

BETOCIB

**PROTECTION ET ENTRETIEN
DES BÉTONS
A BASE DE CIMENT BLANC**

*Annexe aux
Prescriptions techniques*

Avril 2001



7, place de la Défense - La Défense 4
92974 PARIS LA DÉFENSE CEDEX
Tél. : 01 55 23 01 15 - Fax : 01 55 23 01 16

BETOCIB

PROTECTION ET ENTRETIEN DES BÉTONS A BASE DE CIMENT BLANC

Annexe aux Prescriptions techniques

Edition 2001

Sommaire

BETOCIB	1
PROTECTION ET ENTRETIEN	1
DES BÉTONS A BASE DE CIMENT BLANC.....	1
PREAMBULE	3
1. POURQUOI PROTEGER ET ENTRETENIR LES BETONS ?	4
Rappel des critères de qualité intrinsèques du béton	5
<i>Conception architecturale</i>	5
<i>Composition du béton</i>	5
<i>Fabrication et mise en place du béton</i>	5
2. CARACTERISTIQUES DES SUPPORTS ET NATURE DES SALISSURES	6
2/1. TYPES DE SUPPORTS	6
2/2. TYPES DE SALISSURES	6
2/3. INFLUENCE DE LA NATURE DU SUPPORT SUR LA SENSIBILITE AUX SALISSURES.....	7
<i>La compacité</i>	7
<i>La rugosité</i>	7
<i>La porosité</i>	7
3. PROTECTION	8
3/1. CARACTERISTIQUES DES PRINCIPALES FAMILLES D'HYDROFUGES DE SURFACE.....	8
3/2. CARACTERISTIQUES DES PRINCIPALES FAMILLES D'ANTIGRAFFITI	12
<i>L'action curative : « nettoyer les graffiti »</i>	12
<i>L'action préventive : « se protéger des graffiti »</i>	13
3/3. CARACTERISTIQUES DES PRINCIPALES FAMILLES DE PRODUITS DE PROTECTION DES SOLS EN BETON	17
4. NETTOYAGE	19
4/1. PRINCIPALES METHODES DE NETTOYAGES.....	19
4/2. DETACHAGE	22
5. RECOMMANDATIONS D'UN CONTRAT DE MAINTENANCE	24
RECOMMANDATIONS AU MAITRE D'OUVRAGE ET A L'ARCHITECTE.....	24
6. ANNEXES	25
LEXIQUE	25
NORMES ET FASCICULES	26
ETUDES, GUIDES	27

PREAMBULE

Le béton a eu longtemps la réputation de n'avoir besoin ni d'entretien ni de protection. Or on s'aperçoit que de nombreux ouvrages, construits il y a vingt ans, sont sales et se dégradent, faute d'entretien et de protection.

Il nous a donc semblé indispensable de rédiger un document pour faire connaître aux architectes et aux prescripteurs les techniques de protection et d'entretien les mieux adaptées à l'ouvrage, qu'il soit neuf ou ancien.

Outil d'aide à la prescription technique, il doit servir utilement aussi bien le décideur représentant le maître d'œuvre que le technicien chargé de son application, le premier recherchant un produit efficace et pérenne, le second devant garantir le traitement de l'ouvrage.

Ce document n'est pas exhaustif, il n'a qu'un rôle purement indicatif. Il invite tous les acteurs concernés à s'engager dans une véritable démarche de protection et de maintenance des bétons.

La protection préventive est un geste de qualité qui signe l'intention de préserver et de respecter l'œuvre.

1. POURQUOI PROTÉGER ET ENTRETENIR LES BÉTONS ?

Le respect des règles de mise en œuvre est essentiel pour donner au matériau des caractéristiques initiales élevées tant sur le plan technique qu'esthétique, immédiates et évolutives dans le temps.

Ce « savoir-faire » ne doit pas exclure la prise de conscience et le respect d'un phénomène inéluctable et naturel : le **vieillessement**. Prenant en compte ce phénomène, nous arrivons naturellement à la question de l'entretien si nous voulons que le matériau soit pérenne.

En effet, tout comme les façades en verre, les parements de béton doivent être entretenus régulièrement par des méthodes adaptées à leur spécificité.

La protection et l'entretien des bétons doivent donc être considérés comme des actions normales et prévisibles, pour autant qu'elles n'aient pas à intervenir sur les phénomènes pathologiques liés par exemple au non-respect des règles techniques de mise en œuvre.

La protection est associée à la durabilité esthétique des parements et à la durabilité structurale. Elle garantit l'homogénéité des teintes entre panneaux (variations de teinte dues à la pluie).

— Les altérations d'origine esthétique sont :

Naturelles :

- Organiques (mousse, lichen...)
- Atmosphériques (cendres, fumées...)
- Efflorescences

Accidentelles ou volontaires (goudron, peinture, tags, graffiti...)

— Les altérations structurelles sont :

Fissure

Microfaiénçage

Eclatement du béton par corrosion des armatures

Dégradation par nettoyage inadapté

Des interventions simples doivent permettre, tous les cinq ou dix ans, selon les produits et les sites, de conserver au mieux les bétons ou de leur rendre l'aspect originel disparu.

— Béton neuf : protection + entretien + diagnostic à 5 ans

— Béton ancien : diagnostic + nettoyage (restauration si nécessaire) + protection + entretien + diagnostic à 5 ans

RAPPEL DES CRITERES DE QUALITE INTRINSEQUES DU BETON

Quelle que soit la protection mise en place sur un béton, il faut savoir que celle-ci ne rendra jamais bon un mauvais béton. Pour une optimisation de leurs actions, les produits doivent être appliqués sur un support béton, conforme aux règles de l'art rappelées dans *Les Bétons à base de ciment blanc - Prescriptions techniques* de BETOCIB, dont voici l'essentiel depuis la conception de l'ouvrage jusqu'à la mise en place du béton.

Conception architecturale

- Eviter les pièges à eau (creux, saillies...)
- Maîtriser les ruissellements (larmiers, corniches, chaperons)
- Tenir compte de l'orientation des parements

Composition du béton

- Réaliser un béton adapté à l'ouvrage (conditions environnementales...)
- Incorporer des sables et granulats propres et issus de roches saines
- Proscrire les excès d'eau
- Utiliser des adjuvants spécifiques (réducteur d'eau, superplastifiant...)

Fabrication et mise en place du béton

- Adapter le malaxage à la composition
- Interdire le rajout d'eau
- Respecter les épaisseurs d'enrobage prescrites
- Vibrer de manière à obtenir la meilleure compacité tout en évitant les ségrégations
- Protéger le béton frais du vent, soleil et gel par un produit de cure

Les bétons réalisés doivent être protégés mécaniquement ou chimiquement jusqu'à la réception définitive du chantier, afin d'éviter toute salissure préjudiciable et dommageable pour la pérennité et la qualité esthétique de l'ouvrage.

En cas de salissures, le nettoyage des bétons doit impérativement être fait avec des produits adaptés au support (*cf.* tableau n° 5).

Il est recommandé de procéder à un essai préalable pour s'assurer de la compatibilité du produit de nettoyage avec le support.

2. CARACTERISTIQUES DES SUPPORTS ET NATURE DES SALISSURES

2/1. TYPES DE SUPPORTS

Les domaines d'utilisation des bétons architectoniques sont :

- Bâtiments
- Ouvrages d'art
- Sols intérieurs et extérieurs
- Aménagement urbain

Ces bétons sont coulés en place ou préfabriqués (brut ou traité). Leurs parements doivent être adaptés à l'usage et/ou à l'esthétique recherchée.

L'assemblage des formes, des techniques de mise en place, des couleurs et des textures est infini.

Les principaux aspects de surface sont classés en trois catégories :

- bruts
- traités
- revêtus

2/2. TYPES DE SALISSURES

Les bétons utilisés en intérieur ou extérieur subissent des agressions atmosphériques et mécaniques mais aussi des agressions liées à leur environnement :

- Hydrocarbures (huiles, gasoil, suie...)
- Bitume ou asphalte
- Gomme à mâcher
- Efflorescences
- Rouille
- Graffiti, tags
- Tanin
- Micro-organismes
- Peinture
- Autres

2/3. INFLUENCE DE LA NATURE DU SUPPORT SUR LA SENSIBILITE AUX SALISSURES

Selon sa nature, un béton peut être plus ou moins sensible aux salissures.

Les paramètres influents sont :

- La compacité
- La rugosité
- La porosité

La compacité

En recherchant une compacité élevée, on optimise l'homogénéité du matériau et on réduit la présence de vides susceptibles de favoriser la pénétration des salissures.

La rugosité

Le degré de rugosité détermine la sensibilité aux salissures et la facilité de nettoyage. On s'attache à trouver le meilleur compromis pour que le béton ne soit pas glissant sans pour autant fixer les salissures.

La porosité

Ce paramètre, qui caractérise le nombre et la dimension des pores, apparaît comme le plus déterminant pour la pénétration des salissures (une faible porosité résulte d'une bonne compacité). La porosité doit être adaptée pour empêcher l'accrochage des salissures et faciliter le nettoyage (pores peu nombreux et de petite taille).

Rappel : Les problèmes de salissures doivent être pris en compte dès la conception du bâtiment car certaines formes favorisent l'encrassement.

3. PROTECTION

3/1. CARACTERISTIQUES DES PRINCIPALES FAMILLES D'HYDROFUGES DE SURFACE

L'hydrofugation de surface est sans doute le système de protection des bétons le plus répandu actuellement. Il doit être utilisé pour la protection des bétons architectoniques.

Un hydrofuge de surface est un produit destiné à limiter la pénétration de l'eau dans les pores du béton, sans en altérer les qualités mécaniques et esthétiques.

L'hydrofuge de surface doit être utilisé :

- Soit en préventif : comme protection contre la pénétration d'eau dans le support ;
- Soit en curatif : en rénovation et entretien des façades.

C'est en général un produit non filmogène. Il agit par capillarité, ce qui a son importance aussi bien pour l'aspect des surfaces à traiter que pour l'efficacité du traitement. Il devra posséder les qualités suivantes :

- Créer une surface qui s'oppose à la pénétration de l'eau sans bloquer les échanges gazeux ;
- Ne pas modifier la teinte ni la texture de la surface, et ce même en vieillissant ;
- Avoir une profondeur de pénétration suffisante ;
- Ne pas entrer en réaction avec le béton ;
- Accepter éventuellement un certain taux d'humidité du support lors de l'application (produit en phase aqueuse).

Une assez grande variété de produits existent sur le marché, parmi lesquels les plus couramment utilisés sont :

- Oligomères de siloxane ;
- Résines silicones ;
- Silanes (organo-siliciques monomères) ;
- Siliconates ;
- Acryliques ;
- Résines fluorées.

Ces six grandes familles et leurs dérivés présentent des caractéristiques assez différentes qu'il est important d'étudier avant de faire son choix. On se reportera utilement au tableau n° 1 présentant dans le détail ces familles, avec leurs caractéristiques et leur adaptation au support à traiter. Le choix d'un produit compatible avec la qualité du support pourra se faire grâce aux conseils des fabricants et des applicateurs, et par la consultation des fiches produits détaillées.

Il existe des traitements spécifiques en fonction des différents types de parements et donc le choix de produits à appliquer doit en tenir compte pour optimiser l'efficacité de la protection. Pour choisir ces produits une zone témoin peut être réalisée.

Avant toute application, il faut s'assurer des préconisations suivantes :

- La concentration à utiliser (solution mère) qui devra être conforme aux notices techniques ;
- La technique d'application et de la quantité de produit à appliquer ;
- Les délais d'application à prévoir en fonction des conditions atmosphériques.

Ces préconisations peuvent s'appuyer sur le rapport de la zone témoin.

Avant toute application, il faut vérifier :

- L'efficacité et la durabilité du traitement ;
- Le degré de résistance du produit aux alcalis ;
- Les effets secondaires du produit ;
- Les garanties offertes par le traitement avec assurances préalablement définies en accord avec l'applicateur ;
- La profondeur de pénétration du produit en fonction de la porosité du support ;
- L'état de surface du support, en particulier sa compacité, sa propreté, son degré d'humidité.

Vérifier le traitement sur une zone témoin.

Lors de l'application, vérifier le respect du cahier des charges (quantité/m²).

L'hydrofugation de surface permet de lutter efficacement contre la pénétration d'eau par capillarité dans le matériau, à condition de respecter systématiquement les précautions suivantes :

- Choisir les produits en fonction :
 - du type d'ouvrage,
 - des caractéristiques du support (porosité, état de surface),
- Appliquer le(s) produit(s) de façon continue, uniforme et en quantité suffisante.

Le questionnaire ci-après, *Les bonnes questions pour un bon hydrofuge*, aide à sélectionner le(s) produit(s) le(s) mieux adapté(s) aux besoins.

Tableau n° 1 – Familles des produits hydrofuges

FAMILLES DES PRODUITS	CARACTERISTIQUES	DURABILITE	APPLICATION	OBSERVATIONS
Oligomère de siloxane	<ul style="list-style-type: none"> - Très bon pouvoir de pénétration. - Matière active supérieure à 5%. - Pas de pression de vapeur, donc pas d'évaporation du produit (perte de matière active). - Demeure dans le matériau jusqu'à ce que les conditions soient optimales pour la polymérisation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bonne (estimation supérieure à 10 ans). 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur les surfaces humides. - Efficace après 4 ou 5 heures d'application. - Application sur tout support minéral. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existe en émulsion aqueuse ou en phase solvant.
Résines silicones	<ul style="list-style-type: none"> - Matière active solution à 5% (solvant organique). - Grosse molécules donc faible profondeur de pénétration (à moduler en fonction du solvant). - Effet perlant très marqué. 	<ul style="list-style-type: none"> - Efficacité limitée sur supports alcalins. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur support sec. Séchage physique : 4 ou 5 heures. - Facilité d'application. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aptitude au séchage variable selon le produit. - Produit de moins en moins utilisé.
Silanes (organo siliciques monomères)	<ul style="list-style-type: none"> - Molécules extrêmement petites (importante profondeur de pénétration). - Effet perlant limité. - Résiste au lavage (pluie) avant séchage. - Possibilité de mélange dans divers solvants. - Caractère volatil du produit. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bonne (estimation supérieure à 10 ans). 	<ul style="list-style-type: none"> - Support sec ou humide. - Polymérisation intimement liée : <ul style="list-style-type: none"> . aux conditions ambiantes (humidité) . à la présence d'un catalyseur (alcalinité) 	<ul style="list-style-type: none"> - Efficacité accrue en phase aqueuse.
Siliconates : - Méthylsiliconates - Propylsiliconates	<ul style="list-style-type: none"> - Polymérisation lente en présence de CO₂. 	<ul style="list-style-type: none"> - Moyenne. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur support sec. - Risque de lavage par temps de pluie avant séchage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Produit délicat à utiliser.
Acryliques	<ul style="list-style-type: none"> - Produit semi-filmogène. - Extrait sec élevé. - Très fines molécules permettant un excellent accrochage. - Freine la pénétration de CO₂, SO₂, SO₃ et autres acides. - Résiste aux UV. - Résiste aux alcalins. - Perméable à la vapeur d'eau. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bonne (estimation supérieure à 10 ans). 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur support humide. - Diluable à l'eau. - Rouleau, brosse, pistolet, pulvérisateur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Efficace sur tout support minéral. - Séchage très rapide (environ 1 h à 2 h), selon hygrométrie ambiante.
Résines fluorées (PTFE : PolyTetraFluoroEthylène)	<ul style="list-style-type: none"> - Profondeur de pénétration faible (reste plus en surface). 	<ul style="list-style-type: none"> - Bonne (estimation supérieure à 10 ans). 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur support sec ou humide. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponible en phase solvantée ou aqueuse (stable). - Fonctions antifongiques possibles selon formulations. - Association possible avec des oléofuges.

NB : Il est impératif de laisser un délai de carence de 28 jours après décoffrage du béton avant toute application de produits hydrofuges.

Les bonnes questions pour un bon hydrofuge

IDENTIFICATION
— Dénomination/Fabricant :
— Famille chimique :
— Quantité matière active :
— Solvant :
— Nombre de composants :

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES
— Effet marquant :
— Filmogène :
— Effet perlant :
— Consommation à respecter par m ² :
— Applicable support humide :

TESTS DE SELECTION
— Antigraffiti :
— Perméance :
— Résistance aux agents extérieurs :
— Toxicologie :
— Action fongique :

CARACTERISTIQUES DU SUPPORT
— Nature du parement :
— Support vertical/horizontal :
— Age du support :
— Délai de mise en œuvre :
— Traitement antérieur :

DURABILITE
— Durabilité estimée :
— Durabilité garantie :
.....

TESTS D'ABSORPTION
— Test à la pipe :
— Test à la lucarne :
<i>(Voir lexique).</i>

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES
— Notice technique :
— Procès-verbaux :
— Cahier des charges :
— Références :

REMARQUES
.....
.....
.....
.....

3/2. CARACTERISTIQUES DES PRINCIPALES FAMILLES D'ANTIGRAFFITI

Le graffiti est un phénomène urbain qui altère l'image de marque d'un ouvrage, le dégrade esthétiquement tout en créant un sentiment d'insécurité.

Les graffiti sont généralement réalisés à l'aide d'aérosols à base de peintures acryliques ou glycérophtaliques, de marqueurs indélébiles à base d'encre méthyliques, de cirage, de colorants divers et variés...

Il faut distinguer deux types d'actions concernant le nettoyage des graffiti :

- L'action curative qui consiste à éliminer les graffiti sur une surface non protégée.
- L'action préventive qui consiste à traiter une surface contre les graffiti pour en faciliter l'élimination.

Il faut savoir qu'une surface qui n'a pas été traitée préalablement antigraffiti est parfois irrécupérable. Pour cette raison, il est fortement conseillé de traiter les surfaces dès la mise en oeuvre.

L'action curative : « nettoyer les graffiti »

Deux types de techniques sont utilisées pour le décapage des graffiti sur le béton :

- la technique de projection à basse pression de particules calcaires ou siliceuses en phase humide.



- la technique de décapage par combinaison de produits chimiques, et de lavage à haute pression.



Une expertise préalable permettra de définir la technique appropriée.

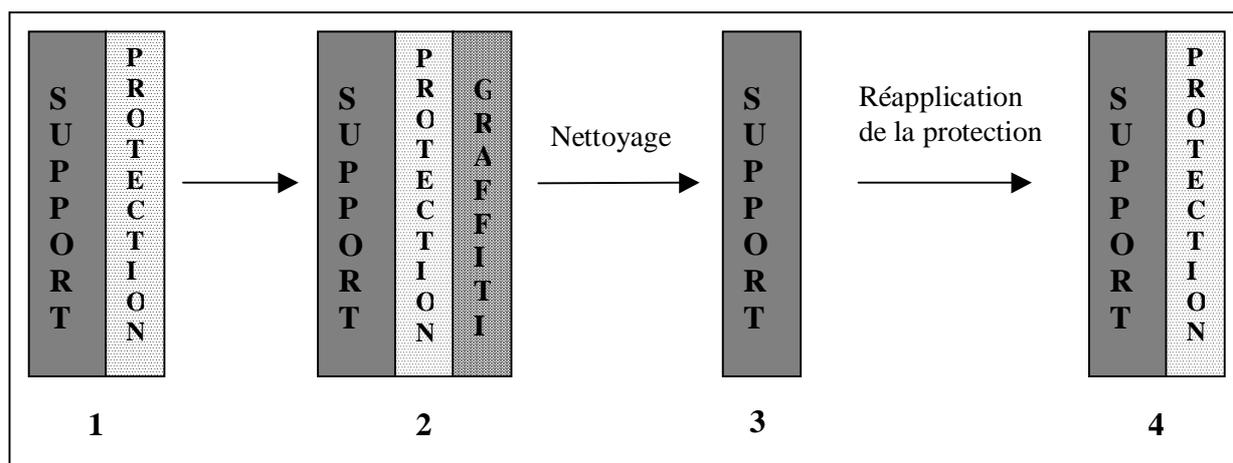
L'action préventive : « se protéger des graffiti »

On distingue deux systèmes préventifs contre les graffiti.

Le système non permanent

La protection s'élimine à chaque nettoyage.

Ce système consiste en l'application de produits à base de microcires végétales ou synthétiques, de résines acryliques, de silicones ou encore de polymères fluorés. Le processus



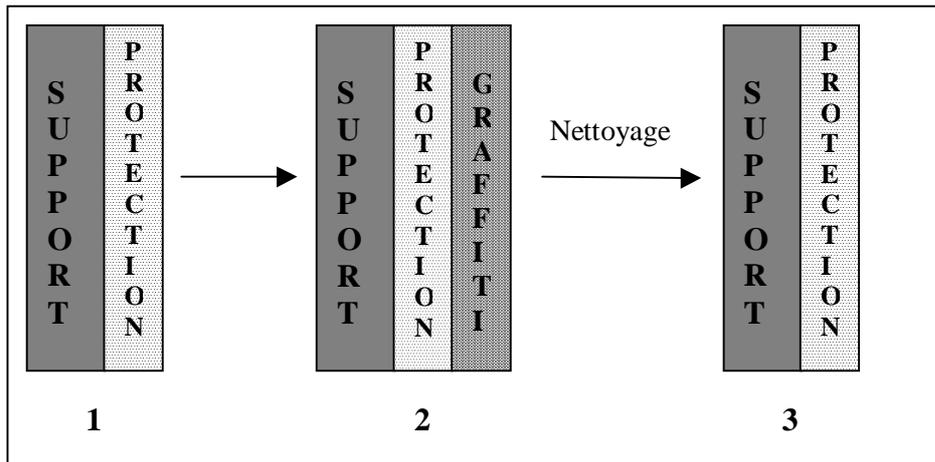
est défini par le schéma ci-dessous :

Ce système est conseillé parce qu'il laisse respirer le support ; il est peu marquant, facile à enlever.

Le système permanent

La protection reste en place après nettoyage.

Ce système consiste en l'application de produits à base de résines polyuréthanes, époxydiques ou encore d'alkydes d'uréthane époxy. Le processus est défini par le schéma ci-dessous :



Ce système limite davantage les échanges gazeux.

Le choix du traitement s'opère en relation étroite avec le fabricant et l'applicateur en fonction du produit, du système et du type de maintenance retenu.

Les points suivants seront particulièrement étudiés:

- Nature du support ;
- Fréquence des graffiti ;
- Influence sur l'aspect esthétique du support ;
- Perméabilité à la vapeur d'eau du traitement de protection ;
- Essais de vieillissement artificiel.

Le tableau n° 2 regroupe les systèmes préventifs antigraffiti.

Le questionnaire qui suit, *Les bonnes questions pour une bonne protection antigraffiti*, est une aide à la sélection du produit le plus adapté aux besoins.

Tableau n° 2 – Familles des systèmes préventifs antigraffiti

SYSTEMES	FAMILLES	DURABILITE	USAGE	METHODE	UV VIEILLISSEMENT (XP P 84-402)*
Non permanents	- Microcires végétales ou synthétiques.	3-5 ans.	Unique.	Décapage chimique, vapeur ou eau chaude sous pression.	Insensible.
	- Résines acryliques.	3-5 ans.	Unique.	Décapage chimique, vapeur ou eau chaude sous pression.	Peu sensible.
	- Polymère fluoré.	3-5 ans.	Unique.	Décapage chimique, vapeur ou eau chaude sous pression.	Peu sensible.
Permanents	- Polyuréthane bicomposant.	3-10 ans.	Permanent.	Nettoyage des graffiti par le solvant approprié.	Peu sensible.
	- Résines époxy ou alkydes d'uréthane époxy.	3-10 ans	Permanent.	Nettoyage des graffiti par le solvant approprié.	Sensible.

NB : L'utilisation de décapants chimiques biodégradables est recommandée.

** Norme XP P 84-402.- Peinture et vernis. Façades. Revêtements à base de polymères utilisés en réfection des façades en service. Méthodes d'essais.*

Les bonnes questions pour une bonne protection antigraffiti

IDENTIFICATION
— Dénomination/Fabricant :
— Système de protection :
— Système de nettoyage correspondant :
— Nombre de produits du système :

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES	
— Effet marquant :	— Hydrofuge :
— Filmogène :	— Perméance :
— Tenue aux UV :	— Précaution d'application :
— Consommation à respecter par m ² :	— Biodégradable :
— Applicable support humide :	— Utilisation intérieure/extérieure :
— Délai avant efficacité :	

CARACTERISTIQUES DU SUPPORT
— Etat de surface :
— Support vertical/horizontal :
— Age du support :
— Délai de mise en œuvre :
— Support neuf ou ancien :
— Traitement antérieur :

TESTS DE SELECTION
— Test de vieillissement artificiel (XP P 84-402) :

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES
— Fiche technique du système :
— Procès-verbaux :
— Cahier des charges :
— Références :

DURABILITE A L'USAGE
— Système non permanent :
. Tenue du revêtement :
. Type de maintenance prévu :
— Système permanent :
. Tenue dans le temps :
. Nombre de nettoyages possible :

REMARQUES
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3/3. CARACTERISTIQUES DES PRINCIPALES FAMILLES DE PRODUITS DE PROTECTION DES SOLS EN BETON

Des taches peuvent s'incruster assez profondément dans les sols en béton, l'esthétique recherchée initialement est alors remise en cause.

Il existe des solutions préventives qui ont pour but de diminuer la pénétration des agents tachants, d'éviter le développement des micro-organismes, de faciliter les conditions de nettoyage et, dans certains cas, de raviver la couleur des sols.

Le tableau n° 3 regroupe les principales familles de produits de protection de sol avec leurs caractéristiques, durabilité, et les conseils d'application.

Tableau n° 3 – Familles des produits de protection de sol

FAMILLES DES PRODUITS	CARACTERISTIQUES	DURABILITE	APPLICATION	OBSERVATIONS
Résines silane/siloxane en solution	<ul style="list-style-type: none"> - Imprégnation non filmogène. - Effet perlant facilitant l'autolavage. - Retarde le développement des micro-organismes. - Ne modifient pas l'aspect des parements. 	≈ 5 ans.	<ul style="list-style-type: none"> - Au rouleau ou pulvérisateur sur support sec. - Temps de séchage : 3 h à 4 h à 20 °C. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne modifient pas la glissance, donc applicables sur tout support béton.
Résines acryliques en émulsion	<ul style="list-style-type: none"> - Produit semi-filmogène. - Très fine molécule permettant un excellent accrochage. - Résiste aux UV. - Résiste assez bien à l'abrasion. 	≈ 2 ans.	<ul style="list-style-type: none"> - Au pulvérisateur sur sol sec ou légèrement humide. - Ne pas appliquer par temps de pluie ou de gel. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uniquement sur béton rugueux. - Augmentent la glissance, surtout en présence d'eau (appliquer uniquement sur bétons rugueux).
Résines polyuréthanes	<ul style="list-style-type: none"> - Produit filmogène. - Bonne résistance à l'abrasion. - Réduit la porosité. - Bonne tenue aux UV et aux intempéries si adjonction d'une charge anti-UV. - Modifie souvent l'aspect originel. 	≈ 5 ans.	<ul style="list-style-type: none"> - Rouleau ou pulvérisateur sur sol propre et sec. - Les supports neufs doivent être âgés de plus d'un mois et exempts d'efflorescences. - Souvent deux couches sont nécessaires pour avoir une bonne brillance. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ravivent la teinte des bétons en leur conférant un aspect mouillé. - Modifient la couleur, la brillance et la glissance. - Sur supports lisses ou peu poreux des essais doivent être effectués.
Résines acryliques solvantées	<ul style="list-style-type: none"> - Produit filmogène. - Résistance moyenne à l'abrasion. - Réduit la porosité. - Bonne tenue aux UV et aux intempéries. 	≈ 2 ans.	<ul style="list-style-type: none"> - Rouleau ou pulvérisateur sur sol propre et sec. - Les supports neufs doivent être âgés de plus d'un mois et exempts d'efflorescences. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existents en brillant ravivant de teinte ou mat incolore. - Pénètrent et accrochent sur surfaces très fermées. - Peuvent modifier la couleur, la brillance et la glissance.
Résines fluorées	<ul style="list-style-type: none"> - Imprégnation non filmogène oléofuge. - Profondeur de pénétration faible. 	≈ 2 ans.	<ul style="list-style-type: none"> - Par temps sec au rouleau ou pulvérisateur. - Temps de séchage : 3 h à 4 h à 20 °C. 	<ul style="list-style-type: none"> - Limitent l'adhérence des chewing-gum. - Modifient la glissance.
Résines époxy transparentes	<ul style="list-style-type: none"> - Forte adhérence au béton. - Produit filmogène très dur. - Résiste à l'usure et aux produits chimiques. 	≈ 5 ans.	<ul style="list-style-type: none"> - Au rouleau. 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentent fortement les résistances à l'abrasion. - Réservées à un usage intérieur à cause de la glissance et de leur instabilité aux UV.

Remarques :

- La quantité des produits utilisés doit être adaptée à chaque type de support.
- Compte tenu des sollicitations subies par les bétons, il est souhaitable de renouveler périodiquement le traitement suivant le degré d'usure.
- Le choix des produits de nettoyage doit être compatible avec le traitement de protection utilisé.
- Certains produits fonctionnent par imprégnation ou par effet filmogène ; ce dernier risque de modifier la glissance des supports lisses.
- Certaines résines donnent au support un aspect mouillé et ravivent les teintes des bétons colorés.

4. NETTOYAGE

Le nettoyage des bétons est essentiel pour conserver l'aspect d'origine des parements et éviter leur vieillissement prématuré dû aux agressions.

Le choix d'une méthode de nettoyage est fonction de la nature du support et des salissures. Sa périodicité est déterminante pour assurer la propreté des parements.

4/1. PRINCIPALES METHODES DE NETTOYAGES

Le tableau n° 4 regroupe les principales méthodes de nettoyage et d'entretien. Pour l'ensemble de ces méthodes, procéder à un essai préalable et se conformer aux conseils d'utilisation des entreprises de nettoyage.

Tableau n° 4 – Principales méthodes de nettoyage des bétons

METHODES	SUPPORT	AVANTAGES	INCONVENIENTS	OBSERVATIONS
N e t t o y a g e à l ' e a u				
Ruissellement, nébulisation.	Lisse. Peu encrassé.	N'altère pas la peau du béton.	<ul style="list-style-type: none"> - Action lente (plusieurs jours/m²). - Infiltrations : <ul style="list-style-type: none"> . risques d'oxydation des armatures . ne pas pratiquer pendant des périodes de gel. - Gêne pour l'environnement. - Consommation d'eau importante (minimisée par la nébulisation). 	
Sous pression, eau froide ou chaude.	Tout type de support.	<ul style="list-style-type: none"> - Rapide. - Efficace. 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque d'abrasion. - Infiltrations : <ul style="list-style-type: none"> . risques d'oxydation des armatures . ne pas pratiquer pendant des périodes de gel. 	Important : faire des essais préalables pour adapter la pression et la température de l'eau au support.
P r o j e c t i o n d e p a r t i c u l e s				
Microsablage à sec (< 50 µm).	Tout type de support sauf béton poli.	<ul style="list-style-type: none"> - Efficace. - Peu abrasif. - Précis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne convient pas aux bétons polis (rend le béton mat). - Action lente. 	- Obligation d'aspirer et de mouiller les poussières.
Microsablage à l'eau (< 50 µm).	Tout type de support sauf béton poli.	<ul style="list-style-type: none"> - Efficace. - Peu abrasif (moins abrasif que le microsablage à sec). - Précis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne convient pas aux bétons polis (rend le béton mat). - Action lente. - Infiltrations : <ul style="list-style-type: none"> . risques d'oxydation des armatures . ne pas pratiquer pendant des périodes de gel. 	- Obligation de récupérer les boues.
Gommage	Tout type de support.	<ul style="list-style-type: none"> - Efficace. - Pas abrasif. - Précis. - Pas d'utilisation d'eau. - Adapté à toute taille de surface. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lent quand le support est très encrassé. 	- Obligation d'aspirer et de mouiller les poussières.

METHODES	SUPPORT	AVANTAGES	INCONVENIENTS	OBSERVATIONS
P r o d u i t s c h i m i q u e s				
Produits acides	Tout type de support sauf béton poli.	<ul style="list-style-type: none"> - Efficace. - Rapide sur des petites surfaces. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite des précautions d'emploi. - Technique polluante. - Risque d'altération chimique du support. 	<ul style="list-style-type: none"> - A utiliser sur des taches ponctuelles. - Nécessité de rinçage à grande eau. - Obligation de récupérer les eaux usées. - Humidifier préalablement le support. - Important : faire obligatoirement des essais préalables.
Produits basiques	Tout type de support.	<ul style="list-style-type: none"> - Efficace. - Rapide sur des petites surfaces. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite des précautions d'emploi. - Technique polluante. - Risque d'altération chimique du support. - Risque d'apparition d'efflorescences. 	<ul style="list-style-type: none"> - A utiliser sur des taches ponctuelles. - Nécessité de rinçage à grande eau. - Obligation de récupérer les eaux usées. - Humidifier préalablement le support. - Important : faire obligatoirement des essais préalables.
Produits solvantés	Tout type de support.	<ul style="list-style-type: none"> - Efficace. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite des précautions d'emploi. - Nécessite de récupérer les boues. - Technique polluante. 	<ul style="list-style-type: none"> - Obligation de récupérer les boues. - Important : faire obligatoirement des essais préalables.
L a s e r				
Désincrustation photonique	Tout type de support.	<ul style="list-style-type: none"> - Conserve l'épiderme. - Aucune perte de matière. - Très précis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Action lente (plusieurs jour/m²). - Nécessite des précautions d'emploi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Humidifier préalablement le support.

NB : Le sablage à sec ou à l'eau (compris entre 50 et 200 µm), très abrasif, n'est pas adapté aux bétons clairs.

4/2. DETACHAGE

Il s'agit d'un nettoyage de zones limitées dans le cas de salissures particulières, à l'aide de nettoyeurs chimiques adaptés qui nécessitent :

- D'éviter le contact prolongé des produits attaquant le béton ;
- De tenir compte de l'aspect de surface du béton ;
- De rincer abondamment avec récupération des eaux usées pour les produits nocifs.

Le tableau n° 5 regroupe les principaux produits utilisés en fonction du type de salissure.

Tableau n° 5 – Familles de produits selon le type de salissure

TYPE DE SALISSURE	PRODUITS UTILISES	TYPES DE NETTOYAGE	PRECAUTIONS - DISPOSITIONS PARTICULIERES
Huiles végétales Graisses	- Détergent auto-émulsionnable.	- Brossage + rinçage sous pression.	- Eviter les solvants purs qui font pénétrer la tache plus profondément.
	- Pâte absorbante.	- Application à la spatule, temps d'attente, brossage.	- L'opération peut être répétée plusieurs fois jusqu'à disparition de la tache.
Tanin	- Agents oxydants puissants (péroxydes, hypochlorites).	- Brossage puis rinçage sous pression.	- Intervenir dès l'apparition des taches. - Humidification préalable. - Risque de décoloration. - Manipuler avec précaution.
Gomme à mâcher	- Neige carbonique. - Tétrachlorure de carbone.	- Refroidissement par aérosol suivi d'un grattage à la spatule du produit durci.	- Précautions d'emploi. - Personnel qualifié.
Bitume	- Lessive chaude. - Dissolvant auto-émulsionnable.	- Grattage préalable si couche épaisse. - Pulvérisation du produit. - Attente du ramollissement. - Rinçage eau chaude haute pression.	- Pour harmoniser l'état de surface, faire un nettoyage final au détergent.
Micro-organismes	- Fongicides (par exemple : sulfamate d'ammonium).	- Pulvérisation du produit sous pression et brossage. - Attente de 1 à 2 semaines et lavage haute pression.	- Ces produits agissent en tuant les micro-organismes, ce qui induit un temps d'attente avant élimination.
Rouille	- Acide oxalique 5%. - Acide phosphorique 10%. - Citrate de sodium.	- Brossage suivi d'un rinçage sous pression.	- Humidification préalable du support avant toute application d'acide. - Produits corrosifs et toxiques qui attaquent le béton. - Rinçage abondant obligatoire. - Important : faire obligatoirement des essais préalables.
Efflorescences	- Acides spécifiques dilués.	- Brossage à sec pour enlever le maximum d'efflorescences. - Application du produit en brossant la surface.	- Humidification préalable du support avant toute application d'acide. - Rinçage obligatoire. - Important : faire obligatoirement des essais préalables.
Peinture et graffiti	- Solvants spécifiques.	- Pulvérisation des solvants, attente du ramollissement puis brossage. - Ces opérations peuvent être répétées plusieurs fois.	- Rinçage final à l'eau obligatoire.

Pour tout produit chimique, consulter les fabricants.

5. RECOMMANDATIONS D'UN CONTRAT DE MAINTENANCE

La durabilité des traitements des parements décrits ci-dessus est assurée, chaque fois que cela est possible, par la préconisation d'un contrat de maintenance à souscrire entre le maître d'ouvrage et l'applicateur, de manière à optimiser les effets des traitements et à maintenir de façon constante l'efficacité des protections.

Le contrat de maintenance est préconisé tant dans le cadre d'une action préventive que dans celui d'une action curative.

La maintenance préventive s'effectuera par des visites sur sites selon une périodicité à fixer, et les vérifications accomplies tendront à s'assurer de la pérennité des traitements spéciaux et à prévenir toute défaillance.

La maintenance curative consistera en interventions sur demande du maître d'ouvrage, le prestataire s'engageant à intervenir, pour la protection antigraffiti, dans un délai très bref.

L'objectif du contrat de maintenance devra être défini le plus précisément possible, tant au regard du respect de l'aspect esthétique à préserver qu'au regard des performances recherchées quant à la protection et à la prévention.

Voici un rappel des principales clauses à prévoir dans un tel contrat, auxquelles il conviendra de veiller tout particulièrement, outre les clauses commerciales et techniques habituelles :

- la périodicité (mensuelle, trimestrielle, annuelle ou au coup par coup) ;
- les délais d'intervention (essentiels pour les traitements antigraffiti) ;
- les conditions d'intervention sont de 48 heures pour le nettoyage des graffiti, hors contrat d'entretien ;
- la durée du contrat. Le contrat pourra être à durée déterminée, ou à durée indéterminée, auquel cas il se poursuivra d'année en année par tacite reconduction dans les conditions juridiques habituelles.

RECOMMANDATIONS AU MAITRE D'OUVRAGE ET A L'ARCHITECTE

Il sera recommandé au maître d'ouvrage et à l'architecte de faciliter, dans toute la mesure du possible, la tâche du prestataire en lui remettant la documentation technique et tous les éléments d'information utiles à ses interventions.

6. ANNEXES

LEXIQUE

CARBONATATION

Transformation de l'oxyde de calcium contenu dans les liants hydrauliques en carbonate de calcium sous l'effet du gaz carbonique contenu dans l'air. Peut conduire à des efflorescences blanchâtres en surface.

CATALYSEUR

Dans une réaction chimique, corps qui déclenche ou accélère la réaction sans subir de modification.

DURABILITE

Pour un matériau, un produit, un ouvrage, propriété de conserver ses caractéristiques dans le temps. Syn. : pérennité.

EFFLORESCENCE

Dépôts blanchâtres qui apparaissent à la surface du béton, résultant de la migration de la chaux vers la surface.

ÉMULSION

Produit formé par le mélange de deux liquides non miscibles dont l'un est fractionné en une multitude de gouttelettes.

HYDROFUGE

Qualifie ou désigne un produit imperméabilisant les mortiers et les bétons.

— De masse

Adjuvant qui, introduit dans l'eau de gâchage, a pour fonction principale de conduire à une diminution de l'absorption capillaire des bétons, mortiers ou coulis durcis.

— De surface

Produit liquide appliqué ou pulvérisé après prise et agissant par colmatage des pores (résines, silicones ou produits bitumineux).

Contr. : hydrophobe.

PERENNITE

Voir Durabilité.

Aptitude d'une paroi à se laisser traverser par la vapeur.

Coefficient égal à la quantité de vapeur d'eau traversant une section unitaire de paroi par unité de temps et pour une différence de pression unitaire de part et d'autre de la paroi. Cet essai est réalisé selon la norme XP P 84-402.

POLYMERISATION

Association bout à bout ou réticulation d'un grand nombre de molécules monomères identiques pour obtenir un polymère. Elle s'effectue en solution, en suspension, en émulsion ou dans la masse.

PORE

Cavité dans un solide.

SEGREGATION

Tri par taille des composants d'un mélange granulaire sous l'effet de la gravité ou de la vibration dans le cas d'un béton.

STABLE

Qui conserve ses propriétés, sa composition ou ses dimensions de façon durable.

TESTS D'ABSORPTION

— Essai à la pipe : il s'agit d'une pipe graduée collée sur le support. La pipe est remplie d'eau et on mesure le temps nécessaire à l'absorption par le support d'une certaine quantité d'eau.

— Essai à la lucarne : l'essai consiste à faire ruisseler l'eau sur la surface à tester et à recueillir l'eau non absorbée par le mur. La différence entre le volume introduit au départ et le volume d'eau récupéré dans le bac inférieur donne la quantité d'eau absorbée par le mur.

PERMEANCE

NORMES ET FASCICULES

- XP P 84-402 : Peinture et vernis. Façades. Revêtements à base de polymères utilisés en réfection des façades en service. Méthodes d'essais.
- XP P 98-335 : Chaussées urbaines. Mise en œuvre des pavés et dalles en béton, des pavés en terre cuite et des pavés et dalles en pierre naturelle.

- NF P 98-170 : Chaussées en béton de ciment. Exécution et contrôle.
- NF P 98-302 : Chaussées. Bordures et caniveaux préfabriqués en béton.
- NF P 98-303 : Pavés en béton.
- NF P 98-305 : Produits en béton manufacturé. Pavés structures en béton.
- NF P 98-306 : Produits en béton manufacturé. Pavés jardin en béton.
- NF P 98-307 : Dalles en béton pour revêtement de sols extérieurs ou assimilés.
- NF P 99-610 : Mobilier urbain d'ambiance et de propreté. Bancs publics. Caractéristiques de robustesse, de stabilité des bancs publics.
- NF P 99-650 : Mobilier urbain d'ambiance et de propreté. Maintenance du mobilier urbain d'ambiance et de propreté. Organisation et suivi de la maintenance.

- FD P 18-011 : Béton. Classification des environnements agressifs.
- FD P 18-503 : Surfaces et parements de béton. Eléments d'identification.

- Fascicule 29 du CCTG : Travaux, construction, entretien des voies, places et espaces publics, pavés et dalles en béton ou en roche naturelle.
- Fascicule 65 du CCTG : Exécution des ouvrages en BA ou en BP.

- DTU 21 : Exécution de travaux en béton.

ETUDES, GUIDES

- *Etude du comportement en service des dalles en béton posées sur sable ou sur mortier*, Publication technique du CERIB, n° 44.
- *Etude du comportement structurel des chaussées revêtues par des pavés en béton*, publications technique du CERIB, n° 91.
- *Conception et exécution du béton désactivé*, CIMBETON, 1995.
- *Entretenir le béton*, VENUAT.
- *Recommandations pour la maintenance du mobilier urbain en béton ou associé à d'autres matériaux*, FIB – VOIRIE – ENVIRONNEMENT.
- *Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton*, SETRA – LCPC.
- « Détachage du béton », M. Gasper, C. Dutordoir, V. Leblanc, *Revue du CSTC*, n° 3, septembre 1978.
- *Voirie et aménagements urbains en béton, CCTP type*, Collection technique, CIMBETON, 1996.
- *Aménagements urbains et produit de voirie en béton. Conception et réalisation*, Collection technique, CIMBETON, 1997.
- « Elimination des graffiti : produits et techniques en constante évolution », *Les Cahiers techniques du bâtiment*, n° 185, décembre 1997.
- *Les Bétons, bases et données pour leur formulation*, éd. Eyrolles.
- *La Durabilité des bétons*, Presses de l'Ecole nationale des Ponts et chaussées.
- *Construire avec les bétons*, Le Moniteur, 1999.
- *Architecture : construire en béton préfabriqué. Guide pour l'utilisation d'éléments en béton architectonique dans les projets d'architecture*. BETOCIB-FIB-CERIB-CIMBETON, Collection technique CIMBETON, B.62.