas il faut cependant adopter la voie mouillée, afin de constituer une couche résistante de faible épaisseur. L'application se fera en plusieurs couches (la dernière couche étant constituée de mortier fin pour ragréages de 3 à 6 mm d'épaisseur) en fonction de l'épaisseur du décapage et des ragréages, de façon à ce que les prescriptions du chapitre 1.7 soient respectées.

Pour les épaufrures et les arêtes, il faut utiliser un coffrage traité à l'aide d'un produit anti-adhérent permettant un décoffrage facile et compatible avec les couches prévues ultérieurement. Le coffrage est maintenu en place à l'aide d'un serre-joint ou de tout autre dispositif approprié. Il faut décoffrer par glissement et non par traction directe. Cela doit se faire avec précaution et en évitant tout choc ou geste brusque.

Les caractéristiques mécaniques et physiques des mortiers de ragréage à base de L.H.M. doivent correspondre aux exigences du tableau 3.

## 4.6 Micro-mortiers de protection

Si des surfaces du béton sont d'aspect rugueux ou de qualité non satisfaisante, un traitement général de ces surfaces, destiné à la protection et à l'égalisation des supports, est effectué à l'aide d'un revêtement adapté et compatible, faisant partie du système global de réparation. Ce traitement sert donc à réduire la perméabilité à l'eau et la diffusion du gaz carbonique, à remplir tous les trous et bullages du support, à créer des supports adaptés à l'application de peintures, ainsi qu'à améliorer l'aspect esthétique de l'Ouvrage.

Les caractéristiques mécaniques et physiques des micro-mortiers L.H.M. (complément à l'article 1.2.) doivent correspondre aux exigences du tableau 4.

S'il en est précisé ainsi dans le bordereau, cette couche doit également permettre le pontage de fissures d'ouvertures inférieures ou égales à 0,3 mm. Les caractéristiques sub. (\*) ci-dessus sont à présenter dans ce cas à l'agrément de l'Administration.

S'il en est précisé ainsi dans le bordereau, cette couche en place doit démontrer une résistance à la diffusion de dioxyde de carbone conformément aux prescriptions du marché, ceci pour l'épaisseur prescrite dans le marché. Si l'Entrepreneur doit appliquer une épaisseur supérieure afin d'atteindre le degré de protection requis, les quantités supplémentaires seront à sa charge. Si cette épaisseur supplémentaire devait alourdir de trop la structure, ce dont l'Administration est seul juge, le produit proposé sera changé aux frais de l'Entrepreneur.

L'application se fera par spatulage ou par projection en 2 ou plusieurs couches en fonction de l'épaisseur requise, à exécuter de façon à ce que les prescriptions du chapitre 1.7 soient respectées. La projection est requise pour toute surface destinée aux parements ultérieurs. Ce procédé d'application, aussi bien que l'application manuelle sont soumis aux résultats d'essais de convenance, démontrant que les performances prescrites des couches seront obtenues.

La teinte de ce revêtement sera définie par l'Administration sur présentation d'échantillons de teintes possibles, ceci sans aucune indemnité supplémentaire.

## 4.7 Chapes minces et chapes de reprofilage

Pour ce genre d'application, destiné aux chapes rapportées d'égalisation et de reprofilage, le mortier ou béton doit supporter le choc thermique provoqué par la pose de la chape d'étanchéité et des couches asphaltiques. Préalablement à la mise en place et après "mise à nu" de la superstructure existante, l'Entrepreneur doit faire relever les profils en long et en travers, entredistants de 2 m maximum, au moyen d'un nivellement de précision avec un appareillage étalonné, par un géomètre agréé par l'Administration. Les relevés sont à transférer (y compris la T° de l'air et celle de l'Ouvrage, etc.) dans un plan, à présenter dans une échelle appropriée. Au vu des résultats, l'Administration se réserve le droit de procéder à des adaptations de ses profils et à des changements des produits ou procédés d'application prévus, ceci sans que l'Entrepreneur ait droit à une indemnité supplémentaire.

Dans les cas où ces adaptations ou changements soient imputables ou dus à des malfaçons de l'Entrepreneur, tous les calculs, justificatifs, plans, contrôles et surveillance, à faire effectuer par un bureau d'étude agréé par l'Administration, seront à charge entière de l'Entrepreneur, y compris tous les frais annexes qui en résulteraient.

Avant l'application, l'Entrepreneur doit installer et contrôler tous les dispositifs de guidage et de nivelage, ainsi que les coffrages et repères nécessaires pour une mise en place de la chape conforme aux profils définitifs.

Les caractéristiques mécaniques et physiques minimales de ces mortiers et bétons (en complément à l'art.1.2. et à ce qui précède) doivent correspondre aux exigences du tableau 3.

Les épaisseurs inférieures à 3 mm seront ragrées au moyen de chapes ou enduits frottés. Les égalisations et reprofilages de 3 à 20 mm d'épaisseur sont exécutés avec des mortiers L.H.M. Pour les épaisseurs supérieures à 20 mm, le béton spécial de reprofilage peut être livré à partir d'une centrale agréée (sauf indication contraire dans le bordereau).

L'Entrepreneur doit procéder à un serrage et à un compactage soignés de la chape. Le lissage et le ribage se feront à la taloche. Les avaloirs, joints etc., sont à protéger et tous les travaux d'adaptation sont aussi à charge de l'Entrepreneur. L'exécution se fera par bandes, sans marcher dessus et de façon à ce que les prescriptions du chapitre 1.7 ci-après soient respectées.

Tout revêtement réalisé au-delà des limites définies et retenues dans les rapports de chantier sans l'approbation de l'Administration, ainsi que toutes les surépaisseurs appliquées inutilement sont à charge de l'Entrepreneur.

## 4.8 Travaux de finition

Si le bordereau ne précisait pas le recouvrement d'un certain support par un micro-mortier L.H.M., respectivement par une couche de protection, les endroits ragrés doivent être adaptés en teinte et en texture à celle du support avoisinant.

## 5 SYSTÈMES DE PROTECTION

L'application de ces revêtements ou systèmes de peinture n'a pas uniquement un but esthétique, mais est aussi destinée à la protection et à l'étanchéité. Ces revêtements devront être durables dans le temps. Si le système d'ensemble nécessite une hydrofugation préalable, celle-ci est à comprendre dans les prix unitaires de la couche de protection correspondante.

Du fait de l'alcalinité du support en béton, les produits utilisés doivent être relativement inertes chimiquement (saponification\*).

*\*opération qui consiste à produire du savon par action d'un alcali caustique sur un corps gras, ce qui libère le glycérol et les acides gras et combine ceux-ci à la base en donnant un sel alcalin*

L'Entrepreneur doit respecter le délai de séchage des fonds, ainsi que les délais de recouvrement des différentes couches du système de peinture, vérifier le pH des supports et veiller à l'absence d'humidité en surface du support. Le produit doit être appliqué correctement et de façon à ce qu'il pénètre dans toutes les anfractuosités du support et qu'il n'emprisonne pas des microbulles d'air.

Application uniforme au rouleau ou au pistolet "airless" (pression de l'ordre de 150 bars, pulvérisation de la peinture à environ 30 cm du support et sous un angle compris entre 50° et 80°) en 2 ou plusieurs couches, en fonction de l'épaisseur sèche requise et de façon à ce que les prescriptions du chapitre 1.7 soit respectée. La quantité de produit humide du système dépend de la marque, du pourcentage de l'extrait sec, etc. Elle sera indiquée par le fabricant et retenue définitivement lors de l'exécution des essais préliminaires prescrits.

Le mode d'application par projection "airless", qui est prescrit pour toute surface destinée aux parements, nécessite généralement l'ajout d'un diluant approprié, dont le pourcentage en fonction du type de produit et selon les conditions atmosphériques sera également indiqué par le fabricant.

L'Entrepreneur doit, dès le début du chantier, effectuer un certain nombre de planches d'essai pour chaque système de peinture afin de relier les épaisseurs d'application sèches de chaque couche et du système d'ensemble à la quantité de produit humide appliquée, ceci pour des conditions d'application données. Sauf indication contraire du bordereau, le système de peinture doit présenter un aspect lisse.

Les résultats des essais de laboratoire suivants sont à soumettre à l'approbation préalable de l'Administration:

- essai de perméabilité à l'eau, à la vapeur d'eau et aux dioxydes de carbone
- essai d'adhérence au support par résistance à la traction - essai de résistance au lessivage
- essai de résistance au gel/dégel et aux sels de déverglaçage
- essai de vieillissement artificiel
- essai de résistance à la fissuration

En cours d'exécution des travaux proprement-dits, l'Entrepreneur est tenu de contrôler:

- d'une façon continue la quantité de produit humide appliquée ;
- l'épaisseur humide des couches (tous les 100 m<sup>2</sup> au min.) ;
- l'épaisseur du film sec (tous les 200 m<sup>2</sup> au minimum).

De plus, l'Entrepreneur doit procéder à un examen minutieux du revêtement appliqué :

- contrôle de l'absence de porosité, de coulures et de manques ;
- contrôle de l'homogénéité.

Le système de peinture ne doit présenter aucun cloquage, décollement, écaillage, changement de teinte, jaunissement ou farinage et tout ceci pendant une durée minimum de cinq (5) ans après réception, respectivement sept (7) ans minimum pour les revêtements thermodurcissables.

## 5.1 Classes de protection

Le choix du système de protection le plus adapté se fera par l'ingénieur dirigeant sur base des investigations pathologiques, ainsi que l'état des lieux réalisé. Ce choix est soumis à l'approbation de l'Administration.

Le CDC LHM diffère entre les systèmes de protection suivants :

### OS 1

Composition :

- hydrofuge non filmogène, ils existent deux classes en fonction de la profondeur de pénétration <10 mm; >10 mm

Applications : Protection éléments sains en béton contre l'humidité (piliers, corniches etc.) et la pénétration d'agents agressifs.

### OS2

Composition :

- hydrofuge (silane/siloxane) ;
- imprégnation (facultative) ;
- 2 couches de protection (polymères en dispersion polyuréthane, époxy en émulsion)

Applications : Eléments en béton exposés aux sollicitations atmosphériques sous condition que l'évacuation des eaux soit assurée, (sans sollicitations mécaniques).

### OS4

Composition :

- micro-mortier ;
- imprégnation (facultative) ;
- 2 couches de protection (polymères en dispersion, polyuréthane, époxy en émulsion)

Applications : Eléments en béton exposés aux sollicitations atmosphériques, (sans sollicitations mécaniques).

### OS 5a

Composition :

- micromortier (facultatif)
- min. 2 couches de protection à base de ciments élastifiés

Applications : Eléments en béton exposés aux sollicitations atmosphériques et atteints de fissures superficielles, (sans sollicitations mécaniques).

### OS 5b

Composition :

- micromortier
- imprégnation
- 2 couches de protection flexibles à base polymères en dispersion
- le cas échéant, une couche de finition

Applications : Eléments en béton exposés aux sollicitations atmosphériques et atteints de fissures superficielles, (sans sollicitations mécaniques).

#### **OS 11**

Composition :

- imprégnation
- couche flexible d'étanchéité (pure)
- couche d'usure chargée et saupoudrée
- le cas échéant, une couche de finition

Applications : Eléments en béton exposés aux sollicitations atmosphériques et atteints de fissures superficielles ou fissures traversantes, avec sollicitations mécaniques (fissures dynamiques).

#### **OS 13**

Composition :

- imprégnation
- couche flexible d'étanchéité chargée et saupoudrée.
- couche de finition
- le cas échéant, deuxième saupoudrage
- le cas échéant, deuxième couche de finition

Applications : Eléments en béton exposés aux sollicitations atmosphériques et atteints de fissures superficielles ou fissures traversantes, avec sollicitations mécaniques (fissures statiques).

## **6 QUALITE D'ASPECT**

En cas de non-conformité de tout ou partie des travaux aux prescriptions du marché et au présent C.D.C., l'Entrepreneur est tenu de procéder immédiatement aux réparations nécessaires, à condition que celles-ci, ainsi que le résultat final obtenu soient compatibles avec les exigences et les qualités d'aspect requises. Ces réparations, à charge de l'Entrepreneur, peuvent être des réparations locales appropriées, des applications supplémentaires des systèmes ou des revêtements de protection approuvés, des décapages et démolitions, etc.

### **6.1 Prescriptions générales**

Les ragréages, chapes et protections devront rester étanches lors des sollicitations qui leur seront imposées normalement. Les procédés de mise en œuvre qui peuvent entraîner des inégalités sensibles d'aspect ou de durée totale d'application des couches, sont interdits.

### **6.2 Critères de la qualité d'aspect**

Les qualités d'aspect doivent être garanties. La mise au point, la présentation et l'acceptation d'échantillons de grandeurs suffisantes ou de surfaces témoins, auxquels sont systématiquement et contradictoirement comparés toutes les couches appliquées, constitueront le contrôle de la qualité d'aspect.

Suivant l'importance des exigences de leurs qualités, les différentes couches sont classées en:

- a) Couche ou revêtement non destinée aux parements, respectivement couche destinée à être revêtue.
- b) Couche ou revêtement destinée aux parements simples.
- c) Couche ou revêtement destinée aux parements fins.

#### **6.2.1 Critères de teinte**

ad a) ci-dessus:

Pas de régularité de teinte requise

ad b) ci-dessus:

A l'échelle d'une partie d'Ouvrage constituant un ensemble, il faut que la teinte soit homogène et uniforme, qu'il n'y ait pas de taches et qu'il y ait une unité de teinte, de telle sorte qu'il ne soit pas



possible de déceler des variations de teinte sensibles, même entre surfaces de parements éloignées les unes des autres.

ad c) ci-dessus:

Les stipulations formulées ci-dessus pour l'obtention de parements simples sont d'application. De plus, la teinte des parements doit être identique.

### **6.2.2 Critères de texture**

ad a) ci-dessus:

Il faut qu'il y ait absence totale de ségrégation, de marbrure, de trou, de bulle, de tassure et de fissure.

ad b) ci-dessus:

Les stipulations formulées ci-dessus pour l'obtention de couche ou revêtement non destiné aux parements ou destiné à être revêtu sont d'application.

De plus, la texture doit être homogène pour les parties d'Ouvrage constituant un ensemble. En outre, il faut qu'il n'y ait aucune épaufrure, ni aucune écornure.

ad c) ci-dessus:

Les stipulations formulées ci-dessus pour l'obtention des parements simples sont d'application.

De plus, la texture des parements est identique et définie préalablement à l'exécution, soit par référence à un élément ou à une surface étalon, ou à un parement existant, etc.

### **6.2.3 Tolérances de forme**

Toutes les tolérances de formes, énumérées ci-après doivent être respectées.

La tolérance de forme sur toute dimension  $d$ , est limitée à:

- Un millimètre (+ ou - 1mm) pour les dimensions inférieures ou égales à 25 cm.
- A la racine carrée de la dimension  $d$  (exprimée en cm) prescrite par les plans d'exécution, divisée par 50, pour les valeurs supérieures à 25 cm.

La valeur maximale du désaffleurl, c.à.d. de la dénivellation continue maximale tolérée de la surface d'un plan, est limitée à 0,1 mm pour les parements fins et à 0,5 mm pour les autres cas. De plus, la condition de régularité de la texture doit être assurée pour les couches utilisées en parement. La valeur maximale du défaut de planéité d'une surface plane d'un parement, c.à.d. de l'écart maximal toléré de la surface d'un plan à une ligne droite passant par deux points de cette surface, est définie par  $f$  max, c.à.d. par la différence entre la valeur maximale (a) et la valeur minimale (b) de la distance de la surface à cette ligne droite :

- $f$  max des couches en parement ou destinées à être revêtues par des couches destinées aux parements est limitée à 3 mm pour la planéité d'ensemble rapportée à la règle de 2 m et à 2 mm pour la planéité locale rapportée à la règle de 20 cm.
- $f$  max des couches non destinées aux parements et non destinées à être revêtues par des couches destinées aux parements: sans objet.

## 7 ANNEXES

### 7.1 Tableaux

#### 7.1.1 Tableau 1 - Procédés de préparation en surface de supports béton

\*(origine du tableau →ZTV ING Teil 3 Massivbau - Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Tabelle 3.4.2:)

	1	2		3					4	5	6
	Procédé	Matériel, Matériaux		Application					Champ d'application	Caractéristiques exigées	Traitement supplémentaire minimal
	Type			1	2	3	4	5			
1	Décapage	Marteau Burin	Manuel	X	X	X			Localement Petites surfaces	Les blessures aux armatures sont à éviter ; attention particulière aux câbles de précontrainte	Sablage
		Burin	Air comprimé, électrique						*a		
		Pistolet à aiguilles		X	X			(X) *g			
2	Brossage	Brosse métallique rotative		X	X			(X) *g	Applications en fonction du matériel		Nettoyage
3	Fraisage	Fraiseuse à tambour		X	X	X			Décapage étendu sur surfaces horizontales	Décapage par passe ≤5 mm, recouvrement des bandes de fraisage ≤ 5 cm ; guidage électronique	Sablage, y compris le traitement de petites surfaces non traitées par fraisage
4	Ponçage	Ponceuse		X	X				Localement Petites surfaces	Propulsion mécanique ; vitesse d'avancement ≤1m/min	Nettoyage
5	Sablage à circuit fermé, grenailage	Sablage avec aspiration simultanée. Grenailleuse		X	X	(X) *c	X		Surfaces horizontales et/ou verticales en fonction du matériel		
6	Hydro démolition	Lavage à très haute pression ≥800 bar		X	X	(X) *e	(X) *h		Surfaces horizontales et verticales		Nettoyage
7a	Sablage	Sablage à sec		X	X	(X) *c	X		Surfaces horizontales et verticales	Protection antipoussière ; respect législation environnementale ; air déshuilé ! *d	Nettoyage
7b		Sablage humide		X	X	(X) *c	(X) *h		Surfaces horizontales et verticales	Protection antipoussière peut être supprimée	Nettoyage
7c		Sablage à l'eau		X	X	(X) *c	(X) *h		Surfaces horizontales et verticales	air déshuilé ! *d	Nettoyage
8a	Nettoyage	A l'air comprimé						X	Surfaces horizontales et verticales	Protection antipoussière ; air déshuilé ! *d	
8b		Aspiration par aspirateurs industriels						X	Procédé recommandé pour surfaces horizontales étendues	Aspirateurs industriels aspirant eau et déchets grossiers	
8c		Lavage sous pression Lavage à l'eau chaude		(X) *f					X	Elimination de souillures atmosphériques	

1=élimination de restants de revêtements et produits de cure ainsi que souillures superficielles

2=décapage de laitance et de couches non adhérentes

3=décapage de béton et/ou LHM malsain, ainsi que dégagement des armatures

4=élimination de produits de corrosions sur armatures et autres pièces métalliques

5=élimination de poussière, eau et particules non adhérents du support béton

a=danger de destruction en profondeur du béton

c=degré de décapage en fonction de la pression d'air, du dosage et du type de scories

d=déshuilé : les compresseurs employés doivent être équipés d'un déshuileur certifié garantissant un degré d'élimination ≤0,01 ppm

e=profondeur de décapage en fonction de la pression d'eau

f=le décapage parfait des restes de revêtements n'est pas toujours garanti

g=exclus comme préparation pour l'application de peintures et revêtements

h=éventuellement à faire suivre par un sablage à sec

## 7.1.2 Tableau 2 - Procédés de préparation en surface de supports aciers

\*(origine du tableau →ZTV BEL ST)

	1	2	3			4	5	6
	Procédé		Application					
	Type	Matériel, Matériaux	1	2	3			
1	Sablage à circuit fermé, grenailage	Sablage avec aspiration simultanée. Grenailleuse	X	X		Surfaces horizontales et/ou verticales en fonction du matériel		
2	Hydro démolition	Lavage à très haute pression ≥800 bar	X	(X) *a		Surfaces horizontales et verticales		Nettoyage
3	Sablage	Sablage à sec *c	X	X		Surfaces horizontales et verticales	Protection antipoussière ; respect législation environnementale ; air déshuilé ! *d	Nettoyage
4a	Nettoyage	A l'air comprimé			X	Surfaces horizontales et verticales	Protection antipoussière ; air déshuilé ! *d	
4b		Aspiration par aspirateurs industriels			X	Procédé recommandé pour surfaces horizontales étendues	Aspirateurs industriels	

1=élimination de restants de revêtements et souillures superficielles

2=élimination de produits de corrosions sur tabliers en acier et autres pièces métalliques

3=élimination de poussière, eau et particules non adhérents du support acier

a=éventuellement à faire suivre par un sablage à sec

c=degré de décapage en fonction de la pression d'air, du dosage et du type de scories voir 2.1.3.

d=déshuilé : les compresseurs employés doivent être équipés d'un déshuileur certifié garantissant un degré d'élimination ≤0,01 ppm

### 7.1.3 Tableau 3 - Exigences aux mortiers de réparation LHM

\*(origine des tableaux →TL/TP BE PCC)

TL BE-PCC		Tabelle 1: Anforderung an die Stoffe und Stoffsysteme für die Grundprüfung und Güteüberwachung			Blatt 1
Zeile Nr.	Art der Prüfung/Prüfgröße	Prüfung nach TP BE-PCC Abschnitt Nr.	Anforderung		
	1	2	Grundprüfung (s. auch Abschnitt 4.1)	Güteüberwachung (zul. Toleranzen gegenüber Sollwerten)	
Prüfungen an den Ausgangsstoffen des PCC, der mineralischen Korrosionsschutzbeschichtung, der zementgebundenen Haftbrücke und des Feinspachtels					
1	Schüttdichte	2.1	-	± 0.05 kg/dm <sup>3</sup>	
2	Kornzusammensetzung	2.2	≤ 5% Überkorn	PCC: Prüfkorngröße 0.125 mm: ± 3% abs. Prüfkorngrößen ≥ 0.25 mm: ± 5% abs Feinspachtel, Haftbrücken: Prüfkorngrößen ≥ 0.125: ± 5% abs. (jeweilsbezogen auf der Sieblinie)	
3	Festkörpergehalt/Trockenrückstand	2.3	-	± 5% rel. bei Festkörpergehalten >20% ± 10% rel. bei Festkörpergehalten ≤ 20%	
4	Thermogravimetrische Analyse	2.4	--	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung. Bei der Beurteilung sollen die übrigen Kennwerte mit berücksichtigt werden	
5	Infrarot-Spektrum	2.5	-		
Prüfungen an der EP-Korrosionsschutzbeschichtung und der EP-Haftbrücke					
6	Dichte	3.2	-	± 1%, bei gefüllten Systemen ±2%	
7	Epoxidäquivalent	3.3	-	±3%	
8	Aminzahl	3.4	-	±4%	
9	Thermogravimetrische Analyse	3.5	-	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung. Bei der Beurteilung sollen die übrigen Kennwerte mit berücksichtigt werden	
10	Infrarot-Spektrum	3.6	-		
11	Ablaufneigung	3.7	Trockenschicht der senkrecht stehend gelagerten Platte ≥ 60% der Trockenschichtdicke auf der waagrecht liegenden Platte	Absolute Abweichung vom Relativmaß der Trockenschichtdicke ±10%	
Prüfungen am Frischmörtel/Gemisch					
12	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	4.3	--	Ausbreitmaß: ±10% bei der Eigenüberwachung ±15% bei der Fremdüberwachung Rohdichte: ±0.05 kg/dm <sup>3</sup> bei der Eigenüberwachung ± 0.10 kg/dm <sup>3</sup> bei der Fremdüberwachung Luftgehalt: ±2% abs. bzw. ±50% rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)	
13	Konsistenzänderung (Temperatur, Zeit)	4.4	Keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit	-	
14	Ablaufneigung	4.5	Trockenschicht der senkrecht stehend gelagerten Platte ≥ 60% der Trockenschichtdicke auf der waagrecht liegenden Platte	Absolute Abweichung vom Relativmaß der Trockenschichtdicke ±10%	
15	Verarbeitbarkeitsdauer	4.6	Hinreichend Streichfähig	-	

<b>TL BE-PCC</b>	<b>Tabelle 1: Anforderung an die Stoffe und Stoffsysteme für die Grundprüfung und Güteüberwachung</b>			<b>Blatt 2</b>
------------------	---	--	--	----------------

Zeile Nr.	Art der Prüfung/Prüfgröße	Prüfung nach TP BE-PCC Abschnitt Nr.	Anforderung	
	1	2	3	4

Prüfungen am Festmörtel/an den erhärteten zementgebundenen Stoffe

16	Festigkeit nach Lagerung A	5.3	Kein Festigkeitsabfall		-																												
17	Festigkeit nach Lagerung B	5.4	Mindestwerte: <table border="1" style="margin: 5px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="3"></th> <th colspan="2">Druckfestigkeit βD (N/mm<sup>2</sup>)</th> <th colspan="2">Biegezugfestigkeit βbz (N/mm<sup>2</sup>)</th> </tr> <tr> <th colspan="2">PCC</th> <th colspan="2">PCC</th> </tr> <tr> <th>I,II</th> <th>I,II</th> <th>I,II</th> <th>I,II</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7d</td> <td>30</td> <td>-</td> <td>5</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>28d</td> <td>45</td> <td>30</td> <td>8</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>90d</td> <td colspan="4">Kein Festigkeitabfall</td> </tr> </tbody> </table>			Druckfestigkeit βD (N/mm <sup>2</sup> )		Biegezugfestigkeit βbz (N/mm <sup>2</sup> )		PCC		PCC		I,II	I,II	I,II	I,II	7d	30	-	5	-	28d	45	30	8	6	90d	Kein Festigkeitabfall				Biegezugfestigkeit nach 7 d und 28 d: ±20% Druckfestigkeit nach 7 d: ±15% Druckfestigkeit nach 28 d: ±10%
	Druckfestigkeit βD (N/mm <sup>2</sup> )		Biegezugfestigkeit βbz (N/mm <sup>2</sup> )																														
	PCC		PCC																														
	I,II	I,II	I,II	I,II																													
7d	30	-	5	-																													
28d	45	30	8	6																													
90d	Kein Festigkeitabfall																																
18	Quellen	5.5	Nach 90 d: ε <sub>Q</sub> ≤ 0.3 ‰		-																												
19	Schwinden	5.6	Nach 90 d: ε <sub>S</sub> ≤ 1.2 ‰		Nach 28d: ±20%																												
20	Gesamtgehalt an Halogenen	5.7	Halogengehalt ≤ 0.05% bezogen auf die Trockenmasse																														
21	Korrosionfördernde Stoffe	5.8	Keine Korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl																														
22	Trockenrohdichte	5.9	-		± 0.05 kg/m <sup>3</sup>																												
23	Thermische Dehnung	5.10	αt ≤ 15 · 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>		-																												
24	Dynamischer Elastizitätsmodul	5.11	PCC I und PCC II: E <sub>dyn</sub> =25-40 kN/mm <sup>2</sup> PC III: E <sub>dyn</sub> =15-35 kN/mm <sup>2</sup>		-																												
25	Karbonatisierungstiefe	5.12	C <sub>90d</sub> ≤ 2 mm		-																												
26	Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung	5.13	β <sub>D</sub> ≥ 90% von β /Lag.B β <sub>BZ</sub> ≥ 75% von β /Lag.B		-																												
27	Kapillare Wasseraufnahme	5.14	W <sub>24</sub> ≤ 0.5 kg/m <sup>2</sup> h <sup>-0.5</sup>		-																												

TL BE-PCC		Tabelle 1: Anforderung an die Stoffe und Stoffsysteme für die Grundprüfung und Güteüberwachung			Blatt 3
Zeile Nr.	Art der Prüfung/Prüfgröße		Prüfung nach TP BE-PCC Abschnitt Nr.	Anforderung	
				Grundprüfung (s. auch Abschnitt 4.1)	Güteüberwachung (zul. Toleranzen gegenüber Sollwerten)
	1		2	3	4
Prüfungen an Verbundkörpern					
28	Abreißfestigkeit nach	Lagerung A	7.3	Mittelwerte $\beta_{HZ} \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$	-
29		Lagerung B	7.4	Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Jeweils 28 d, 90 d Max. Rißbreite 0,1 mm	Mittelwerte $\beta_{HZ} \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Max. Rißbreite 0,1 mm
30		Applikation vertical	7.5	Mittelwerte $\beta_{HZ} \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Max. Rißbreite 0,1 mm	-
31		Applikation über Kopf	7.6		-
32		Applikation am Ende der Verarbeitung	7.7	Mittelwerte $\beta_{HZ} \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$	-
33		Applikation am Ende der Verarbeitung bei erhöhter Temperatur	7.8	Max. Rißbreite 0,1 mm Keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit	-
34		Frost-Tausalz-Beanspruchung	7.9	Mittelwerte $\beta_{HZ} \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Max. Rißbreite 0,1 mm	-
35		Temperaturwechselbeanspruchung	7.10	PCC: Mittelwerte $\beta_{HZ} \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Max. Rißbreite 0,1 mm Feinspachtel: Mittelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,0 \text{ N/mm}^2$ Max. Rißbreite 0,05 mm	-
36		Schwingbeanspruchung	7.11	Mittelwerte $\beta_{HZ} \geq 2,0 \text{ N/mm}^2$ Einzelwerte $\beta_{HZ} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ Max. Rißbreite 0,1 mm	-
37		Behindertes Schwinden	7.12	Keine großflächigen Ablösungen von der Unterlage, max. Rißbreite 0,1 mm	-
38	Beständigkeit der Korrosionsschutzbeschichtung	7.13	Stähle korrosionsfrei Unterrostung an freigeschliffener Blechkante $\leq 1 \text{ mm}$	-	
39	Verhalten bei bewehrten Verbundkörpern	7.14	Kein Abwitterung des PCC, keine Schädigung des Haftverbundes, keine Korrosion der Bewehrung, max. Rißbreite 0,1 mm	-	

## 7.1.4 Tableau 4 - Exigences aux systèmes de protection des bétons

\*(origine du tableau →DIN 18026)

Tabelle 2 – Anforderungen an das Oberflächenschutzsystem OS 1

Spalte	1	2	3
Zeile	Leistungsmerkmale nach DIN EN 1504-2	Prüfverfahren nach	Anforderung
1	Masseverlust nach Frost-Tausalz-Wechselbeanspruchung	DIN EN 13581	Masseverlust 20 Zyklen später als bei nicht imprägnierter Probe
2	Eindringtiefe	DIN EN 1504-2:2004, Tabelle 3	Klasse I: < 10 mm Klasse II: ≥ 10 mm
3	Wasseraufnahme und Alkalibeständigkeit	DIN EN 13580	Absorptionskoeffizient < 7,5 % im Vergleich mit unbehandelter Probe < 10% in Alkallilösung
4	Koeffizient der Trocknungsgeschwindigkeit	DIN EN 13579	Klasse I: > 30% Klasse II: > 10%

Tabelle 3 – Anforderungen an die Oberflächenschutzsysteme OS 2 und OS 4

Spalte	1	2	3
Zeile	Leistungsmerkmale nach DIN EN 1504-2	Prüfverfahren nach	Anforderung
1	Gitterschnittprüfung	DIN EN ISO 2409 Schnittbreite: 4 mm	Gitterschnittwert: ≤ GT2
2	CO <sub>2</sub> -Durchlässigkeit	DIN EN 1062-6	μ <sub>D</sub> > 50 m
3	Wasserdampf-Durchlässigkeit	DIN EN ISO 7783-1 DIN EN ISO 7783-2	Klasse I: μ <sub>D</sub> < 5 m
4	Kapillare Wasseraufnahme und Wasserdurchlässigkeit	DIN EN 1062-3	w < 0.1 kg/(m <sup>2</sup> ·h <sup>0,5</sup> )
5	Haftfestigkeit nach Prüfung auf Temperaturwechselverträglichkeit Für Anwendungen im Außenbereich unter Einfluss von Tausalzen: Gewitterregenbeanspruchung (Temperaturschock) (10x) und Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff (50x)	DIN EN 13687-2  DIN EN 13687-1	Nach Temperaturwechselbeanspruchung a) keine Risse, Blasen, Ablösungen b) Abreiβversuch  ≥ 1,0 (0,7) N/mm <sup>2</sup> Der Wert in Klammern ist der kleinste zulässige Wert jeder Ablesung
6	Abreiβversuch	DIN EN 1542	≥ 1,0 (0,7) N/mm <sup>2</sup> Der Wert in Klammern ist der kleinste zulässige Wert jeder Ablesung
7	Brandverhalten nach Aufbringung	DIN EN 13501-1	Mindestanforderung: Klasse E-d2
8	Künstliche Bewitterung nach DIN EN 1062-11:2001-10, 4.2 (UV-Bestrahlung und Feuchte), nur bei Anwendung im Außenbereich	DIN EN 1062-11:2002-10,4.2	Nach 2000 h künstlicher Bewitterung: Keine Blasen, keine Risse kein Abblättern

Tabelle 4 – Anforderungen an die Oberflächenschutzsysteme OS 5a und OS 5b

Spalte	1	2	3
Zeile	Leistungsmerkmale nach DIN EN 1504-2	Prüfverfahren nach	Anforderung
1	Gitterschnittprüfung	DIN EN ISO 2409 Schnittbreite: 4 mm	Gitterschnittwert: $\leq$ GT2
2	CO <sub>2</sub> -Durchlässigkeit	DIN EN 1062-6	$\mu_D > 50$ m
3	Wasserdampf-Durchlässigkeit	DIN EN ISO 7783-1 DIN EN ISO 7783-2	Klasse I: $\mu_D < 5$ m
4	Kapillare Wasseraufnahme und Wasserdurchlässigkeit	DIN EN 1062-3	$w < 0.1$ kg/(m <sup>2</sup> •h <sup>0,5</sup> )
5	Hafffestigkeit nach Prüfung auf Temperaturwechselverträglichkeit Für Anwendungen im Außenbereich unter Einfluss von Tausalzen: Gewitterregenbeanspruchung (Temperaturschock) (10x) und Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff (50x)	DIN EN 13687-2  DIN EN 13687-1	Nach Temperaturwechselbeanspruchung a) keine Risse, Blasen, Ablösungen b) Abreiβversuch  $\geq 1,0$ (0,7) N/mm <sup>2</sup> Der Wert in Klammern ist der kleinste zulässige Wert jeder Ablesung
6	Rissüberbrückungsfähigkeit Im Anschluss an die Konditionierung nach DIN EN 1062-11:2002-10, 4.1 – 7 Tage bei 70°C für Reaktionsharzsysteme 4.2 – UV-Bestrahlung und Feuchte bei Dispersions-Systemen	DIN EN 1062-7	Rissüberbrückungsfähigkeit B 2 (-20 °C)
7	Abreiβversuch	DIN EN 1542	$\geq 0,8$ (0,5) N/mm <sup>2</sup> Der Wert in Klammern ist der kleinste zulässige Wert jeder Ablesung
8	Brandverhalten nach Aufbringung	DIN EN 13501-1	Mindestanforderung: Klasse E-d2
9	Künstliche Bewitterung nach DIN EN 1062-11:2001-10, 4.2 (UV-Bestrahlung und Feuchte), nur bei Anwendung im Außenbereich	DIN EN 1062-11:2002-10,4.2	Nach 2000 h künstlicher Bewitterung: Keine Blasen, keine Risse kein Abblättern