

Ouvrages de soutènement en remblai renforcé par armatures métalliques constituées de treillis soudés

Ouvrages d'art

26

Divers procédés de construction d'ouvrages de soutènement en remblai renforcé par des armatures constituées de treillis métalliques soudés se sont développés en France ces dernières années. Ils ont fait l'objet de nombreuses applications et connaissent aujourd'hui un certain essor. L'objet de la présente note d'information est de rappeler les règles générales de conception et de calcul existantes dont ils relèvent, mais aussi de présenter les principales règles complémentaires qui leur sont spécifiques et qu'il est essentiel de respecter pour les ouvrages routiers.

Sommaire

Objet de la présente note.	2
Rappels sur la conception générale des ouvrages en remblai renforcé par armatures métalliques	3
Produits et matériaux	4
Remblais	4
Armatures de renforcement (treillis)	4
Témoins de durabilité	7
Dispositions particulières de construction	7
Calcul (ou justifications techniques) des ouvrages	8
Principales références	8

Objet de la pr esente note

Cela fait plusieurs années d ej a que les premiers ouvrages de sout ement en remblai renforcé par des armatures constituées d'éléments en treillis métalliques soudés (spécialement conçus à cet effet) ont été réalisés en France. Différents procédés existent aujourd'hui, qui se distinguent essentiellement les uns des autres par la technologie des éléments constitutifs, et plus particulièrement donc par celle des armatures métalliques ( l ments de renforcement en treillis), celle des éléments de parement, et les « accessoires » de construction.

Ces ouvrages pr esentent en fait une grande similitude, quant à leur constitution, leur mode de fonctionnement et leur réalisation avec les ouvrages en terre armée, utilisés en France depuis plusieurs d ecennies d ej a. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle les principaux aspects de la conception, du calcul et de l'exécution des ouvrages en terre armée, qui relèvent pour l'essentiel de recommandations, voire de normes (cf. § 5 - Principales références), ont pu être étendus aux ouvrages en remblai renforcé par treillis métalliques. Il n'en demeure pas moins toutefois que de nombreuses dispositions de construction et de calcul, liées à la particularité technologique de ces derniers, et dont peuvent d ependre la qualité et la pérennité de ces ouvrages, ne relèvent en fait d'aucune règle ou ne font l'objet d'aucune exigence particulière.

L'objet de la pr esente note d'information est donc d'attirer l'attention sur les principales de ces dispositions, en essayant de préciser les quelques règles essentielles à respecter pour les ouvrages routiers. Il s'agit donc en aucune manière de reprendre ici les règles existantes, même si parfois il a paru utile ou nécessaire d'en évoquer certaines. A cet égard, on pourra donc utilement se reporter aux documents indiqués ci-après en référence, et tout particulièrement aux normes existantes et au document du S etra diffusé en Décembre 1998 et intitulé « Les ouvrages de sout ement - Guide de conception générale » qui traite également des ouvrages en remblai renforcé par des armatures métalliques, peu extensibles et souples.



Photos 1: vues générales d'ouvrages de sout ement en remblai renforcé par armatures constituées de treillis soudés

Remarques

Pour classer cette technique, au sens de la classification proposée dans la dernière partie du Guide de conception générale évoqué précédemment, il est recommandé de tenir compte de l'ensemble des critères évoqués et notamment de l'expérience et des références dont dispose en France l'entreprise chargée du développement du procédé.

Il est à noter que les armatures de renforcement utilisées dans ces procédés ne sont pas constituées de treillis métalliques ordinaires pour béton armé, mais bien de treillis spécialement fabriqués à cet usage et qui doivent répondre à des exigences particulières (cf. § 3.2).

Par ailleurs, l'attention est attirée sur le fait que des procédés, certains de leurs constituants, ou encore certaines dispositions technologiques ou de construction les concernant peuvent faire l'objet de brevets et qu'il y a donc lieu de prendre toutes les dispositions pour se prémunir de toute utilisation abusive.

Rappels sur la conception générale des ouvrages en remblai renforcé par armatures métalliques

Les documents existants concernant ces procédés, et notamment le guide du Sétra, qui fait référence lui-même au « Recommandations et règles de l'art concernant les ouvrages en terre armée », et les normes existantes visées en référence (et en particulier la norme NF P 94-220 - 0) précisent les règles essentielles en matière de conception des ouvrages de soutènement routiers en remblai renforcé par armatures métalliques. Il faut rappeler qu'à cet égard, le guide du Sétra précise et complète certaines dispositions de la norme par des dispositions et des exigences particulières pour tous ces ouvrages.

Celles-ci concernent notamment (parmi les principaux aspects) :

- la nature et les qualités des matériaux et produits employés (certaines dispositions spécifiques aux treillis de renforcement sont précisées ci-après) et leur mise en œuvre ;
- la nécessité que l'ouvrage ait une souplesse suffisante eu égard aux tassements attendus (en particulier pour ce qui concerne donc les parements, et les systèmes de fixation des armatures, les systèmes de joints...) ;
- la géométrie des ouvrages et notamment la longueur moyenne minimale des armatures, qu'il est recommandé de prendre égale à 0,6 fois la hauteur mécanique pour un ouvrage à parement vertical (avec une valeur minimale conseillée de 3 m pour les ouvrages de hauteur mécanique inférieure à 5m) ;
- les dispositions liées à la mise en œuvre de dispositifs de retenue en tête des ouvrages ;
- la protection contre les chocs et la justification de la non fragilité, de la résistance et de la durabilité du parement et de ses éléments constitutifs; on notera à cet égard qu'il est recommandé que les éléments de parement en béton soient systématiquement armés ;
- la protection des remblais vis à vis d'une évolution de leur agressivité, qui conduit notamment à adopter des dispositions particulières pour lutter contre les infiltrations d'agents agressifs généralement véhiculés par les eaux de ruissellement: « étanchéité » des chaussées portées, bonne conception des dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux, géomembrane étanche en partie supérieure de l'ouvrage (cf. réf.3 § 5), choix d'un parement « fermé », de type panneaux ou écailles en béton armé « jointifs »... ;
- les qualités générales des remblais techniques (qui s'étendent au moins sur toute la profondeur des armatures de renforcement), et la valeur caractéristique de leur angle de frottement interne, qu'il est recommandé de limiter supérieurement dans tous les cas à 36° ;
- si nécessaire, l'adoption de dispositions pour faciliter l'accessibilité à toutes les parties de l'ouvrage pour permettre de procéder à l'entretien et la surveillance de celui-ci dans de bonnes conditions. A cet égard, il y a lieu de rappeler également la nécessité de mettre en place systématiquement dans les ouvrages (remblais) des témoins de durabilité en nombre suffisant, correctement conçus, implantés et repérés.

Les ouvrages en remblai renforcé sont, d'une manière générale, des ouvrages relativement souples et déformables et de ce fait, il est recommandé d'éviter tout appui de l'ouvrage ou d'une partie de celui-ci sur une structure plus rigide (qui aurait à reprendre des efforts vis à vis desquels elle n'a pas été calculée) et la réalisation d'appuis de fausses culées à l'intérieur de ces remblais.

Il faut souligner par ailleurs que les entreprises qui exécutent les travaux et transmettent dessins d'exécution et notes de calcul connaissent souvent assez peu les spécificités de ces procédés, y compris pour ce qui concerne leur mise en œuvre. Il y aura donc lieu de s'assurer qu'elles ont bien prévu de recourir à l'assistance technique nécessaire de la part des fournisseurs et/ou bureaux d'études qui accompagnent les procédés, qui doivent pouvoir justifier aussi d'une certaine compétence en ouvrages d'art et en géotechnique.

Il faut noter aussi qu'en règle générale, les notes de calculs transmises par les sociétés qui développent les procédés de soutènement ne justifient pas, ou ne justifient que partiellement la stabilité externe des ouvrages, la stabilité générale et/ou celle des ouvrages provisoires (justifications souvent explicitement exclues de leurs prestations). Il y a donc lieu de s'assurer que les entreprises produisent bien ces justifications qu'il conviendra de faire contrôler par un bureau d'études compétent.

Produits et matériaux

Remblais

Les remblais techniques des ouvrages (massif compris entre le parement et l'extrémité des armatures de renforcement) doivent répondre aux exigences générales relatives à ces matériaux, telles qu'elles sont définies notamment dans les documents visés précédemment et les recommandations et règles de l'art (*cf.* réf.1 à 5). Ces exigences portent essentiellement sur les caractéristiques physico-chimiques qui doivent permettre notamment d'éviter une corrosion anormale des armatures et d'une manière plus générale, de tous les éléments métalliques noyés dans le sol, faciliter la mise en œuvre et le compactage des remblais, limiter les risques d'endommagement des éléments enterrés et permettre l'obtention des caractéristiques mécaniques prises en compte dans les calculs. Elles seront reprises pour l'essentiel dans un projet de norme en cours d'élaboration (PR En 14475 - P 94326).

A cet égard, il est recommandé que le matériau de remblai soit essentiellement constitué d'éléments dont la taille n'excède pas la moitié de l'espacement entre barres des treillis (soit 50 mm à 70 mm environ dans la mesure où la norme NF P 94-220-2 indique que les espacements entre barres longitudinales d'un même renforcement sont compris entre 10 et 15 cm).

Ces dernières dispositions ont pour but notamment de permettre :

- que chaque couche de remblai puisse être correctement nivelée et à la bonne cote pour que les armatures de renforcement puissent reposer sur celle-ci sur toute leur longueur, et en particulier à proximité immédiate du parement. Cette disposition vise essentiellement à limiter les efforts parasites qui pourraient se développer dans les treillis lors de la mise en œuvre et du compactage des remblais sus-jacents ;
- que l'interaction remblai-armatures de renforcement ne diffère pas trop de celle prise en compte dans les justifications (en particulier, fonctionnement en butée répartie - et non locale - sur toute la longueur des barres transversales).



Photo 2 : mise en place des armatures sur le remblai compacté avant fixation au parement

Remarques

Des exigences complémentaires peuvent être requises s'il y a lieu pour répondre à la situation particulière rencontrée.

Rappelons par ailleurs qu'il est recommandé de borner supérieurement   36  la valeur de calcul de l'angle de frottement interne des remblais techniques (valeur introduite dans les calculs - *cf.* réf.2 à 5).

Armatures de renforcement (treillis)

Fabrication

Les armatures utilisées que l'on désigne couramment par le terme de treillis soudés sont élaborées à partir de barres individuelles soudées entre elles par passage de courant électrique, sans apport de matériau. Il faut souligner qu'il ne s'agit pas de treillis métalliques ordinaires pour béton armé, mais bien de treillis

spécialement fabriqués à cet usage et qui doivent répondre à des exigences particulières portant notamment sur la nuance de l'acier, le diamètre minimal des barres ou encore la résistance minimale au cisaillement des soudures et l'interpénétration des barres au droit de celles-ci (cf. ci-après).

Remarque

Ce type d'armature a fait l'objet d'une série d'essais de vieillissement accéléré effectués au Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Melun qui ont montré notamment que la soudure, lorsqu'elle était correctement réalisée, ne constituait pas un point faible vis à vis du phénomène de corrosion (cf. article de MM Brevet, Grimaldi, Raharinaivo et Lu paru dans le Bulletin de Liaison des LPC N° 226 de mai-juin 2000).

Certaines parties des armatures sont toutefois réalisées avec apport de matériau. Cela est le cas généralement des boucles d'extrémité permettant la fixation du treillis au parement (voir photo). Ces soudures sont réalisées en atelier, avant galvanisation, et en conformité avec les normes en vigueur (voir ci-après).

En règle générale, les armatures sont d'une seule longueur, mais s'il s'avère nécessaire de procéder sur place à des rabotages, il conviendra de veiller à ce que ces derniers ne constituent en aucune manière un point faible des armatures, et notamment que les éléments utilisés pour ce faire répondent bien aux mêmes exigences de résistance et de qualité que les armatures elles mêmes.

Type d'armature et nuance d'acier

La norme NF P 94-220-0 définit le type d'armature à utiliser. Elle renvoie à d'autres normes relatives aux armatures pour béton armé.

Les treillis peuvent être constitués de barres lisses ou à haute adhérence. Ces dernières présentent toutefois un risque de moins bonne pénétration des soudures en raison de la présence des couronnes le long de celles-ci, ce qui ne peut que confirmer la nécessité de contrôles systématiques (cf. ci-après).

La norme NF P 94-220-0 spécifie que les aciers constitutifs des armatures doivent avoir une limite élastique conventionnelle inférieure ou égale à 520 MPa et présenter un allongement à rupture (cf. réf.9 § 5) de 12 % au moins (recherche d'une certaine ductilité)

Les aciers sont aptes au soudage et à la galvanisation.

Diamètre des barres et nombre de barres

Il est recommandé que le diamètre des barres qui entrent dans la constitution des armatures de renforcement ne soit pas inférieur à :

- 12 mm pour les ouvrages de hauteur mécanique supérieure à 6 mètres, pour les ouvrages susceptibles de supporter des efforts importants en tête (cas par exemple d'ouvrages avec barrière de sécurité pour la retenue de poids lourds) et dans tous les cas pour les ouvrages sensibles (cf. guide de conception générale cité au § 1) ;
- 10 mm dans les autres cas.

En règle générale, les barres longitudinales et transversales ont le même diamètre.

La norme NF P 94-220-2 fixe entre deux et six le nombre de barres longitudinales par armature de renforcement. Elle précise par ailleurs que leur espacement sur une même armature est compris entre 10 et 15 cm et que celui des barres transversales est compris entre 30 et 60 cm.

Les armatures de renforcement doivent être correctement réparties pour limiter les concentrations d'efforts au parement. Il est recommandé par ailleurs de prévoir une section résistante minimale pour les barres longitudinales (section calculée après diminution des épaisseurs d'acier sacrifiées à la corrosion) d'environ 2,5 à 3 cm² par mètre carré de parement. Une telle disposition a pour objet de limiter certaines erreurs d'exécution, en permettant notamment une certaine standardisation des armatures, tout en assurant une « réserve » de sécurité sur la résistance de celles-ci dans la partie supérieure de l'ouvrage qui reste, comme le montre l'expérience, une zone où les risques d'infiltration d'agents agressifs sont plus importants.

Résistance au cisaillement des soudures et interpénétration des barres - Essais

Les armatures doivent présenter les caractéristiques minimales suivantes :

- la résistance au cisaillement de la soudure mesurée selon la norme NF EN ISO 15630-2 entre une barre longitudinale et une barre transversale doit être au moins égale à 70 % de la résistance à la traction de la barre longitudinale (cf. remarques ci-après).
- l'interpénétration des barres longitudinales et transversales mesurée après soudage de celles-ci doit être de 12 % au minimum. Celle-ci, exprimée en pourcentage, est définie par la relation suivante (barres de même diamètre) :

$$i = 100 * (2.d - h) / 2.d$$

dans laquelle d est le diamètre des barres et ht est la hauteur totale de l'armature mesurée au droit de la soudure.

Il est recommandé de n'autoriser l'utilisation d'un type d'armatures, caractérisé notamment par la nature et les qualités des barres utilisées, les conditions de fabrication des armatures, et leur site (usine) de fabrication, que s'il est attesté qu'il a bien fait l'objet d'essais (3 au minimum par type d'armatures) qui montrent que la résistance au cisaillement des soudures est au moins égale à 70 % de la résistance à la traction de la barre longitudinale. Ces résistances sont mesurées à la fois sur des échantillons d'armatures intactes (armatures nues après soudage) et sur des échantillons d'armatures de section réduite simulant l'effet de la corrosion sur celles-ci. Cette réduction de section peut être obtenue sur les échantillons par dissolution d'une épaisseur moyenne d'acier de 0,75 à 1 mm par immersion dans un bain d'acide.

Il y a lieu également de faire contrôler systématiquement la résistance à la traction des barres et la résistance au cisaillement des soudures sur des échantillons d'armatures fabriquées pour l'ouvrage concerné.

Remarques

Pour les treillis soudés pour béton armé, le projet de norme PR En 10080 : 2005 fixe la résistance au cisaillement du joint soudé à $0,25 \cdot Re \cdot An$, ce qui est donc insuffisant pour l'utilisation comme armature de remblai renforcé pour les ouvrages routiers et justifie le recours à une fabrication spéciale.

La campagne d'essais de vieillissement accéléré d'armatures effectuée au LRPC de Melun (cf. réf.4 § 5) avait montré que les armatures de type C4 testées, qui présentaient une interpénétration des barres voisine de 16%, présentaient également, avant corrosion comme après (obtenue par dissolution dans un bain d'acide), une résistance au cisaillement sensiblement égale à la résistance à la traction des barres. Cela avait conduit la société qui développait en France le procédé concerné à adopter, pour tous leurs ouvrages, des armatures de ce type, de mêmes qualités et de même provenance.

Il est à noter par ailleurs que des essais effectués sur des échantillons de treillis prélevés in situ ont montré que la limite élastique et la limite à rupture de l'acier pouvaient diminuer légèrement après galvanisation de l'armature. Il s'agit là toutefois d'un phénomène de faible amplitude, mais qui justifie de faire procéder aux essais sus-visés sur les échantillons d'armatures de l'ouvrage pour bien prendre en compte la résistance réelle de celle-ci dans les justifications (cf. § 4).

Galvanisation et épaisseur d'acier sacrifiée à la corrosion

Les armatures sont galvanisées à chaud après fabrication. L'épaisseur minimale de zinc est de 70 microns (par référence à la norme NF EN ISO 1461). L'épaisseur d'acier sacrifiée à la corrosion est fixée par la norme A05-252 en fonction de la durée de vie de l'ouvrage et des conditions de site (cf. également « Recommandations Terre Armée »).

Il existe de nombreux types de parements, qui se différencient notamment par leur forme, leurs dimensions et leur constitution.

L'objectif de durabilité recherché pour les ouvrages de soutènement routiers ou autoroutiers impose toutefois de prendre toutes les dispositions pour que l'environnement des armatures de renforcement dans l'ouvrage ne soit pas agressif vis à vis de celles-ci, et le reste durant toute la durée de service de celui-ci. Cela se traduit notamment par des exigences particulières quant aux qualités des matériaux de remblai et par des dispositions de construction destinées à assurer la protection de ces remblais contre les infiltrations d'eaux qui peuvent être chargées d'agents agressifs (cf. § 2). Cela conduit également à recommander pour ces ouvrages l'utilisation de parements dits « fermés », du type panneaux ou écaillés en béton armé jointifs par exemple, plus étanches que les parements dits « ouverts », de type panneaux de treillis par exemple. Il convient donc d'utiliser à bon escient ce dernier type de parement, souvent choisi pour des raisons d'ordre architectural ou de coût.

Les parements en béton sont systématiquement armés. Leur résistance et leur durabilité doivent être justifiées. Les dimensions des éléments ou panneaux qui les constituent et leurs conditions d'assemblage doivent permettre aux ouvrages d'accepter dans de bonnes conditions les tassements attendus.

Les dispositifs de liaison des armatures au parement en béton armé sont divers et souvent spécifiques au procédé concerné. La liaison est toutefois couramment réalisée par une barre ou par un tube métallique qui s'enfile d'une part dans les extrémités en boucle des armatures et d'autre part, soit dans des boucles métalliques intégrées aux panneaux du parement lors de la fabrication de ces derniers, soit directement dans des réservations (ou logements) prévues à cet effet dans les panneaux.

Il est recommandé que le diamètre des barres qui constituent les boucles intégrées au parement, lorsqu'il y en a, ne soit pas inférieur de plus de 2 mm à celui des barres longitudinales. Leur résistance doit être justifiée, y compris vis à vis de l'arrachement du parement en béton armé.

Les dispositifs de liaison ne doivent en aucun cas constituer un point faible de la résistance ou de la durabilité des ouvrages. Ils doivent répondre au moins aux mêmes exigences que celles prescrites pour

les armatures de renforcement pour ce qui concerne notamment les qualités des aciers qui les constituent et leur aptitude à la galvanisation.

Les barres et tubes de liaison doivent présenter une résistance et une rigidité suffisantes, y compris après perte des épaisseurs théoriques d'acier sacrifiées à la corrosion. Les tubes sont également galvanisés au trempé (y compris l'intérieur et les extrémités) et leur épaisseur est dans tous les cas égale ou supérieure à 5 mm.

Témoins de durabilité

Comme cela a été rappelé précédemment (cf. § 2), il est impératif de mettre en place systématiquement dans les ouvrages des témoins de durabilité en nombre suffisant, correctement conçus, implantés et repérés, que l'on pourra extraire assez aisément dans le cadre des opérations de surveillance des ouvrages en service. A cet égard, on pourra utilement se reporter au paragraphe 2.11 du Guide de conception générale précédemment évoqué (cf. réf.2 § 5).

Les témoins de durabilité des armatures en treillis soudés doivent avoir des dimensions suffisantes pour permettre d'effectuer après extraction, s'il y a lieu, des essais de résistance au cisaillement des assemblages soudés dans les conditions définies dans la norme NF EN ISO 15630-2 (au moins un croisillon de 20 cm de longueur pour l'armature longitudinale et 10 cm pour l'armature transversale).

Les principales caractéristiques de chaque témoin de durabilité (origine de l'armature, principales caractéristiques de celle-ci et des barres constitutives, résistance initiales, poids...) doivent être accessibles et très correctement indiquées notamment sur les plans de repérage des témoins.

Dispositions particulières de construction

Cela concerne essentiellement ici les dispositions prises pour éviter les pertes des particules fines des matériaux de remblai à travers les joints entre les panneaux du parement et celles prévues pour assurer les appuis de ces panneaux les uns sur les autres et destinées notamment à faciliter le montage et à conférer au parement une certaine souplesse.

La protection contre les pertes de fines à travers les joints du parement est souvent obtenue par l'insertion d'une mousse de polyuréthane ou de polyester dans les joints ou par le recouvrement de ces derniers par des bandes de géosynthétiques. Ces dispositifs doivent être parfaitement et durablement perméables à l'eau et l'on doit veiller à ne pas les endommager par la mise en œuvre des remblais.

Les appuis des panneaux du parement les uns sur les autres sont généralement assurés par l'intermédiaire de bandes ou de plaques d'appui souples et résistantes disposées sur le chant supérieur des panneaux sous-jacents. Les matériaux et produits utilisés doivent répondre aux exigences de durabilité, de souplesse et de résistance requises.

D'autres dispositions peuvent être prévues, notamment pour permettre ou faciliter l'exécution des ouvrages; elles sont parfois spécifiques au procédé concerné. Il est important de veiller toutefois à ce qu'elles soient bien adaptées et qu'elles ne peuvent nuire au bon comportement et à la durabilité des ouvrages.



Photos 3 : exemples de systèmes de fixation des armatures au parement

Calcul (ou justifications techniques) des ouvrages

Les principales règles de justification des ouvrages relèvent des normes NFP 94 220-0 (*cf.* réf.5 § 5) et NFP 94 220-2 (*cf.* réf.6 § 5).

Celles-ci peuvent être complétées en tant que de besoin, en s'appuyant notamment sur les documents évoqués précédemment qui traitent également de cet aspect des ouvrages et de certaines dispositions ou exigences particulières aux ouvrages routiers. Cela concerne par exemple la valeur de l'angle de frottement interne des remblais pris en compte dans les calculs, qui est bornée supérieurement à 36° , ou encore la prise en compte des chocs de véhicules sur les dispositifs de retenue disposés en tête des ouvrages.

Les normes actuelles sont en cours de révision, pour apporter s'il y a lieu quelques corrections aux règles actuelles et, surtout, pour être mises en conformité avec la partie 1 de l'Eurocode 7 qui traite des règles générales du calcul géotechnique des ouvrages.

Principales références

Recommandations et guides

- (1) Les ouvrages en terre armée - Recommandations et règles de l'art LCPC - Sétra - Ré-édition de 1991
- (2) Les ouvrages de soutènement - Guide de conception générale Sétra - Décembre 1998
- (3) Recommandations AFTES - Dimensionnement des écrans de protection des dispositifs d'étanchéité par géomembrane.

Articles

- (4) Tenue à la corrosion de treillis en acier soudé dans les remblais. P Brevet. G Grimaldi. R Lu. A Raharinaivo. Bulletin de liaison des LPC n°226 - Mai-Juin 2000.

Principales normes

- (5) Norme NF P 94-220-0 Ouvrages en sols rapportés renforcés par armatures ou nappes peu extensibles et souples - Justification du dimensionnement.
- (6) Norme NF P 94-220-2 Ouvrages en sols rapportés renforcés par armatures ou nappes peu extensibles et souples - Renforcement par des armatures métalliques en treillis - Justification du dimensionnement.
- (7) Norme A05-252 Corrosion par les sols - Aciers galvanisés ou non mis en contact de matériaux naturels de remblai.
- (8) Norme Pr En 10080 Aciers pour l'armature en béton - Aciers soudables pour béton armé - Généralités.
- (9) Norme NF EN ISO 15630-2 Aciers pour l'armature et la précontrainte du béton - Méthodes d'essais - Partie 2 - Treillis soudés.
- (10) Norme Pr En 14475 Exécution de travaux géotechniques spéciaux - Remblais renforcés (indice de classement P94-326).
- (11) Norme NF EN ISO 1461.

46 avenue
Aristide Briand
BP 100
92225 Bagneux Cedex
France
téléphone :
33 (0)1 46 11 31 31
télécopie :
33 (0)1 46 11 31 69
internet : www.setra.equipement.gouv.fr

Rédacteurs

Gilbert Haiun – Sétra/CTOA – téléphone : 33 (0)1 46 11 32 07 - télécopie : 01 45 36 83 07.
mél : gilbert.haiun@equipement.gouv.fr

Bertrand Thidet – Sétra/CTOA puis DREIF/LROP
mél : bertrand.thidet@equipement.gouv.fr

Document imprimé par téléchargement à partir des sites web du Sétra :

- Internet : <http://www.setra.equipement.gouv.fr>
- I² (réseau intranet du ministère de l'Équipement) : <http://intra.setra.i2>

Directeur de la publication : Jean-Claude **Pauc** – Directeur du Sétra

Conception graphique - mise en page : Sétra

L'autorisation du Sétra est indispensable pour la reproduction même partielle de ce document.

Référence : 0648w – ISSN : 1250-8675

AVERTISSEMENT

La collection des notes d'information du Sétra est destinée à fournir une information rapide. La contre-partie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité ni de son rédacteur ni de l'administration.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.

Le Sétra appartient
au Réseau Scientifique
et Technique
de l'Équipement

