

SÉCURITÉ ROUTIÈRE

Les dispositifs de retenue en béton



La sécurité routière

Malgré la baisse spectaculaire des nombres d'accidents et de victimes enregistrée depuis l'année 2002, due essentiellement à la détermination des Pouvoirs publics, la sécurité routière reste une préoccupation majeure : chaque année, la société française paie un lourd tribut aux accidents de la route et amène son train de mesures pour tenter de réduire ce fléau.



Les accidents les plus graves survenant à la suite de collisions frontales, on a cherché, dès les années soixante, à en limiter le nombre par des séparateurs physiques interdisant théoriquement le franchissement de l'axe médian ou du terre-plein central. Malheureusement, les dispositifs en acier galvanisé n'empêchaient pas toujours le franchissement par les poids lourds.

Aussi, des solutions plus sûres ont été recherchées : glissières métalliques à structure renforcée, séparateurs en béton dérivés des séparateurs mis au point aux États-Unis, etc. Mais la donne a totalement changé en trente ans. Le trafic routier de marchandises a littéralement explosé ⁽¹⁾, la vitesse des véhicules a augmenté, leur conception a évolué, le réseau routier s'est profondément transformé.

Appelés souvent "glissières" ou "barrières" de sécurité, les dispositifs de retenue constituent un élément majeur de la politique de sécurité routière, d'où l'importance que revêt leur efficacité. Voici le point technique et réglementaire sur un sujet vital et quelques repères pour décider et agir.

(1) En 1960, le trafic routier des poids lourds, mesuré en tonnes-kilomètres, s'élevait à 160 milliards. En 2004, il frôle les 1 325 milliards. Ce sont ainsi 32 tonnes par Européen qui sont transportées par la route sur 100 km.

Les dispositifs de retenue en béton

Caractère infranchissable et effet « chasse-roue »

Conçus pour être infranchissables, ils assurent la meilleure protection contre le franchissement du fait de leur poids élevé et de la continuité du dispositif. Leur structure même contribue à remettre les véhicules dans la trajectoire de roulement

Le bon profil pour les deux-roues

Pleins et continus sur toute leur hauteur, ils permettent de réduire très fortement les risques de blessures graves occasionnées aux motocyclistes par les glissières sur pied à simple renfort, de loin les plus utilisées.

Economiques, polyvalentes... et écologiques

Un matériau disponible partout en France, une mise en œuvre locale. Un dispositif durable ne nécessitant pratiquement pas d'entretien, réduisant donc les accidents liés à ce type de travaux, s'intégrant bien au paysage et pouvant remplir d'autres fonctions : protection contre le bruit, végétalisation.

Mais également un équipement neutre pour l'environnement, ne rejetant pas de métaux lourds.

Des équipements qui ne transigent pas avec la sécurité

LES SÉPARATEURS EN BÉTON présentent de nombreux avantages en matière de sécurité routière.

- **Premier avantage : leur efficacité en tant que barrière de sécurité du fait de la très grande inertie liée à leur poids et à la continuité du dispositif.**

Construits soit sur les terre-pleins centraux des autoroutes et des voies rapides, soit en accotement dans les zones sensibles, les séparateurs en béton présentent en effet l'avantage, qui n'est plus à démontrer, d'éviter le franchissement des terre-pleins centraux ou les sorties de route en zones habitées.

L'accroissement considérable du trafic, et particulièrement celui des poids lourds, le développement des voies rapides et l'emprise réduite des terre-pleins centraux dans les zones urbanisées, en font aujourd'hui un équipement de sécurité routière de premier ordre.



Dispositifs de sécurité sur une route de montagne.



Le dispositif de sécurité en béton a limité l'accident à un seul sens de circulation.



Dispositif de sécurité dans une zone périurbaine.

- **Deuxième avantage : l'effet « glissière » et la remise du véhicule sur sa trajectoire**, si sa vitesse et l'angle d'impact avec le séparateur ne sont pas trop élevés, ce qui constitue de très loin le cas le plus fréquent.

Le premier obstacle rencontré par les roues du véhicule est une petite marche d'une hauteur variant entre 8 et 15 cm, appelée "talon" et qui fait office de "chasse-roue". Si les pneus surmontent le talon, ils sont en quelque sorte pris en charge par une rampe inclinée de 54° par rapport à l'horizontale, qui agit un peu comme un virage relevé ou redressé.

Cette rampe permet d'une part d'absorber une partie de l'énergie par friction des pneus et donc de freiner le véhicule, et d'autre part de conserver à ce même véhicule une certaine stabilité dynamique qui l'empêche de sortir de la route. L'énergie du véhicule n'est donc pas absorbée par la déformation du dispositif de sécurité, mais réduite et transférée.

Les essais réalisés à l'ONSER (Office National de la Sécurité Routière) et les traces de pneumatiques visibles sur les barrières existantes montrent que le profil des séparateurs français contribue à rediriger le véhicule vers la chaussée.



Double glissière végétalisée en site périurbain...



... et en site urbain.

- **Troisième avantage, et non des moindres : les séparateurs en béton permettent, dans de nombreuses situations, de réduire les risques de blessures graves** occasionnées aux motocyclistes lors de collisions, de sorties de route ou de simples chutes. Ils présentent, en effet, une surface continue sur toute leur hauteur.
- **Quatrième avantage : ces dispositifs ne nécessitent pratiquement pas d'entretien**, du fait de leur durabilité et de leur insensibilité à la corrosion. Cet atout économique est d'abord un atout pour la sécurité, car les chantiers d'entretien entraînent des perturbations et des risques d'accident, non seulement pour les passagers des véhicules mais aussi pour les personnels d'entretien.

« Infranchissabilité » : les critères officiels

L'Office national de la sécurité routière (ONSER) a réalisé entre 1974 et 1988, à la demande du Service d'Études techniques des routes et autoroutes (SETRA), une série d'essais en grandeur réelle dans son Centre d'essais de Lyon.

L'ONSER a retenu des critères bien définis pour mesurer l'efficacité des barrières de sécurité : d'une part, la résistance au franchissement selon la vitesse, la masse et l'angle d'impact du véhicule avec la barrière de sécurité, d'autre part le comportement du véhicule après l'impact.

Des essais ont été réalisés avec des véhicules d'une masse variant de 1 250 kg à 12 tonnes, roulant à des vitesses comprises entre 60 et 100 km/h, et percutant la barrière de sécurité selon un angle de 20 à 30° ⁽²⁾. Au vu de résultats parfaitement concluants, le Ministère de l'Équipement a agréé par la circulaire n° 88-49 du 9 mai 1988 deux types de séparateurs en béton, à la fois comme glissière de sécurité (véhicules légers) et comme barrière de sécurité (poids lourds).

(2) L'angle d'impact lors d'un choc réel est le plus souvent inférieur à 20°.

- **Les séparateurs simples en béton adhérent (GBA) :** dispositifs coulés en place et constitués d'un muret en béton de profil dissymétrique de 80 cm de hauteur et de 48 cm de largeur à la base, faiblement armés à leur partie supérieure par deux fers filants. Leur poids est d'environ 625 kg par mètre linéaire (voir schéma 1) ;
- **Les séparateurs doubles en béton adhérent (DBA) :** mêmes caractéristiques que les séparateurs simples, mais avec un profil symétrique, 80 cm de hauteur et 60 cm de largeur à la base. Leur poids est d'environ 700 kg par mètre linéaire (voir schéma 2).

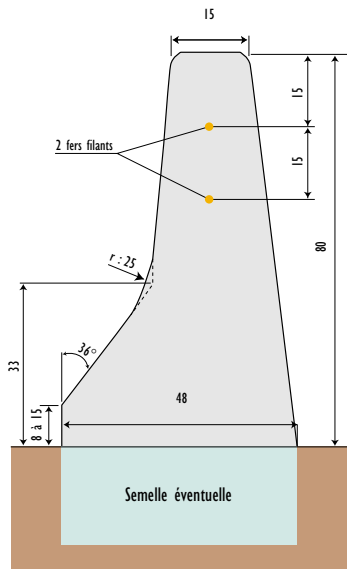


Schéma 1 : Profil théorique du séparateur de type GBA.

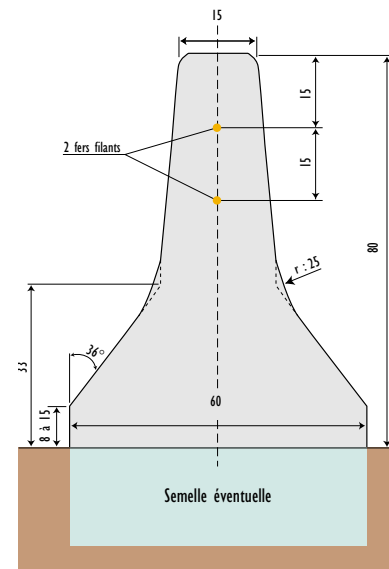


Schéma 2 : Profil théorique du séparateur de type DBA.

Ces deux dispositifs offrent une remarquable résistance au franchissement. En effet, le “béton adhérent” est coulé en place et solidarisé avec la chaussée, constituant ainsi un ouvrage particulièrement résistant aux chocs.

Il est significatif que le Service d'Études techniques des routes et autoroutes ait retenu un seuil de trafic “poids lourds” comme critère de mise en place des structures en béton. De ce fait, les séparateurs en béton ont connu un développement important depuis leurs premières apparitions en 1975, jusqu'à équiper 1 000 km de routes et d'autoroutes chaque année.

La Réglementation française

À mesure qu'avançaient les essais, plusieurs documents officiels sur les séparateurs en béton ont été publiés par le Ministère de l'Équipement :

- Le fascicule spécial 75-71 bis, circulaire n° 75-131 du 4 septembre 1973 ;
- Le fascicule spécial 80-14 bis, circulaire n° 80-41 du 12 mars 1980 ;
- Le fascicule spécial 83-42 bis, fascicule 31 du CCTG du 7 septembre 1983 ;
- Les fascicules 1 et 3 de la circulaire n° 88-49 du 9 mai 1988 relative à l'agrément et aux conditions d'emploi des dispositifs de retenue des véhicules contre les sorties accidentelles de chaussée.
- La circulaire 94-74 du 10 octobre 1994 relative à l'emploi des dispositifs de retenue en métal et en béton sur routes à chaussées séparées.
- ICTAAL - Instructions sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison.
- ARP - Aménagement des Routes Principales (Guide technique annexé à la circulaire du 5 août 1994).
- ERI - Equipement des Routes Interurbaines.

La Normalisation européenne

Norme EN 1317 - Dispositifs de retenue routiers (CEN/TC228/WG1 - Mandat 111).

- EN 1317-1 : Terminologie et dispositions générales pour les méthodes d'essais.
- EN 1317-2 : Classes de performances, critères d'acceptation des essais de choc et méthodes d'essai pour les barrières de sécurité.
- EN 1317-3 : Atténuateurs de chocs - Classes de performance, critère d'acceptation des essais de chocs et méthodes d'essais.
- ENV 1317-4 : Classes de performances, critères d'acceptation des essais de choc et méthodes d'essai des extrémités et raccordements des glissières de sécurité.
- prEN 1317-5 : Exigences relatives aux produits, durabilité et évaluation de la conformité.
- prEN 1317-6 : Parapets pour piétons.



Dispositifs de retenue sur les routes sinueuses de montagne...



... ou sur celles de plaine.

Mettre fin aux idées reçues

LE MÉTAL EST “MOU”, LE BÉTON EST “DUR”.

La plupart des gens pensent qu'en cas de choc, la sécurité des motocyclistes et des passagers des véhicules venant en sens inverse serait davantage assurée que celle des passagers des voitures heurtant le dispositif de sécurité.

Cette idée reçue ne résiste guère à l'épreuve des faits. En effet, les glissières métalliques “déformables” sont rigidifiées lorsqu'elles doivent remplir les fonctions de barrière de sécurité,

c'est-à-dire de dispositif anti-franchissement, ce qui les rend beaucoup moins “déformables”.

Par ailleurs, l'inconvénient évoqué ne peut concerner que les seules voitures roulant à des vitesses élevées ou heurtant le dispositif de sécurité sous un angle important, le véhicule étant remis sur sa trajectoire dans les autres cas, comme cela a déjà été évoqué. Or, les véhicules actuels sont conçus pour absorber, grâce à leur habitacle déformable, la plus grande partie de l'énergie du choc.

En tout état de cause, le rôle d'un dispositif « anti-franchissement » n'est-il pas de protéger, en priorité, les véhicules venant en sens inverse et les riverains ?



Sécurité pour les trafics denses.

De l'économie locale à la protection de l'environnement

Sécurité routière et préservation de l'environnement, cadre de vie, économie locale : les impératifs locaux se conjuguent le plus souvent au pluriel.

Les séparateurs en béton aussi. Seuls dispositifs de sécurité permettant de recevoir les murs ou écrans antibruit, ils assurent également un rôle esthétique, en permettant la végétalisation des terre-pleins centraux des voies rapides et des autoroutes, dans des paysages privilégiés comme aux abords des villes.

Des expérimentations constantes permettent d'améliorer leur aspect et leur intégration dans le paysage ou le cadre de vie urbain.

Les séparateurs en béton permettent en outre aux entreprises de travaux publics locales de bénéficier des investissements de la collectivité, pour un prix de revient très compétitif et un coût global le plus souvent inférieur aux autres types de protection, du fait de l'absence d'entretien.



La double glissière végétalisée contribue à la qualité de l'environnement.

Pollution des eaux de ruissellement

Des études* réalisées en France ont montré clairement que la glissière en acier galvanisé est à l'origine de la pollution des eaux de ruissellement où l'on a pu mesurer des concentrations de zinc dépassant les seuils autorisés (150 % du taux maximal fixé pour la norme NF U 44-04 1).

** Pollution des eaux de ruissellement de chaussées autoroutières (Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées - N° 211, septembre/octobre 1997, pages 101-115).*



Une protection anti-éblouissement est associée à la glissière en béton.



Insensibles aux eaux de ruissellement, les glissières béton ne polluent pas.

Quant à l'environnement, les structures en béton ne sont absolument pas polluantes.

En effet, comme l'ont montré des études récentes, le zinc utilisé pour la protection des glissières métalliques, contrairement au zinc massif utilisé en bâtiment, est peu à peu lessivé et rejeté dans les eaux de ruissellement. Or, ce métal lourd a des incidences directes sur l'environnement, particulièrement la faune, la flore et la qualité de l'eau. Les dispositifs en béton sont totalement neutres de ce point de vue.



Les glissières en béton désactivé et végétalisées contribuent à la qualité de l'aménagement urbain.

Où les séparateurs en béton s'avèrent indispensables

- Voies urbaines ou périurbaines où le trafic est important.
- Terre-pleins centraux d'autoroutes où le trafic est important.
- Bretelles de sortie unidirectionnelles en courbe des routes express et autoroutes.
 - Routes sur lesquelles on constate de fréquentes sorties de chaussée.
 - Zones bruyantes nécessitant la pose d'écrans acoustiques.
 - Talus rocheux instables : fonction de réceptacles à cailloux.
- Protection de points sensibles : piles de pont et habitations riveraines.

Fabrication du corps de séparateur

Les spécifications relatives aux matériaux de base et à leur mise en œuvre sont données dans le fascicule n° 31 du CCTG - « Bordures et caniveaux en pierres naturelles ou en béton et dispositifs de retenue en béton ».

La mise en œuvre des séparateurs par extrusion au moyen d'une machine à coffrage glissant est fortement recommandée. Ces machines font l'objet d'autorisations d'emploi (provisoires ou permanentes) délivrées aux entreprises ayant correctement mis en œuvre, au moyen de la machine concernée, un linéaire non négligeable de séparateur. La liste de ces autorisations est publiée annuellement.

La mise en œuvre par banchage n'est pas souhaitable, sauf dans des configurations particulières ou pour des chantiers de courtes longueurs ne justifiant pas le déplacement d'une machine à coffrage glissant. Dans ces cas, les prescriptions du fascicule 65 du CCTG (Cahier des Clauses Techniques Générales) sont à respecter.

Les matériaux

Armatures pour coffrage glissant

Ce sont des fers haute adhérence, de préférence soudables (aptitudes de l'acier au soudage), conforme à la norme ENV 10080 : Aciers pour béton.

La liaison des barres élémentaires se fait de deux façons :

- Le recouvrement est entièrement soudé (cordons de soudure) sur au moins 12 cm.
- Le recouvrement se fait sur au moins 50 cm avec pointage ou ligature aux extrémités.

Béton

Le béton doit être conforme à la norme NF EN 206-1 : Béton - Partie 1 - Spécifications, performances, production et conformité et son Annexe Nationale.

Le béton, mis en œuvre par des machines à coffrage glissant, doit respecter une formulation très précise et rigoureusement constante. C'est un béton normal, dosé à raison de 330 à 350 kg de ciment par mètre cube de béton. L'installation d'une centrale à béton sur le site ne se justifie que pour les chantiers très importants. Les centrales de Béton Prêt à l'Emploi offrent le plus souvent des possibilités d'approvisionnement satisfaisantes. Le béton destiné à être coulé en continu doit répondre aux exigences suivantes :

- Une stabilité mécanique immédiate, qui nécessite :
 - L'utilisation de granulats concassés (angle de frottement interne élevé),
 - L'utilisation d'un sable roulé, bien gradué,
 - Une faible teneur en eau (de l'ordre de 125 l/m³), d'où la nécessité d'un plastifiant,
 - Une consistance élevée (affaissement au cône d'Abrams de l'ordre de 3 cm),
 - Une teneur en fines suffisante pour la cohésion immédiate (passant à 80 microns = 15 % minimum, y compris le ciment).
- Une maniabilité, qui requiert :
 - L'utilisation d'un sable roulé, bien gradué,
 - L'ajout de plastifiant,
 - Une teneur en fines suffisante.
- Une résistance mécanique : la résistance à la compression à 28 jours doit être supérieure ou égale à 28 MPa.
- Une résistance à la fissuration : on joue sur la teneur en eau et l'ajout du plastifiant ; de ce point de vue, les granulats calcaires durs présentent un avantage certain.
- Une résistance au gel et aux sels de déverglaçage : l'ajout d'un entraîneur d'air est systématique ; la teneur en air occlus doit être comprise entre 3 et 6 %.

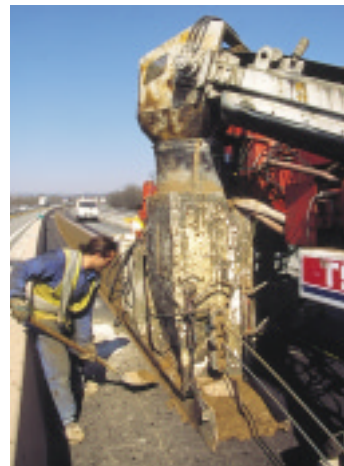
La mise en œuvre

La mise en œuvre des séparateurs en béton avec les machines à coffrage glissant est aujourd'hui bien connue et maîtrisée. Guidage altimétrique et directionnel de la machine par fils et palpeurs, coulage en axe ou en déporté, rattrapage de dénivelés importants en pied de moule, introduction et positionnement des armatures de tête, passage d'eau, franchissement de caniveaux, d'avaloirs, de joints d'ouvrages d'art, raccordement de la barrière avec les glissières métalliques classiques, etc., constituent autant de points délicats, maintenant bien maîtrisés.

Le béton, acheminé jusqu'à une trémie de stockage située à la partie supérieure de la machine, est introduit dans la chambre de moulage d'où il est extrudé après vibration à sa densité maximale, en enrobant les deux fers filants positionnés dans la partie supérieure du séparateur. Le béton frais est ensuite protégé contre la dessiccation par la pulvérisation d'un produit de cure. La machine à coffrage glissant peut, en régime normal, atteindre des cadences de 500 mètres linéaire par jour.



Autoroute A40 : réalisation de glissières de sécurité en béton armé, pérennes et faciles à entretenir.



La machine à coffrage glissant peut, en régime normal, atteindre des cadences de 500 mètres linéaire par jour.

Un nouveau séparateur mobile de voies d'autoroutes

Il est constitué d'éléments préfabriqués en béton mesurant chacun 4,5 m de longueur, 57 cm de largeur à la base et 80 cm de hauteur. Chaque élément pèse 2,5 tonnes. Les différents éléments s'assemblent par un système de liaison « goupilles/plaques », solidarisées au corps en béton. Ce séparateur en béton (référence PM-H2-450.0) est breveté (n°03-13587) et homologué (numéro d'agrément de la Direction de la Sécurité et de la Circulation Routière : NOR EQU S 04 10092C) par la société Bonna Sabla. Il a fait l'objet de deux types d'essais par le LIER (Laboratoire INRETS d'Essais de la Route) : un premier essai avec un véhicule léger (900 kg) lancé à 100 km/h, avec un angle de choc de 20° et un second essai avec un autocar (13 t) lancé à 70 km/h, avec le même angle de choc.



Ce nouveau séparateur mobile de voies d'autoroutes permet d'assurer plus de sécurité sur les autoroutes.

- Plus de sécurité pour le personnel : grâce à des opérations de montage et démontage rapides. La longueur optimale de chaque élément (4,5 m) limite, en effet, le nombre d'éléments à manutentionner. La rapidité de pose réduit donc le temps d'intervention sur chantier et diminue d'autant les risques d'accidents. De plus, il n'y a pas de dépassement de partie métallique sur l'élément béton, donc pas de risque de blessure. Enfin, les pièces métalliques de la liaison sont facilement portables à la main, ce qui évite tout risque d'accident du travail pour « mal de dos ».
- Plus de sécurité pour les usagers : grâce à un niveau de retenue élevé (H2, suivant la norme NF EN 1317), la souplesse du système permet un amortissement important des chocs et limite ainsi les dégâts pour les véhicules (pas de bris de glace, habitacle intact...) et pour leurs passagers.



Le montage et le démontage de ces nouveaux séparateurs mobiles de voies d'autoroutes se font très rapidement et très facilement, sans opération de vissage.

L'alignement de plusieurs éléments en béton est facilité par l'existence de la plaque inférieure. La mise en place des systèmes de liaison est indépendante de la manutention de l'élément béton, ce qui écarte tout risque de coincement. Trois solutions de levage sont proposées à l'entreprise de pose : à la pince mécanique, au travers de trous spécialement prévus à cet effet ou encore à l'aide d'inserts de manutention (sur demande). Enfin, les extrémités de chaque élément sont parfaitement identiques, ce qui élimine tout risque d'erreur.

Le nouveau séparateur mobile de voies d'autoroutes PM-H2-450.0 offre plusieurs avantages : une grande facilité de démontage d'un élément en milieu de file, un chargement optimisé, avec 45 mètres linéaire de séparateur par camion, pas de risque de détérioration des systèmes d'accrochage car aucune partie métallique ne dépasse, une étonnante facilité de transposition de SMV (Séparateur Mobile de Voies) en TPC (Terre-Plein Central) et vice versa : le système est, dans un premier temps, posé en protection de chantier sur la voie de façon provisoire puis, une fois le terre-plein central aménagé, les éléments y sont transposés en mode fixe. Selon les besoins des sociétés d'autoroutes, ce dispositif peut ainsi se transposer de TPC en SMV, puis de SMV en TPC.

Conclusion

Les dispositifs de retenue en béton, de type GBA ou DBA, ont fait leurs preuves en France et leur utilisation ne cesse de croître. Ils constituent un élément très important de l'effort entrepris par les maîtres d'ouvrages routiers pour la protection des usagers de la route.

Leurs coûts de construction et d'entretien, très compétitifs par rapport à d'autres techniques, s'inscrivent parfaitement dans les budgets nécessairement limités de ces maîtres d'ouvrage.

Leur esthétique, apportée par les différentes possibilités de traitement du béton, et leur durabilité, qui tient d'une part à leur solidité et d'autre part à leur non détérioration lors des chocs, constituent également des arguments de poids en leur faveur.

CIM *béton*

CENTRE D'INFORMATION SUR
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS



7, Place de la Défense 92974 Paris-la-Défense cedex

Tél. : 01 55 23 01 00 - Fax : 01 55 23 01 10

Email : centrinfo@cimbeton.net

Site Internet : www.infociments.fr