

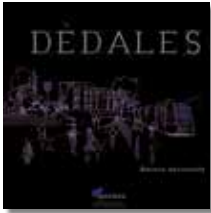
LES MILLE ET UNE RAISONS DE CHOISIR UNE BORDURE EN BÉTON EXTRUDÉ

Les principaux atouts des techniques d'extrusion du béton sont, d'une part, la suppression de la manutention inhérente à toutes les autres solutions et, d'autre part, la capacité de réaliser de multiples finitions. Au moyen de ces techniques, l'ouvrage d'assainissement, qui sert à canaliser l'eau et à la guider vers un exutoire, sera coulé en place.

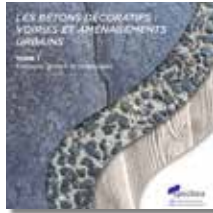


SPEcialistes de la Chaussée
en BÉton et des Aménagements

SUIVEZ NOS PUBLICATIONS : LES GUIDES PRATIQUES DU SPECBEA



Dédales
Les bétons décoratifs
architecturaux



**Les bétons décoratifs
Tome 1 sur 3**
Finitions, techniques



**Les bétons décoratifs
Tome 2 sur 3**
Entretien, rénovation



**Les bétons décoratifs
Tome 3 sur 3**
Règles de l'art



**Les bordures
en béton extrudé**
Technique, choix, conseil



**L'entretien des
infrastructures urbaines**
Maintenance patrimoniale

◀ EN COUVERTURE : dès la sortie du moule, la bordure extrudée dévoile son aspect fini.

UNE BROCHURE ÉDITÉE PAR LE



SPEcialistes de la Chaussée
en BEton et des Aménagements

Permettre la reconnaissance des techniques d'extrusion du béton par l'ensemble des prescripteurs

ÉDITO

Les premières machines à extruder des bordures en béton se sont répandues aux États-Unis à la fin des années 1950, avant de conquérir peu à peu l'Europe. Aujourd'hui existent deux grandes techniques d'extrusion du béton : par vis ou par vibration. Complémentaires, elles permettent toutes deux de réaliser des ouvrages routiers et autoroutiers ainsi que des aménagements industriels ou autres... Si ces techniques sont totalement maîtrisées, elles souffrent encore d'un manque de reconnaissance auprès des maîtres d'ouvrage, des maîtres d'œuvre et, plus généralement, de l'ensemble des prescripteurs... Ce manque d'informations rend difficile la rédaction des appels d'offres. Ce guide, édité par le SPECBEA (Spécialistes de la chaussée en béton et des aménagements), est un antidote à cette méconnaissance : il explique ce qu'est une bordure en béton extrudé, pourquoi la choisir et comment la réaliser ! Tous les atouts de cette dernière seront ici exposés, qu'il s'agisse d'éviter une manutention lourde, de diminuer les temps de transport de la matière, d'accélérer la mise en place ou de réduire le coût des ouvrages... La bordure en béton extrudé est adaptée à tous les chantiers, urbains ou interurbains, qui visent la réalisation de routes, d'autoroutes, de carrefours giratoires, de parkings, de trottoirs, etc. C'est une solution du XXI^e siècle ! La lecture de ce guide vous en convaincra ! ■



▲ La bordure extrudée épouse tous les tracés, sans créer de discontinuité visuelle.

Le président du SPECBEA,
Henri de Broutelles

SOMMAIRE

*Chapitre 1***DÉFINITIONS ET DÉTAILS AU SUJET DE LA BORDURE EN BÉTON EXTRUDÉ**

1.1 Qu'est-ce qu'une bordure ?	8
1.2 L'aspect et le traitement de surface	14
1.3 Durabilité, protection, entretien et rénovation	18

*Chapitre 2***LES BONS CONSEILS POUR RÉALISER UNE BORDURE EN BÉTON EXTRUDÉ**

2.1 Extrusion par vis ou par extrusion	22
2.2 Caractéristiques physiques et mécaniques	26

*Chapitre 3***PRESCRIRE UNE BORDURE EN BÉTON EXTRUDÉ**

3.1 Caractéristiques techniques des constituants du béton	32
3.2 Fabrication et transport du béton	33
3.3 Conditions de réalisation	34
3.4 Coulage des bordures	35

**ÉTUDES DE CAS**

Carrefour des Glaces - Les Vignères (Vaucluse)	36
Lotissement de la sablière - Liévin (Pas-de-Calais)	38
Allée de la liberté - Saint-Drézéry (Hérault)	40
Véloroute - De Tarnos à Saint-Barthélemy (Landes)	42
Barreau Nord-Sud - Le Havre (Seine-Maritime)	44

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Chaque année, il se construit en France plus de 1 500 km de bordures en béton extrudé. Ces ouvrages d'assainissement ont pour but premier la canalisation et l'écoulement des eaux de pluie : routes, voiries urbaines et autres aménagements réclament leur présence pour matérialiser, dans l'espace public, certaines zones destinées à la circulation et au stationnement. Cette technique, qui consiste à fabriquer en place les bordures (à la gamme étendue de géométries de profils, de colorations et de traitements de surface), possède bien des qualités, notamment sur le plan économique ! Elle permet des rendements élevés, tout en assurant la qualité et la mise en service rapide des ouvrages. En effet, il suffit de vingt-quatre heures pour atteindre le niveau de résistance du béton nécessaire à la remise en circulation et, de ce fait, pour préserver au mieux le confort des usagers. Ajoutons que le matériau béton employé en extrusion est déconstructible et recyclable. La proximité des centrales à béton permet, par ailleurs, d'envisager une réduction des transports et donc de participer à la diminution des émissions de gaz à effet de serre – autant d'atouts qui font des bétons extrudés les alliés de la ville durable ! Pourtant, avant le présent ouvrage et en dehors du fascicule no 31 du cahier des clauses techniques générales (CCTG), intitulé « Bordures et caniveaux en pierre naturelle ou en béton et dispositifs de retenue en béton », il n'existait pas de document qui leur soit spécialement consacré. Le Guide des bordures en béton extrudé vient combler ce manque (« bordures » est un terme générique qui désigne aussi les caniveaux et l'association des deux) ! Il expose les différentes



techniques de l'extrusion ainsi que les caractéristiques physiques et mécaniques des produits qui en sont issus ; il présente, à l'attention des donneurs d'ordres, des éléments d'aide à la constitution des CCTP (cahiers des clauses techniques particulières) et des BPU (bordereaux de prix unitaires). Il fournit enfin l'inventaire des produits concernés, invite à mieux connaître leurs qualités décoratives et environnementales, propose des exemples... ■

▲ Bordure d'ilot directionnel.
La forme donnée par l'extrusion épouse parfaitement les courbes.

Chapitre 1

DÉFINITIONS ET DÉTAILS AU SUJET DE LA BORDURE EN BÉTON EXTRUDÉ

Ces techniques permettent la réalisation de tous les types de bordures normalisées, y compris celles aux designs spécifiques, tout en offrant des finitions adaptées à l'environnement de l'ouvrage. Elles garantissent également les performances de celui-ci !

INTRODUCTION

Le terme paraît quelque peu barbare, mais la technique en elle-même n'est pas difficile à comprendre et les moyens pour la mettre en œuvre ne sont pas d'une haute technicité... Globalement, quand on parle de « bordure en béton extrudé », il s'agit d'une bordure façonnée en place. Les machines d'extrusion par vis sont peu encombrantes et permettent de couler facilement des bordures de petit volume, avec un rayon de courbure faible : par exemple, les îlots directionnels, les carrefours giratoires, les entourages d'arbres... Les machines d'extrusion par vibration sont de plus grandes dimensions, montées sur chenilles ou sur pneus, et permettent de couler des ouvrages plus importants. Celles-ci disposent de moules équipés de joues réglables, qui permettent d'absorber les irrégularités du support. Dans cette technique, le béton est vibré avant extrusion.

Globalement et succinctement, quand on parle de « bordure en béton extrudé », il s'agit de bordures façonnées en place





La hauteur d'une bordure est habituellement comprise entre 8 et 50 cm, mais la technique d'extrusion par vis ou par vibration n'exclut pas d'autres dimensions





CHAPITRE 1.1

QU'EST-CE QU'UNE BORDURE ?

Ce domaine technique englobe les bordures et les bordures-caniveaux, lesquelles font partie de la famille des ouvrages d'assainissement destinés aux voiries urbaines, aux espaces publics, aux plates-formes logistiques, aux routes, autoroutes et parkings... Dans certains cas, les bordures seront destinées à empêcher les véhicules de stationner ou d'empiéter sur une voie réservée. Elles sont coulées en place à l'aide de machines d'extrusion par vis ou par vibration.

La forme

La technique de la bordure coulée en place permet la réalisation de l'ensemble des bordures, dont les formes géométriques sont définies par la norme NF P98-340/CN. Il est également possible de concevoir des profils sur mesure, sous réserve de respecter les limites des ouvrages réalisables par extrusion (hauteur, volume, porte-à-faux) : ainsi, moyennant la fabrication d'un moule d'extrusion spécifique, il serait envisageable de réaliser un ouvrage unique pour une destination particulière. Certains profils complexes peuvent être coulés en une même phase (bordures, conduites et caniveaux). C'est le cas, par exemple, de ceux qui accompagnent les accotements de chaussée et les tunnels, où l'espace est réduit. La technique de l'extrusion permet d'offrir une continuité visuelle à l'ouvrage et d'éviter notamment l'effet de « facettes » dans les courbes prononcées.

À noter

Malgré la possibilité de les réaliser en béton extrudé, quatre types d'ouvrages ne font pas partie du champ d'application de ce guide : ce sont les profils des MVL (ou muret de montagne), GBA, DBA et LBA, normalisés, en tant que dispositifs de retenue qui ont subi des essais de choc.

◀ La bordure antifranchissement GSS2 peut être coulée avec le caniveau fil d'eau, pour un ensemble monolithique.



▲ Bordure pour trottoir avec caniveau intégré.



▲ Bordure pour îlot directionnel d'une hauteur de 50 cm.



▲ Bordure type GSS2, à fruit négatif.



▲ Séparateur de voies franchissable.



▲ Bordure d'accotement réalisée sur mesure.

*Il est possible
de regrouper deux
profils normalisés
en un seul ouvrage*

Les profils normalisés

Si les profils des bordures préfabriquées sont définis par des normes (NF EN 1340 et NF P 98-340/CN : « Éléments pour bordures de trottoir en béton »), la hauteur des bordures coulées en place peut être adaptée, sans modification visuelle, pour tenir compte du niveau du support, ou être diminuée, en mettant à profit l'effet du collage sur l'enrobé.

Type T : trottoir.

Type A : accotement.

Type AC : accotement-caniveau.

Type I : îlot.

Il est également possible de regrouper deux profils normalisés en un seul ouvrage. Par exemple :

Type T2CS3 : à simple pente.

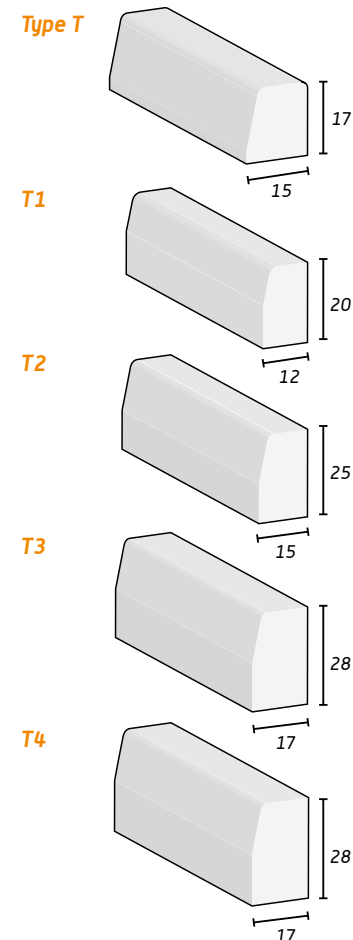
Type CS : caniveau à simple pente.

Type CC : caniveau à double pente.



▲ Bordure de type T2.

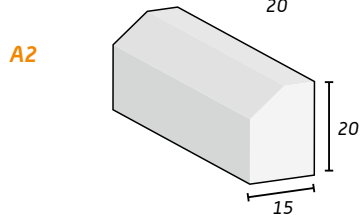
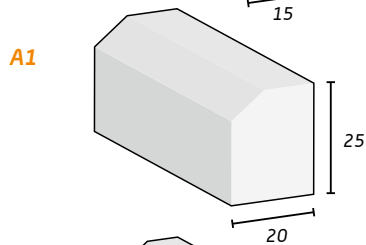
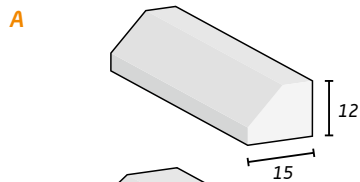
TYPE T : Trottoir



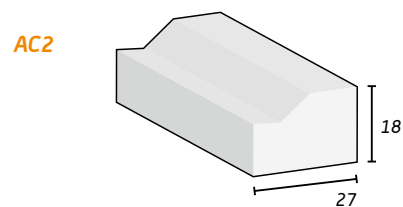
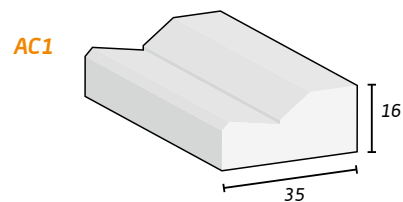


▲ Bordure de type A2.

TYPE A : Accotement

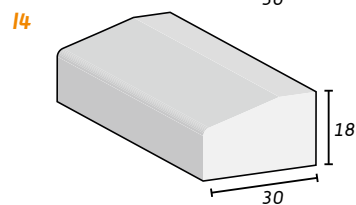
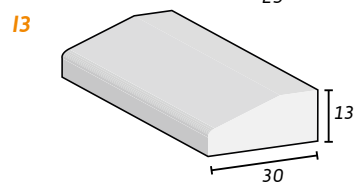
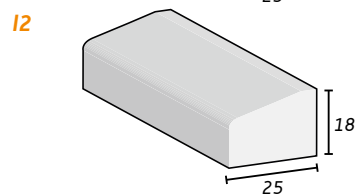
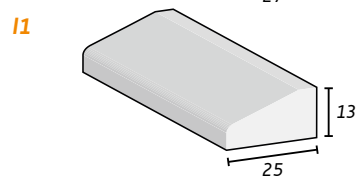
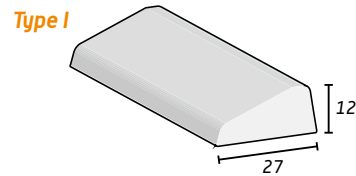


TYPE AC : Accotement-caniveau



▲ Bordure de type I2.

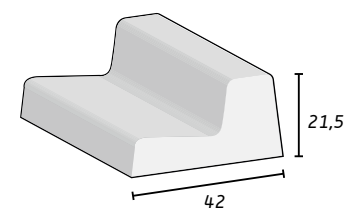
TYPE I : Îlot



▲ Bordure-caniveau de type T2CS3.

MIXTE : Association de deux profils normalisés

Exemple : type T2CS3 à simple pente





▲ Caniveau de type CS3 avec bordure.



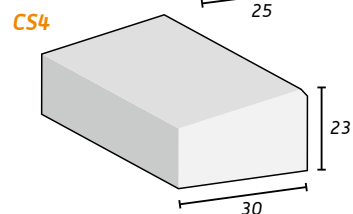
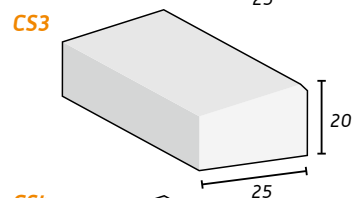
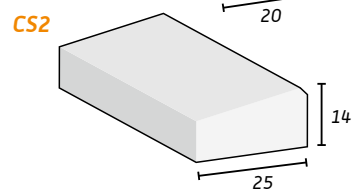
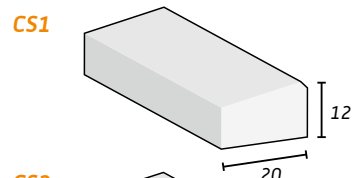
▲ Caniveau de type CC2.



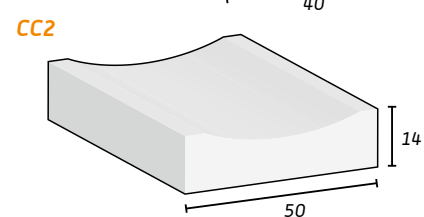
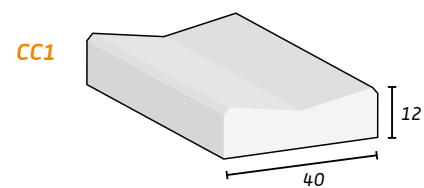
▲ Détail de l'extrusion d'un caniveau CC1.

Il existe
une multitude de
profils usuels résultant
de modifications des
profils normalisés
ou de profils spéciaux
répondant à un usage
spécifique

TYPE CS : Caniveau à simple pente



TYPE CC : Caniveau à double pente



Les profils au design spécifique

La multitude des profils usuels résulte soit de la modification de profils normalisés, soit de profils spéciaux qui répondent à un usage spécifique (par exemple, optimiser des solutions techniques) ou à une volonté architecturale :

- ▶ antifranchissement ;
- ▶ délimitation de voie ;
- ▶ délimitation de zone (parking, voie de bus, etc.) ;
- ▶ matérialisation pour guidage ;
- ▶ protection, guide-roues ;
- ▶ aménagement urbain à vocation esthétique ;
- ▶ écoulement de l'eau : caniveau en U, cunette, caniveau à fente avec bordure intégrée ;
- ▶ assainissement : trottoir, caniveau.



Avec systèmes de rehausse

Remarque

La hauteur du profil peut être aisément adaptée grâce aux systèmes de rehausse (ou joues), dont sont équipées les flancs des moules. Comme pour les ouvrages traditionnels, l'exécution des bordures par extrusion nécessite des tolérances de réalisation de 0,5 à 1 cm par rapport au profil théorique. Les faces verticales doivent présenter un fruit de quelques degrés (de 3 à 5°) pour permettre la stabilité du béton frais. Il reste cependant possible d'exécuter des ouvrages avec un fruit négatif, tels ceux de type GSS2 ou les caniveaux à fente avec bordure intégrée...



▲ GSS2, finition désactivée.



▲ Aménagement d'îlot de séparation avec bordures du type Mini-GBA, type 11 et séparateur de voies franchissable.



▲ Délimitation de zones de parking.



▲ Îlot de guidage sur quai de déchargement PL.



▲ Mini-GBA.



▲ Îlot jardinière.



▲ Intégration d'avaloir en fonte dans une bordure-caniveau.



▲ Caniveau à fente avec bordure intégrée, en tunnel.



*Des profils sur
demande peuvent
être envisagés,
sous réserve de
respecter les limites
des ouvrages
réalisables par
extrusion*



CHAPITRE 1.2

L'ASPECT ET LE TRAITEMENT DE SURFACE

Esthétiquement, la surface peut arborer un aspect de « béton brut », naturellement obtenu en sortie de machine, ou un aspect travaillé, grâce à l'application de traitements dont les plus courants sont les suivants : le balayage ; la désactivation chimique et l'impression, pratiquées sur béton frais ; l'hydrosablage ainsi que le bouchardage manuel, exécutés sur le béton au jeune âge. La pâte de ciment peut également être teintée par une large palette de couleurs.

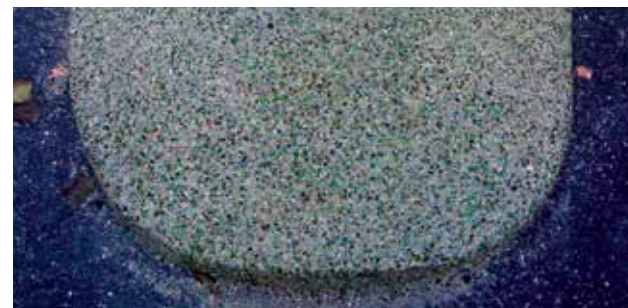
Le balayage

Ce type de traitement est le plus simple : il vise à créer, à la surface du béton frais, une macrotexture constituée de rayures plus ou moins fines. Le broissage est réalisé, en général, dans le sens transversal ou longitudinal : on applique manuellement un balai ou une brosse dure sur la surface du béton frais. En outre, il faut veiller à ce que l'outil ne l'attaque pas trop brutalement, sous peine de créer empreintes, ondulations ou déchaussements des granulats... Cette technique permet d'uniformiser l'aspect de surface du profil, en effaçant toute trace laissée par la mise en œuvre du béton.

La désactivation

Cette technique consiste à éliminer le mortier superficiel du béton, de façon à faire apparaître les granulats. Lorsque la surface du béton frais vire au « mat », on pulvérise un désactivant qui s'oppose à la prise superficielle du mortier. Le choix du produit est fonction de la granulométrie et de l'aspect recherché. La surface de la bordure est ensuite lavée au jet d'eau à haute pression pour éliminer la laitance et mettre à nu les granulats. Cette technique permet d'obtenir un résultat proche de la pierre naturelle.

◀ Bordure dite « de Montpellier »
(profil réalisé sur mesure).



▲ Bordure en verre broyé.



▲ Granit rose désactivé.



▲ Désactivation d'une bordure en béton de mignonnette.



▲ Continuité visuelle.



▲ Impression, directement par l'extrudeuse, d'un décor « pierre » sur un muret.

La technique de l'impression se met au service des choix esthétiques et architecturaux des maîtres d'œuvre

L'impression

Ce procédé consiste à imprimer un décor, à l'aide d'une matrice, sur la surface de l'ouvrage. Les motifs sont réalisés à la demande, en fonction des souhaits esthétiques du maître d'ouvrage. Les rendus peuvent être très divers : du muret en pierre au design contemporain ! L'impression est pratiquée manuellement après l'extrusion ou mécaniquement lors de l'extrusion. Le motif se répète sur des linéaires d'environ six à huit mètres. Cette technique d'impression est réservée aux surfaces planes et uniformes ; elle n'est pas adaptée aux profils complexes ; elle reste idéale pour une intégration dans un environnement patrimonial !

Hydrosablage

L'hydrosablage consiste en un traitement mécanique du béton durci par projection de matériaux abrasifs, en présence d'eau pour éviter la poussière. Les éléments siliceux attaquent la laitance ainsi que les granulats pour créer un aspect naturel qui s'intégrera parfaitement à l'environnement. Le choix du sable à projeter est déterminant. Pour l'obtention de textures différentes, la profondeur d'attaque varie selon la force de projection, l'éloignement de la buse par rapport à la surface à traiter et la nature du grain... Cette technique est pratiquée sur le béton au jeune âge ; elle donne un résultat plus doux que la désactivation.

La couleur

Les diverses colorations possibles du béton sont induites par le choix du ciment (blanc et variétés de gris), des pigments et des granulats... L'influence de ces derniers dans la coloration n'intervient que pour les bétons ayant subi un traitement mécanique ou chimique pour les rendre apparents. Il est par ailleurs possible de colorer la pâte de ciment dans une gamme de teintes allant du blanc au noir, en passant par diverses palettes de rouges, de verts, de bleus... Certains tons peuvent également évoquer la pierre. Il est envisageable de jouer sur le dosage des pigments pour obtenir une nuance précise.

L'environnement

Aujourd'hui, les bordures peuvent participer à des programmes qui exigent une haute qualité environnementale. Dans cette perspective, il est possible d'ajouter au béton des éléments comme le dioxyde de titane (TiO₂), qui assure une fonction dépolluante de l'air en présence d'UV. D'autres produits disponibles sur le marché permettent d'obtenir des résultats similaires, sans présence d'UV, comme le charbon actif. ■



▲ Bordure-caniveau et chaussée en béton dépolluant. La photo ci-dessus montre un chantier où des bordures et des caniveaux, coulés au préalable en béton au TiO₂, servent au guidage altimétrique de la slip form qui met en place le béton de chaussée également au TiO₂.

La bordure en béton extrudé est adaptée à tous les chantiers urbains ou interurbains. D'abord pratique, elle peut aussi être utilisée comme élément esthétique



▲ Peinte, la bordure contribue au marquage routier.



▲ Inclusion lumineuse pour carrefour giratoire.



▲ Couleur basalte.



▲ Couleur ocre.



▲ Couleur naturelle avec ciment et granulats clairs.



*Chaque année,
1 500 kilomètres
de bordures
en béton extrudé
sont réalisés
en France*

CHAPITRE 1.3

DURABILITÉ, PROTECTION, ENTRETIEN ET RÉNOVATION

Comme tous les ouvrages en béton, les bordures nécessitent un entretien régulier afin de préserver leur longévité et leur aspect. De la protection à la réparation, en passant par le nettoyage, les maîtres d'ouvrage disposent d'une gamme d'actions pour garantir la durabilité des réalisations.

Durabilité et protection

Les premiers ouvrages réalisés, dans les environs de Marseille, selon la technique du « coffrage glissant » datent des années 1970 ; ils sont toujours en service ! Une telle durabilité est due à l'adaptation de la formule de composition du béton à l'environnement desdits ouvrages (conformément à la norme NF EN 206/CN), ce qui accentue la différence avec les éléments préfabriqués ! La conservation de l'ouvrage dans son état initial peut être obtenue par des traitements préventifs de protection – qui, pour certains, devront être renouvelés périodiquement – contre les salissures de toutes sortes ; ceux-ci seront appliqués sur les bordures neuves par pulvérisation de minéralisants, de résines acryliques d'aspect incolore ou de polyuréthanes d'aspect mouillé ; ils sont optionnels et engendrent un surcoût.

Entretien

L'entretien est pratiqué au moyen de matériel simple (brosses, arroseurs, nettoyeur à haute pression) avec ajout de produits spécifiques afin d'éliminer les taches de service (hydrocarbures, produits alimentaires, tanins végétaux, chewing-gums, etc.) et les mousses végétales. L'apparition de ces dernières peut être retardée, dès la construction, par l'application de résine ou de produit hydrofuge.

Rénovation

Il existe deux types de rénovation : esthétique et structurelle. La première consiste à redonner aux bordures un état de surface homogène par diverses techniques, comme le bouchardage, le grenailage, l'hydrosablage ou l'hydrorégénération ; la seconde intervient lors d'une détérioration accidentelle de bordure ou à l'occasion de travaux sous voirie : il convient alors de procéder à l'enlèvement de l'ouvrage et à sa reconstruction, manuelle ou mécanisée, selon l'importance de la réparation. ■



◀ La couleur, naturellement claire, de cette bordure-caniveau participe à la lisibilité de la route. Un atout à préserver !



▲ Lavage réglé à 2 000 bars.

Chapitre 2

LES BONS CONSEILS POUR RÉALISER UNE BORDURE EN BÉTON EXTRUDÉ

Ce type de réalisation est un travail de spécialiste nécessitant un matériel spécifique et une parfaite connaissance de la formulation des bétons. Deux techniques permettent la fabrication des différents profils : l'extrusion par vis et l'extrusion par vibration.

INTRODUCTION

L'extrusion consiste à densifier la consistance du béton coulé en place par vis ou par vibration. L'extrusion par vis est exécutée par des machines de faible encombrement, se déplaçant en suivant le support, tandis que l'extrusion par vibration est pratiquée par des machines de dimensions plus importantes, se réglant en alignement et en altimétrie sur un fil de référence, par l'intermédiaire de vérins et de palpeurs. Dans les deux cas, le béton doit être livré dans la trémie de réception de la machine par camion malaxeur et de manière continue. Le choix de l'une ou l'autre de ces techniques est fonction, d'une part, de la qualité du support et, d'autre part, du volume et de la géométrie des profils.

La proximité des centrales à béton permet d'envisager une diminution des transports et donc de participer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre







*Il suffit de 24 heures
pour atteindre
le niveau nécessaire
de résistance
du béton et, de
ce fait, préserver
au mieux le confort
des usagers*



CHAPITRE 2.1

EXTRUSION PAR VIS

Processus

L'extrusion par vis calée permet de couler en place les bordures à l'aide de machines de faible encombrement, se déplaçant en suivant le support.

Support

Sachant que la machine suivra strictement les irrégularités du support, il est impératif que ce dernier – généralement en béton bitumineux ou de ciment – soit réglé et livré avec une planimétrie parfaite, afin de garantir un travail de qualité.



▲ Coulage d'une bordure à l'extrudeuse par vis.

◀ Bordure infranchissable désactivée après coulage en place pour former l'îlot central planté d'arbres.

Possibilités

Cette technique peut s'appliquer dans des domaines divers : en site urbain, extra urbain, autoroutier, sur des carrefours giratoires sous circulation ou non, sur plates formes industrielles ou autres. Son usage concerne les bordures normalisées et d'autres types de profils adaptés sur demande tels que les séparations de pistes cyclables, les couloirs de bus, les cheminements piétonniers etc. Le domaine peut s'étendre à des ouvrages plus importants tels que les bordure de type mini GBA, GSS2... Sachant que la limite supérieure d'exécution se situe autour d'un gabarit de dimensions 0,40 m par 0,40 m. De faible encombrement, ces extrudeuses permettent d'exécuter des rayons de courbure réduits pouvant descendre à 60 cm, les très faibles rayons, ou les angles droits, pouvant être réalisés manuellement à l'avancement ; de réaliser des ouvrages dans la plupart des configurations de chantier ; de changer simplement et rapidement de moules pour réaliser des ouvrages complexes.



À savoir

Une équipe de travail se compose d'un conducteur de machine, d'un vidangeur de toupie, d'un ou deux maçons et d'un implanteur pour les machines à guidage sur fil. Il s'agit d'un personnel hautement qualifié, généralement formé au sein même de l'entreprise. Puisque cette technique ne nécessite pas la manipulation de charges lourdes, elle réduit les risques de troubles musculo-squelettiques (TMS) et participe à l'amélioration des conditions de travail.



▲ Coulage d'une bordure par machine à coffrage glissant asservie sur fils.

Un chantier de bordures sur rive de chaussée, linéaire, à profil constant et peu morcelé, permet des cadences beaucoup plus élevées

Extrusion par vibration

Processus

Cette technique fait appel à des machines « à coffrage glissant », sur chenilles ou sur pneus pleins, équipées de vibreurs et guidées en direction comme en altimétrie par l'intermédiaire de vérins asservis par des palpeurs positionnés sur un fil de référence. Livré par camion malaxeur dans la trémie de réception de la machine, le béton est ensuite acheminé jusqu'au moule par une vis sans fin. Il est soumis à une pervibration permettant de l'extruder au fur et à mesure de l'avancement de la machine. Cette pervibration peut être obtenue par des vibreurs électriques ou hydrauliques, de diamètre de 60 mm et au nombre de un à quatre, en fonction du volume de l'ouvrage.

Support

Le guidage par fil permet de réaliser des ouvrages sur tous les supports réglés à plus ou moins 2 cm. Néanmoins, un défaut plus important de planéité du support sera rattrapé par le jeu vertical des joues du moule.

Possibilités

Les moules interchangeables permettent de réaliser tous les profils des éléments préfabriqués, normalisés ou non. Cette gamme peut être complétée par des profils sur mesure. Le guidage est indispensable pour couler les ouvrages, avant de créer la structure de la chaussée. Pour les zones surbaissées, comme les passages bateaux, il existe deux techniques : on peut utiliser des moules dotés d'un système pour réduire progressivement la hauteur de la bordure ; ou façonner manuellement le passage bateau dans le béton frais, en respectant les longueurs usuelles de transition d'un mètre de long et une vue de 4 cm, de la bordure T à l'endroit du passage.

La même technique manuelle sera utilisée pour les raccordements éventuels à des maçonneries. Pour éliminer les différences d'aspect quasi inévitables entre le béton manuel et le béton extrudé, la plus simple des

solutions sera d'appliquer un balayage de surface à l'endroit des raccordements.

Les rayons de courbure minimaux sont couramment de 3 à 5 m en courbe convexe et de 10 m en courbe concave, selon les types de machines. Les rayons faibles ou les angles droits peuvent être réalisés manuellement à l'avancement.

Une emprise minimale (hormis celle de l'ouvrage à réaliser) de 3 m est nécessaire pour permettre à la machine et à la toupie d'évoluer dans de bonnes conditions. Ces machines assurent des rendements plus élevés que celles à vis. Les cadences dépendent essentiellement de la configuration du chantier (difficultés d'implantation, morcellement de l'ouvrage).

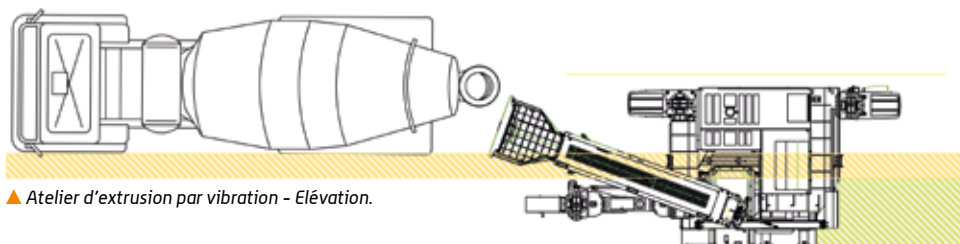
Ainsi, un chantier de bordures sur rive de chaussée – linéaire, à profil constant et peu morcelé – permettra des cadences beaucoup plus élevées qu'un chantier urbain avec des courbes, des changements de profil, des interruptions de tracé et des difficultés de circulation pour les camions-toupies. ■



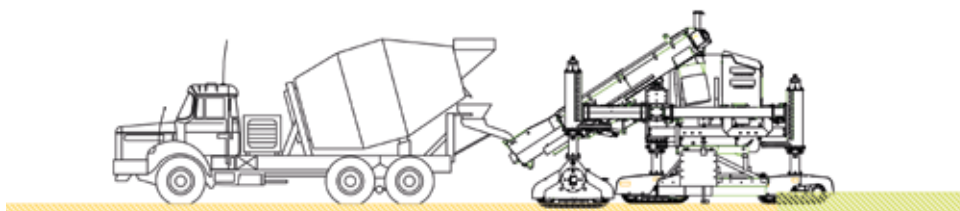
▲ Exemple type d'une machine d'extrusion par vis.



▲ Exemple type d'une machine d'extrusion par vibration.



▲ Atelier d'extrusion par vibration - Élévation.

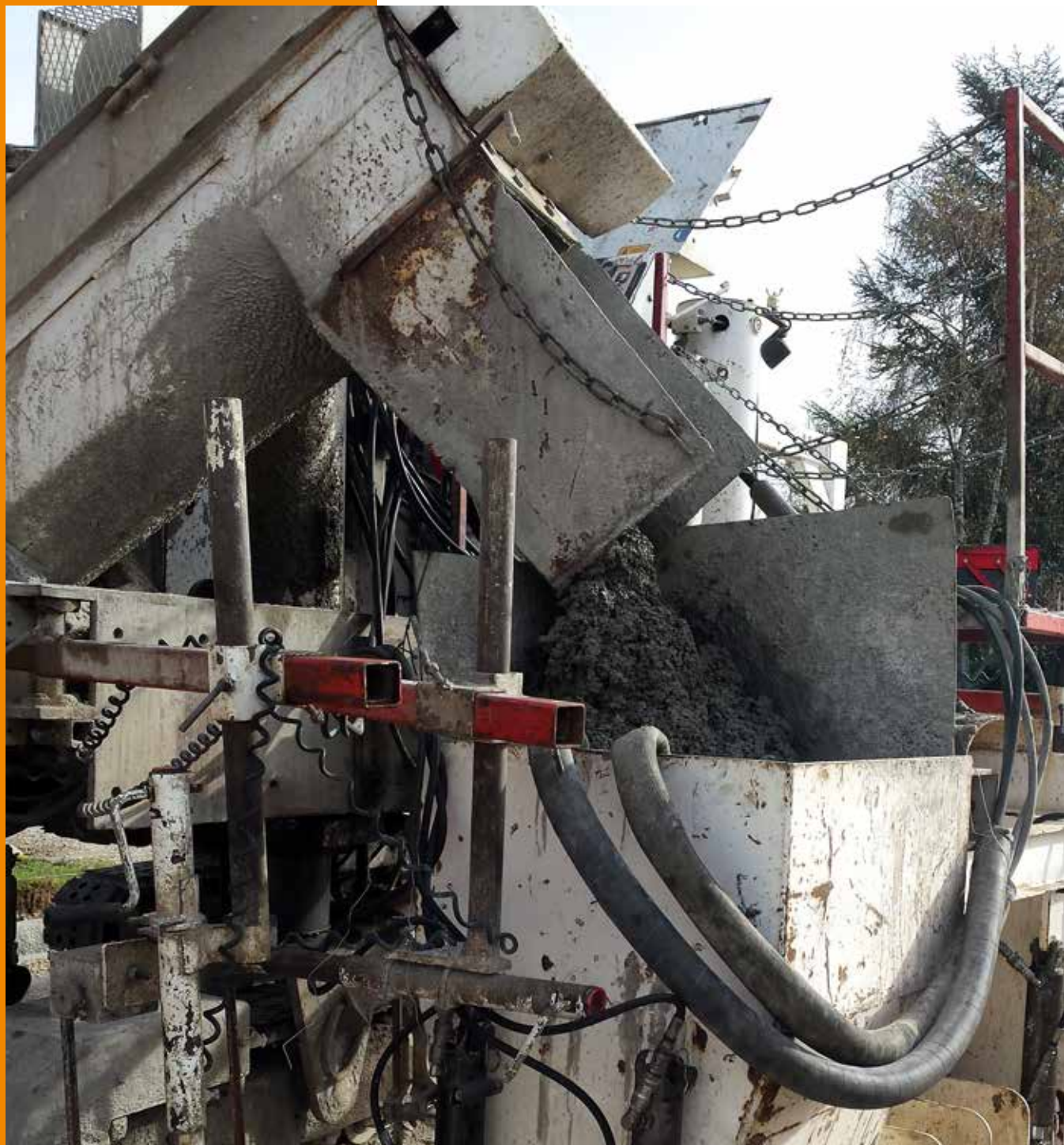


▲ Atelier d'extrusion par vibration - Vue en plan.

Le guidage de la machine

Il s'agit de reproduire, à l'aide d'un fil tendu, l'altimétrie et le profil tout au long de l'ouvrage à couler, le plus souvent à une distance de 50 cm de l'emplacement définitif de ce dernier. Cette opération nécessite l'intervention d'une équipe de géomètres, avant le coulage, pour implanter le fil sur les potences. Après un réglage initial pour que le moule soit situé au bon emplacement, la machine suit automatiquement ce fil de référence ; un pendule s'occupe de conserver l'horizontalité de celle-ci. Il existe un autre système de guidage, qui permet de s'affranchir du fil, tout en obtenant des performances plus précises : le guidage par station totale (théodolite automatique). Néanmoins, cette technique est réservée aux chantiers importants ; elle est difficilement applicable sur site urbain, notamment à cause des masques végétaux.

*Le béton destiné
aux bordures
et caniveaux
est constitué de
gravillons,
de sable,
de ciment, d'eau
et d'un agent
entraîneur d'air*



CHAPITRE 2.2

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET MÉCANIQUES

Voici les sollicitations particulières auxquelles le béton extrudé est soumis :

- ▶ celles dues aux chocs des véhicules, qui imposent au béton de posséder des caractéristiques mécaniques minimales. Ces bétons sont en général de classe C25/30 et, dans certains cas, de classe C30/37.
- ▶ celles dues aux agents atmosphériques (vent, chaleur, gel, etc.), qui imposent obligatoirement l'ajout d'un adjuvant entraîneur d'air, qui confèrera à l'ouvrage en béton une résistance élevée au gel en présence de sels de déverglaçage.

En outre, compte tenu des conditions particulières de mise en œuvre, le béton extrudé devra posséder une consistance adaptée au démoulage immédiat : il sera donc de consistance S1, au sens de la norme EN 206. Le choix des constituants et de leur proportion dans le mélange doit être déterminé afin d'obtenir des performances adaptées au mode de mise en œuvre, aux sollicitations particulières des matériaux et aux qualités esthétiques recherchées... Le béton destiné aux bordures et caniveaux est constitué de gravillons, de sable, de ciment, d'eau, d'un plastifiant et d'un adjuvant entraîneur d'air... D'autres composants peuvent y être incorporés : des éléments fins (actifs ou non), des fibres, des colorants, etc. Chacun de ces constituants joue un rôle dans la mise en œuvre et l'obtention des caractéristiques finales du béton. La taille du plus gros granulat ne doit pas dépasser le tiers de la plus petite épaisseur de béton mise en place.

Formulation

Exemple de désignation d'un béton destiné à un ouvrage extrudé :

BPS NF EN 206 C25/30 XF2 S1 Dmax 20 Cl 1,0

La composition de ce béton, en poids de produits secs, sera la suivante :

- ciment : 330 kg/m³ CEMII B32,5
- sable : 0/4 845 kg/m³
- gravillon : 4/10 300 kg/m³
- gravillon : 10/20 650 kg/m³
- eau : 180 l/m³
- adjuvant 1 : plastifiant (dosage variable en fonction du type de produit)
- adjuvant 2 : entraîneur d'air (dosage variable en fonction du type de produit)

REMARQUE : des fibres peuvent être intégrées dans la composition. Il est courant, pour des ouvrages d'assainissement, d'utiliser un béton de classe C30/37, dont les caractéristiques de résistance à la compression sont supérieures (30 MPa à 28 jours). Les valeurs d'affaissement au cône d'Abrams sont généralement comprises entre 10 et 50 mm. Pour des ouvrages de volume réduit, il est recommandé d'utiliser un granulat de dimensions Dmax < 20 (mignonnette), soit 4/10 ou 4/16, avec un dosage en ciment augmenté à 350 kg/m³.

◀ Le béton livré par camion malaxeur est directement pris en charge par la machine d'extrusion.





▲ Confection d'éprouvettes 16 x 32.



▲ Écrasement d'une éprouvette par compression.



▲ Mesure de l'air occlus.



▲ Mesure d'affaissement au cône d'Abrams.

Fabrication

Le béton est généralement produit par une unité de production titulaire de la marque NF BPE (avec un contrôle interne certifié). Il peut être également fabriqué par une unité de production mobile de chantier.

Transport

Suivant la consommation des profils à réaliser, le transport s'effectue principalement par camion malaxeur chargé de 4 à 8 m³ de béton afin de limiter le temps de vidange.

Contrôles

Les contrôles doivent être définis dans le CCTP ou dans le BPU. Il s'agit de mesurer, sur le béton frais, l'affaissement au cône d'Abrams selon la norme NF EN 12350-2 ; et la teneur en air occlus selon la norme NF EN 12350-7. Ces mesures se font soit à la centrale au départ du béton, soit à l'arrivée sur le chantier. À noter qu'à l'arrivée, en fonction des conditions climatiques et de la durée du transport, le béton peut avoir perdu 10 à 20 mm d'affaissement au cône d'Abrams. La valeur contractuelle de la consistance est donnée par celle mesurée au moment de la livraison. La résistance à la compression du béton durci est contrôlée en laboratoire, selon la norme NF EN 12390-3.

Un petit tour par les normes

Les bétons extrudés doivent être conformes à la norme NF EN 206/CN. Compte tenu des prescriptions précédemment indiquées, le béton extrudé aura les caractéristiques normatives suivantes :

► la classe d'exposition doit en général être XF2. Elle sera portée à XF4 dans les régions soumises à un gel sévère. XF2 se traduit par une classe de résistance minimale C25/30, un dosage en ciment au moins égal à 300 kg/m³ de béton [E/C = 0,55] et une teneur en air occlus du béton comprise entre 4 et 6 %. XF4 se traduit par une classe de résistance minimale C30/37 et un dosage en ciment au moins égal à 340 kg/m³ de béton [E/C = 0,45]. Pour les DOM-TOM, non soumis au problème du gel, la classe d'exposition retenue sera XC4, avec une classe de résistance minimale C25/30, un dosage en ciment au moins égal à 280 kg/m³ (le dosage de 300 kg/m³ reste recommandé) de béton [E/C = 0,60].

► la classe de consistance pour un démoulage immédiat est la classe S1, soit un affaissement au cône d'Abrams (mesuré selon la norme NF EN 12350-2) compris entre 10 et 40 mm.

► de manière générale, le béton extrudé étant non armé, la classe de chlorures retenue sera Cl 1,0. Dans le cas où le béton contiendrait des éléments métalliques, les classes Cl 0,2 ou Cl 0,4 s'appliquent selon le type de ciment.

À noter : en ce qui concerne le dosage du ciment, il s'agit de spécifications normatives minimales ; des valeurs plus élevées peuvent être fixées par les spécifications du marché.

Rôle des joints

Les bordures en béton extrudé sont soumises aux mêmes lois que n'importe quel ouvrage en béton. Ce matériau réagit à son environnement : il est bon de savoir qu'un béton se fissure naturellement lors de son retrait hydraulique ; cette fissuration compense la dilatation due aux variations thermiques. Conseil : afin de garantir une répartition homogène de la fissuration de retrait, il sera nécessaire de privilégier un ciment à faible chaleur d'hydratation et de limiter son dosage à 330 kg/m^3 (sauf pour les classes d'exposition XF4, où il devra être porté à 340 kg/m^3). Par ailleurs, le béton se dilate ou se contracte selon les variations de la température ambiante.

Les joints de construction, ou d'arrêt de bétonnage, sont réalisés en fin de journée ou chaque fois qu'il y a un arrêt de bétonnage supérieur à une heure. Ce type de joint consiste à retailler transversalement le béton afin d'obtenir un bord franc.

Les joints de retrait sont exécutés pour contrôler le phénomène de retrait hydraulique du béton et déterminer à l'avance l'emplacement de la fissuration. Les joints sont réalisés en créant une entaille dans l'ouvrage, qui matérialise un plan de faiblesse, selon lequel le béton est amené à se fissurer sous l'action des contraintes de traction ; cette entaille doit posséder une profondeur comprise entre un quart et un tiers de l'épaisseur du béton, et une largeur comprise entre 3 et 5 mm. Les joints de retrait doivent être réalisés à intervalles réguliers. Selon l'usage, l'espacement entre deux joints est de l'ordre de 3 à 5 m. Ils peuvent être réalisés de deux façons distinctes : soit à la truelle sur béton frais, au fur et à mesure du coulage, soit sur béton jeune par sciage à un moment précis de sa prise – et, dans les deux cas, selon une trame déterminée à l'avance. Il faut noter qu'un joint pratiqué dans une bordure n'entraîne aucune discontinuité de la résistance mécanique de l'ouvrage, puisque, sous le joint et au droit de celui-ci, l'engrènement assurera le transfert des charges. Pour les ouvrages où l'apparition de fissures transversales est tolérée, on ne réalise pas de joints de retrait, mais uniquement des joints de construction !



▲ Joint de retrait.



▲ Sciage d'un joint de retrait/flexion.



▲ Franchissement d'une bordure T2.



▲ Accrochage du béton coulé sur l'enrobé.

Résistance mécanique et adhérence au support

Il convient de remarquer que le béton extrudé, en tant que matériau, est doté de qualités mécaniques équivalentes à celles de tout autre béton préfabriqué ou coffré. Les ouvrages coulés en place possèdent une importante résistance à l'arrachement (adhérence au support) et aux chocs ; un béton coulé sur un support bitumineux y adhère naturellement. Dans l'exemple photographié, une bordure coulée sur une couche d'enrobé bitumineux a résisté au franchissement des poids lourds du chantier. ■

Chapitre 3

PRESCRIRE UNE BORDURE EN BÉTON EXTRUDÉ

Après avoir détaillé les différentes techniques ainsi que les propriétés physiques et mécaniques des produits, il convient d'en faciliter la prescription, autrement dit de donner les principaux éléments d'aide à la constitution d'un cahier des clauses techniques particulières (CCTP) intitulé « Bordures et caniveaux coulés en place ».

INTRODUCTION

Le cahier des charges doit décrire avec précision les caractéristiques attendues en termes de définition (forme), de résistance, de classe d'environnement et d'intégration (couleur, traitement de surface, etc.) : l'ensemble de ces paramètres doit permettre à l'entreprise de répondre aux besoins de son client et de garantir à celui-ci la pérennité de l'ouvrage. Il doit également décrire les caractéristiques des constituants du béton, des ajouts éventuels, des spécificités liées au coulage (conditions météorologiques, environnement, etc.).

Le cahier des charges doit décrire avec précision les caractéristiques attendues







Le béton est défini par ses constituants, et sa formule est élaborée non seulement en fonction des contraintes d'extrusion, mais aussi de celles liées à l'environnement



CHAPITRE 3.1

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES CONSTITUANTS DU BÉTON

Ciment

Le ciment utilisé pour la confection du béton sera conforme à la norme NF EN 197-1 (éventuellement complétée par l'une des normes suivantes : NF P 15-317 ou XP P 15-319). Il sera de type CEM I (gris ou blanc), CEM II ou CEM III. Enfin, il devra présenter des caractéristiques adaptées à la nature des granulats et aux conditions climatiques (gel, sel, etc.).

Adjuvants

Les adjuvants seront conformes à la norme NF EN 934-2. L'emploi d'un entraîneur d'air pourra être imposé, en particulier, par la classe d'exposition de la bordure. L'emploi d'un adjuvant autre que l'entraîneur d'air fera l'objet, lors de l'étude de la formulation, d'une vérification de compatibilité avec les autres constituants.

Eau

L'eau utilisée pour la fabrication du béton sera conforme à la norme NF EN 1008 ; son origine sera soumise à l'acceptation du maître d'œuvre.

Granulats

Les granulats pour le béton seront conformes à la norme NF EN 12620 et classés conformément à la norme XP P 18-545.

◀ *L'extrusion par vis est particulièrement adaptée aux entourages d'arbres (courbes très serrées et faible encombrement de la machine).*

Colorants (à usage facultatif)

Les colorants seront des superfines (1 à 5 μ m), dont le but est de modifier la teinte du béton dans lequel elles sont dispersées. Ce sont des pigments de synthèse ou des pigments à base d'oxydes métalliques naturels, se présentant sous forme liquide ou en poudre ; leur dosage doit être compris entre 1 et 6 % pour les ciments courants et ne pas excéder 3 % dans le cas d'un ciment blanc, en fonction de la teinte désirée.

Fibres (à usage facultatif)

Les fibres seront des fibres en polypropylène ou des fibres métalliques ; leur dosage devra être conforme aux indications du fabricant. Utilisation et dosage seront soumis à l'acceptation du maître d'œuvre. L'incorporation de fibres fera l'objet, lors de l'étude de la formulation, d'une vérification de compatibilité avec les autres constituants.

CHAPITRE 3.2

FABRICATION ET TRANSPORT DU BÉTON

L'unité de production sera soumise par l'entreprise à l'acceptation du maître d'œuvre. Dans le cas de béton prêt à l'emploi, on choisira de préférence une unité de production qui dispose du droit d'usage de la marque NF-BPE. La composition du béton devra toujours être conforme aux normes en vigueur (norme béton NF EN 206/CN). Tous les constituants seront incorporés avec une tolérance conforme à la norme NF EN 206. Le temps de transport devra tenir compte de la température ambiante et ne pourra pas excéder deux heures et demie (temps calculé à partir de la fin de la mise en œuvre et jusqu'au début de fabrication de la première gâchée). ■



▲ Bordure de délimitation des voies, réalisée sur l'enrobé existant.

**Il existe deux types
de machines.
Le choix dépend
du mode de réalisation
et du support sur lequel
on doit poser l'ouvrage**

CHAPITRE 3.3

CONDITIONS DE RÉALISATION

Préparation du support

Les enrobés ou les graves du support devront être réceptionnés, stabilisés et compactés afin d'éviter des désordres ultérieurs. La tolérance altimétrique du support ne doit pas dépasser plus ou moins 0,5 cm. L'implantation, selon les principaux points d'alignement, sera fournie par le client. Il est conseillé de disposer d'environ un point tous les 20 mètres en ligne droite et tous les 1 à 5 mètres dans les courbes, selon leur rayon de courbure.

Bétonnage par temps chaud et/ou par temps sec

L'heure de début du bétonnage sera retardée en fonction du temps de prise du ciment ; cela réduira le dégagement de chaleur lié à l'hydratation du ciment lors de fortes chaleurs. La cure du béton sera renforcée jusqu'à un dosage double de celui prévu pour les conditions courantes. Par temps chaud ou sec, le béton est beaucoup plus sensible à la dessiccation et sujet à l'apparition de fissures de retrait très ouvertes.

Bétonnage par temps froid

La température du béton, avant sa mise en place, sera supérieure à 5 °C. Si la température ambiante est inférieure à 5 °C (tout en étant supérieure à 0 °C) et s'il y a des risques de gel dans les vingt-quatre heures qui suivent la mise en place, des protections particulières devront être posées après acceptation du maître d'œuvre. Tout bétonnage sera interdit, lorsque la température mesurée sur le chantier à 7 heures du matin sera inférieure à 0 °C. Pour la réalisation de chantiers hivernaux dans des régions en altitude, il est possible d'utiliser des bétons chauds ; cette technique nécessite la présence de centrales à béton équipées.

Bétonnage par temps humide

En prévision de la pluie, une feuille de protection souple ou des coffrages légers seront prévus. Si un orage éclate, la fabrication du béton sera suspendue. De même, en cas de pluies violentes. Les protections seront immédiatement mises en place pour protéger la surface de l'ouvrage et empêcher sa détérioration par ravinement.

Bétonnage par grand vent

Dans le cas de vent fort, la cure de béton est renforcée. Le dosage sera le double de celui prévu dans les conditions courantes, car les risques de dessiccation de la surface du béton sont importants. L'apparition de faïençage peut, dans le temps, détériorer la surface de l'ouvrage. ■

CHAPITRE 3.4

COULAGE DES BORDURES

Choix du type de machine

Le choix de la machine (il en existe deux types) dépend du mode de réalisation et du support sur lequel poser l'ouvrage ; sur un sol non réglé finement, la machine devra être asservie. Le type de machine choisi sera soumis à l'acceptation du maître d'œuvre.

Produits de cure

Les produits destinés à assurer la cure du béton ainsi que les dosages prévus par l'entreprise seront soumis à l'acceptation du maître d'œuvre. À l'exception des films de polyéthylène, les produits de cure seront conformes à la norme NF P 18-370. Les films de protection utilisés seront transparents ou de couleur claire ; ils ne présenteront pas de discontinuité et seront mis en œuvre par pulvérisation uniforme sur l'ensemble de la

surface de la bordure. La protection du béton par ces produits est obligatoire par temps chaud et/ou venteux afin d'éviter la dessiccation du béton.

Fréquence de réalisation des joints de retrait

Les joints de retrait devront être posés régulièrement pour des raisons esthétiques ; l'intervalle entre ceux-ci sera compris entre 3 et 5 m. Ces joints ont pour effet de canaliser la fissuration de retrait et de provoquer une rupture franche sur la surface de la bordure. Ils seront réalisés par sciage le lendemain du coulage ou par entaille au couteau dans le béton frais ; la profondeur de l'entaille sera d'au moins un quart de l'épaisseur du béton. ■



▲ La machine de réalisation de la plate-forme du TCSP peut intégrer les caniveaux et bordures.



Maître d'ouvrage : conseil général du Vaucluse.
Réalisation des bordures en béton extrudé : Agilis.
Machine : Miller 1000.

Béton : C 30/37 XF 2 G2 F1 de couleur grise
Fournisseur du béton : Cemex (centrale d'Avignon-Cantarel).
Ciment : Cemex

Carrefour des Glaces

LES VIGNÈRES (Vaucluse)

L'environnement

À deux kilomètres du hameau des Vignères, situé au nord de Cavaillon (Vaucluse), la D 900 passe sous la D 938, qui mène à l'Isle-sur-la-Sorgue. Ce carrefour très circulant était réputé pour sa dangerosité avec deux « points noirs » : deux voies de tourne-à-gauche successives, suivies de la présence d'une pile de pont située dans l'axe de circulation de la D 900. Des accrochages et des accidents mortels s'y produisaient régulièrement ! Pour sécuriser ce tronçon, d'importants travaux ont été mis en œuvre entre les mois de juin et d'août 2014.

La solution

L'élimination des tourne-à-gauche accidentogènes et du danger représenté par la pile de pont impliquait la modification radicale du carrefour, avec la création d'un carrefour giratoire en amont de l'ouvrage d'art. Le réaménagement a été grandement facilité par l'utilisation de bordures en béton extrudé (souplesse des courbes et rapidité d'exécution) ; il a consisté dans la mise en œuvre d'environ 800 mètres linéaires de bordures I2, 700 m de T2 et 250 m de mini-MVM (mini-murets de 34 cm en pied, 20 cm en tête et 38 cm de haut). Le nouveau dispositif été complété par des secteurs réalisés en béton balayé ainsi que par l'implantation de séparateurs GBA et de caniveaux à fente. ■



Le commentaire de Richard Montagut (Agilis)

« La D 900 étant une voie circulante, un phasage précis des travaux était important. Nous avons travaillé en deux temps, par demi-giratoires, dans le sens montant puis dans le sens descendant. Nous n'avons utilisé qu'une seule machine (une Miller 1000) : une des plus petites machines asservies disponibles sur le marché, d'un encombrement de deux mètres de large) et une équipe de six personnes. Le chantier s'étant déroulé en été, nous avons pris en compte les températures élevées, qui accélèrent la prise du béton extrudé, en travaillant plus tôt le matin. Couler en place les bordures est un choix de rapidité d'exécution pour un chantier très pénalisant pour l'utilisateur. De plus, la circulation poids lourds étant importante sur cet axe, ce mode de réalisation offre une réelle longévité aux bordures par rapport aux éléments discontinus. Les bordures coulées en place s'intègrent parfaitement dans le revêtement en béton des îlots. »



Maître d'œuvre : Territoires 62.

Entreprise : ID Verde.

Réalisation des bordures : AER-Eiffage.

Machine : Miller M-8100 à guidage par fil.

Béton : C25/30 CEM III Dmax 12,5 XF 2 de couleur grise.

Fournisseur du béton : Cemex (centrale de Sains-en-Gohelle, Pas-de-Calais).

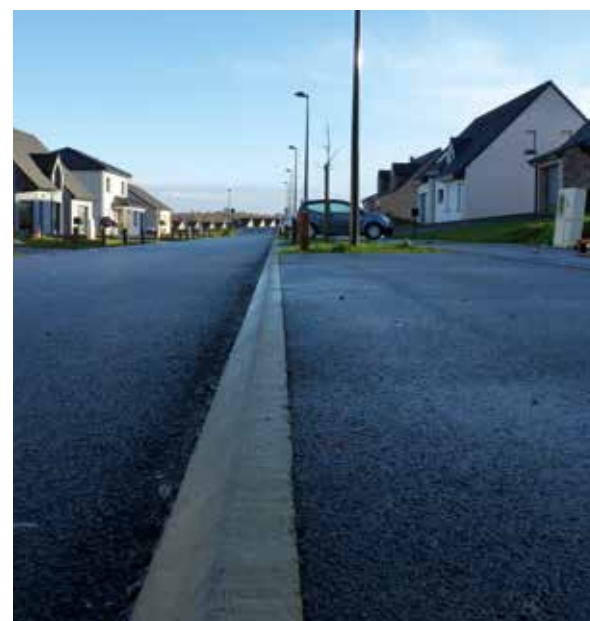
Lotissement de La Sablière LIÉVIN (Pas-de-Calais)

L'environnement

Situé au pied du terril de Pinchonvalles, près de la route d'Avion, le lotissement de La Sablière est un nouveau quartier de Liévin : il comprend 56 lots, commercialisés en 2014 et en 2015. Afin d'attirer une nouvelle population d'acheteurs, les parcelles de 500 à 800 m ont été laissées libres de constructeurs, les propriétaires étant uniquement soumis à un règlement garantissant l'homogénéité du bâti. La qualité de l'environnement a été privilégiée, sur le thème de la « nature en ville ». Une voie d'accès, longue de 300 m, a été réalisée avec plusieurs embranchements pour desservir le lotissement.

La solution

Les dimensions, la fréquentation et les délais imposés à la réalisation de la voie sont les facteurs qui ont guidé le choix de bordures coulées en place. Ainsi, la présence d'un EHPAD dans le périmètre imposait la circulation régulière d'ambulances, d'où un phasage spécifique. Au total, le chantier a nécessité quatre interventions distinctes (en octobre 2014, coulage des bordures CS 1, A2 et A2 CS1 ; en novembre 2014, coulage des bordures T1 ; en février 2015, coulage des bordures CS1, A2 et A2 CS1 ; et en octobre 2015, coulage des bordures CS1 et A2). Durée totale du chantier : 8 jours. ■



Le commentaire d'Éric Dallery (AER-Eiffage)

« Les bordures coulées en place sont avantageuses en termes de coût et de temps de réalisation. Lors de ce chantier, nous avons opté pour l'utilisation d'une machine à coffrage glissant du type Miller M-1000. Celle-ci nous a permis de réduire l'encombrement de 80 cm par rapport à une machine classique, et l'équipe a coulé les 2 845 ml dans le délai imparti. Rapidité, flexibilité et coût sont les principaux avantages de ce mode de réalisation ! »



Maître d'ouvrage :
commune de Saint-Drézéry.

Réalisation des bordures en béton extrudé :
Profil Méditerranée.

Machines : deux Miller Curber 900.

Béton : C 30/37 XF2 S1 D6 MAX concassé bicolore
(noir et blanc).

Fournisseur du béton : Unibéton Méditerranée.

Ciment : CEM II/A-S 42.5.

Allée de la Liberté SAINT-DRÉZÉRY (Hérault)

L'environnement

Dans l'Hérault, à quelques kilomètres de Montpellier, Saint-Drézéry a conservé la ruralité d'un authentique village du Languedoc. Son château, ses vins (AOP) et son miel sont réputés. Pour préserver son cachet, la commune est très attentive à la qualité esthétique de ses aménagements. En juillet 2015, elle a fait réaliser, en centre-ville, un séparateur en épi comportant une douzaine de places de stationnement.

La solution

Pour garantir une intégration harmonieuse dans le tissu urbain préservé, le choix s'est porté sur des bordures en béton extrudé désactivé intégrant deux types de granulats [2/6] : 70 % de Murles (ton blanc) et 30 % de basalte noir. Au total, 93 mètres linéaires de séparateurs ont été réalisés. Autres facteurs déterminants dans ce choix : la rapidité d'exécution et le coût ! ■



Le commentaire de Benjamin Kessas (Profil Méditerranée)

« Ce choix de bordures décoratives a été clairement guidé par des considérations esthétiques. Nous sommes intervenus en trois temps. Particularité : nous avons utilisé deux machines – des Miller Curber 900 – pour pouvoir réaliser les finitions de maçonnerie en "béton frais sur béton frais". À défaut, avec des finitions "béton dur sur béton frais", il y a un fort risque de fissuration ! Montée l'une à droite, l'autre à gauche, ces deux machines ont facilité la réalisation des épis. Elles étaient menées par deux équipes réduites de trois personnes. Le coulage du béton s'est effectué le matin ; il a été suivi de la pulvérisation du désactivant, puis, dans l'après-midi, du lavage au pistolet à haute pression relié à une hydrocreuse... La réalisation de bordures coulées en place ouvre un large panel de finitions et d'aspects qui permettent leur intégration dans l'environnement. »



Maître d'ouvrage : Conseil départemental des Landes.

Assistant maître d'ouvrage : Maïté Fourcade paysage (Orthez), sous-traitant de Colas Sud-Ouest - Agence de Tarnos.

Réalisation des bordures en béton extrudé :
Profil 06, agence de Bordeaux.

Machine : Power Turber 5700-C filoguidée.

Béton : F EN 206-1 C 30/37 XF 2 S1 fibré de couleur grise.

Fournisseur du béton : Sicom Daniel (Tarnos).

Ciment : CEM III/A 52.5 N CE CP1 NF.

Véloroute DE TARNOS À SAINT-BARTHÉLEMY (Landes)

L'environnement

À l'ouest de Bayonne, l'Adour sert de frontière naturelle entre le département des Landes et celui des Pyrénées-Atlantiques. Côté landais, la RD 74 longe le fleuve sur une vingtaine de kilomètres offrant tout à la fois une voie d'accès secondaire vers le cœur du Sud-Ouest et un itinéraire touristique agréable. Le développement du réseau national des véloroutes et voies vertes s'appuie sur un schéma national validé en 1998, révisé en 2010. Il s'inscrit dans la continuité d'itinéraires européens et se décline au niveau régional. Le département a décidé de valoriser cet axe en faisant une « voie verte », dotée d'une piste cyclable. Elle a été réalisée durant l'année 2015.

La solution

D'une largeur de 2 mètres, la véloroute est longue d'environ 10 kilomètres. Elle traverse le territoire des communes de Tarnos, Saint-Laurent de Gosse, Saint-Martin-de-Seignanx et Saint-Barthélémy. Une bordure réalisée en béton extrudé (8 700 mètres linéaires au total) la sécurise de la voie principale. Elle a été réalisée en trois semaines, entre le 15 juillet et le 7 août 2015. ■



Le commentaire de Jérôme Scattolin (Profil 06, agence de Bordeaux)

« De dimension 20 x 20 cm avant la pose de l'enrobé, la bordure offre une vue de 10 cm finie. Elle a été mise en œuvre, en continu, en une seule intervention à l'aide d'une machine Power Curber 5700 C filoguidée. Nous avons réalisé un profil de bordure spécifiquement pour ce chantier. La bordure dispose de deux petits quarts arrondis pour ne pas être trop agressive pour les vélos. De nombreuses ouvertures y ont été prévues pour l'écoulement de l'eau et pour le passage des riverains. Nous avons adapté le coulage aux conditions estivales en commençant à 7 heures du matin et en arrêtant à 14 heures. Particularité : la voie était fermée à la circulation avec un usage restreint aux seuls riverains. L'avantage de cette technique de réalisation est de pouvoir réaliser des profils de bordure sur mesure pour nos clients afin de répondre à des besoins spécifiques (sécurité, forme unique...). »



Maître d'ouvrage :
conseil départemental de Seine-Maritime.
Réalisation des bordures en béton extrudé : AER-Eiffage.
Machine : Wirtgen SP-250.

Béton : C25/30 XF 2 (avec entraîneur d'air et plastifiant).
Fournisseur du béton : CB Premix.
Ciment : Lafarge.

Barreau Nord-Sud

LE HAVRE (Seine-Maritime)



L'environnement

Réputée difficile, l'entrée nord-ouest de l'agglomération havraise, située non loin de l'aéroport, desservait de façon insuffisante les quartiers voisins du Mont-Gaillard et de La Mare-Rouge. La communauté d'agglomération havraise ainsi que les communes du Havre et d'Octeville-sur-Mer ont donc décidé de créer une nouvelle voie d'accès. Déclarée d'utilité publique le 30 janvier 2012, celle-ci a été inaugurée en septembre 2015, après neuf mois de travaux. Nommée barreau Nord-Sud, cette nouvelle voie d'accès, d'une longueur totale de 700 m, possède deux carrefours qui lui permettent de desservir les quartiers riverains. Elle est dotée d'une chaussée à 2 x 2 voies – limitées à 50 km/h – afin d'offrir de bonnes conditions de circulation aux 24 500 usagers attendus chaque jour.

La solution

Les deux sens de circulation sont séparés par un terre-plein central et bordés par des accotements. Au total, le barreau Nord-Sud a nécessité la pose d'environ trois kilomètres de bordures en béton extrudé : une option choisie pour la rapidité de sa mise en œuvre et pour la résistance de l'ouvrage fini... Celles-ci ont été achevées fin 2014. ■



Le commentaire de Baptiste Dorée (AER, agence d'Avion)

« Dans un premier temps, il était envisagé de couler d'abord un profil T2 CS 2, puis de réaliser une banquette arrière de 50 cm. Finalement, pour des raisons de rapidité, de coût et de résistance, il a été décidé de tout faire en une seule fois, en réalisant un ensemble de 90 cm de large. Nous avons utilisé une machine Wirtgen SP-250, d'usage fréquent pour ce type de chantier. L'équipe était composée de six personnes. Enfin, pour le béton, une granulométrie fine a été choisie pour un meilleur rendu esthétique. Grâce au coffrage glissant, il est possible d'intégrer une bordure à des ouvrages plus complexes : cela permet un gain de temps et une meilleure intégration esthétique ! »

BIBLIOGRAPHIE

► *Guide pratique d'entretien. Voiries urbaines et espaces publics en béton de ciment*, SPECBEA, 2008, remplacé en 2016 par le guide de *L'entretien des infrastructures urbaines*, SPECBEA, 2016.

► Fascicule n° 31 du cahier des clauses techniques générales (CCTG) : « Bordures et caniveaux en pierre naturelle ou en béton et dispositifs de retenue en béton », 1984.

NORMES

NF EN 206/CN : 19 décembre 2014 – Béton – Spécification, performance, production et conformité – Complément national à la norme NF EN 206.

NF EN 1340 : février 2004 (P98-340) - Éléments pour bordures de trottoir en béton - Prescriptions et méthodes d'essai (remplace la NF P 98-302 : 1982) ; avec son complément national NF P 98-340/CN : mars 2004 - Bordures et caniveaux - Profils.

NORMES D'ESSAIS DE CONTRÔLE DU BÉTON

[affaissement, air occlus, résistance] :

NF P18-370 : juillet 2013 (P18-370) – Adjuvants – Produits de cure pour bétons et mortiers – Définition, spécifications et marquage.

NF EN 12350-2 : avril 2011 (P18-431-2) - Essais pour béton frais - Partie 2 : Essai d'affaissement.

NF EN 12350-7 : avril 2012 (P18-431-7) - Essais pour béton frais - Partie 7 : Teneur en air – Méthode de la compressibilité.

NF EN 12390-1 : novembre 2012 (P18-430-1) - Essais pour béton durci - Partie 1 : Forme, dimensions et autres exigences relatives aux éprouvettes et aux moules.

NF EN 12390-2 : avril 2012 (P18-430-2) - Essais pour béton durci - Partie 2 : Confection et conservation des éprouvettes pour essais de résistance.

NF EN 12390-3 : avril 2012 (P18-430-3) - Essai pour béton durci - Partie 3 : Résistance à la compression des éprouvettes.

NF EN 13670 : février 2013 (P18-450) - Exécution des structures en béton ; avec son complément national NF EN 13670/CN : février 2013.

ARTICLES

Parus dans la *Revue générale des routes et des aérodromes* et disponibles dans le recueil *Le Béton 2000-2005 (sur demande auprès du SPECBEA)*.

N° 808 : « Le coffrage glissant. Application aux dispositifs de sécurité et aux ouvrages d'assainissement », J.-M. Potier, D. Longeron, C. Chevalier (juillet-août 2002).

N° 819 : « L'extrusion du béton par compression », J. Henri (juillet-août 2003).

N° 853 : « Le béton extrudé : sécurité et confort de la route ! », D. Peyrard (novembre 2006).

N° 871 : « Bordures en béton extrudé ou glissé, bientôt un guide », A. Depetrini (novembre 2008).

N° 889 : « Des bétons extrudés en grands travaux et en ouvrages singuliers », C. Chevalier, F. Gratessolle, J. Foret, J.-B. Conrad (novembre 2010).



SPEcialistes de la **Chaussée**
en **BE**ton et des **Aménagements**

Guide pratique SPECBEA

Publié par le SPECBEA, 9 rue de Berri 75008 Paris (France)
specbea.com - specbea@fntp.fr
Syndicat de spécialité de la FNTF

Groupe de travail :

Henri de Broutelles / Eiffage Travaux publics - AER
Christophe Chevalier / Agilis
Jeanne Foret / Aximum
Cyril Henri / Profil 06

Remerciements :

Alain Depetrini, à l'origine de ce document

Illustrations & photos :

Agilis, Aximum, Eiffage Travaux publics - AER, Profil 06,
Signature SAS, Patrick Goulvestre.

Conception & réalisation :

Conception graphique : Fenêtre sur Cour - fenestresurcour.eu
Conception rédactionnelle : SCML médias - scmlmedias.com

À l'exclusion des illustrations et photos, la reproduction totale ou partielle des informations contenues dans ce fascicule est libre de tous droits, sous réserve de l'accord de la rédaction et de la mention d'origine.

© 2016 SPECBEA

Guide pratique SPECBEA Bordures en béton extrudé

Date de publication : mai 2016

Un guide unique ! Réalisé par les entreprises spécialistes des bétons d'aménagement et de voirie adhérentes au SPECBEA, ce fascicule propose d'explorer le domaine des bordures en béton extrudé... Cette technique, qui consiste à fabriquer en place les ouvrages, possède bien des atouts, notamment sur le plan économique ! Rendements élevés, qualité de réalisation et mise en service rapide comptent parmi les principaux. Cette publication fait le point sur les différentes techniques d'extrusion et propose un inventaire des produits concernés, en insistant sur leurs caractéristiques décoratives et environnementales. Sans oublier la mise en avant de nombreux exemples !

A unique guide ! Created by the companies specialized in equipment and public road network concretes, members of SPECBEA, this volume aims at exploring the domain of extruded concrete kerbs... This technique for cast-in-situ works brings several benefits, especially on the economical level, among which high efficiency, design quality and fast commissioning! The publication gives an update on the various extrusion technologies and proposes an inventory of concerned products, focusing on their decorative and environmental properties, including highlights on several examples!



SPEcialistes de la **Ch**aussée
en **BE**ton et des **Am**énagements