

APPLICATIONS DU POLYSTYRÈNE EXPANSÉ EN GÉNIE CIVIL ET ZONES PAYSAGÈRES

NOTE TECHNIQUE COMPLÉMENTAIRE AU GUIDE SETRA
DE MAI 2006



L'AFIPEB vous éclaire !

AVANT-PROPOS



Cette note technique actualise les références normatives et techniques du guide technique SETRA de septembre 2006 : « **Utilisation du polystyrène expansé en construction routière** ».

- **La norme française NF T 56-201**, annulée en août 2017, a été remplacée par la norme NF EN 14933 – produits isolants thermiques et de remblayage pour les applications de génie civil : produits manufacturés en polystyrène expansé (EPS) – publiée en mai 2008.
- **Le guide SETRA faisant référence à la norme NF T 56-201**, la norme NF EN 14933 est désormais le document de référence pour les caractéristiques des panneaux de polystyrène expansé concernés.

Le travail présenté dans ce document est le fruit d'une collaboration efficace des experts techniques de l'AFIPEB et de la Direction Technique France de COLAS.

DOMAINE D'EMPLOI

En **génie civil**, les blocs de polystyrène expansé sont utilisés pour les applications suivantes :

→ Remblai sur sols compressibles

Le remplacement d'une partie d'un remblai existant par des blocs de polystyrène expansé constitue une technique fiable et efficace pour réduire les tassements des remblais sur sols compressibles (ouvrages d'art fondés sur pieux, transition d'un substratum rocheux à un sol très compressible, versants de montagne...).

→ Remblai sur versants instables

Généralement accompagnée de mesures de stabilisation du versant, l'utilisation de polystyrène expansé permet de faciliter la réparation des routes emportées par des glissements de terrain. Il convient également pour la construction de remblais neufs sur versants instables ou difficilement accessibles.

→ Réduction des efforts horizontaux

L'utilisation du polystyrène expansé à parement vertical derrière un ouvrage contribue à réduire les charges. Elle permet également, dans les zones étroites, d'élargir une route.

→ Diminution des phénomènes vibratoires

L'ajout de polystyrène expansé sous une dalle béton permet de limiter dans certains cas la propagation des vibrations. Cette caractéristique se révèle particulièrement utile pour le traitement de voie de tramway située à proximité des habitations (< 7 m).

→ Protection des chaussées contre le gel

La faible conductivité thermique du polystyrène expansé permet de limiter le dégel du permafrost et d'éviter en conséquence les risques de déformations de la chaussée.

→ Limitation des phénomènes de surpoids sur ouvrages d'art et réseaux enterrés

Les structures rigides construites sous une importante épaisseur de remblai et fondées sur des sols résistants subissent des contraintes jusqu'à deux fois le poids des terres qu'elles supportent (effet MARSTON). Très léger, le polystyrène expansé limite considérablement la charge apportée à ces ouvrages.

En **zones paysagères**, l'utilisation du polystyrène expansé sert à aménager l'espace sans occasionner les mêmes contraintes qu'un remblai traditionnel. Le remblai allégé peut être positionné au-dessus d'un sol existant ou enterré dans un sol que l'on souhaite alléger. Ce remblai peut recevoir en surface soit de la végétation, soit des aires de circulation (piétonnes ou véhicules légers).



AVANTAGES DU POLYSTYRÈNE EXPANSÉ

Le polystyrène expansé est un matériau plastique cellulaire rigide, fabriqué par moulage de billes de polystyrène expansible en présence de vapeur d'eau. Il a une structure « nid d'abeilles » à cellules fermées remplies d'air. Pour les applications en génie civil, le polystyrène expansé a les principaux avantages suivants :

- Il est **léger** (de 15 à 35 kg/m³ selon la classe d'EPS) et donc facile à manipuler et à mettre en œuvre.
- **Composé de 98% d'air**, il est inerte, biologiquement neutre et stable dans le temps.
- Se présentant sous forme de blocs ou de panneaux, il est **adaptable à tous les terrains et à toutes les configurations**.
- Ses propriétés mécaniques, notamment son coefficient de Poisson proche de 0, lui permettent de **supporter les charges verticales sans reporter d'effort horizontalement sur les ouvrages adjacents**.
- Il est **hydrophobe** ; il n'assimile que des quantités extrêmement faibles d'eau liquide et ne présente aucune aspiration capillaire.
- Il est **stable** dimensionnellement, **cohésif** et **incompressible**.



PROPRIÉTÉS & CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Les classes de polystyrène expansé sont définies par la norme NF EN 14933 et déterminées selon les charges appliquées au-dessus des blocs. Les propriétés et caractéristiques techniques sont récapitulées dans le tableau, ci-après. Les niveaux de performance sont liés à la compression à 10% des blocs de polystyrène expansé. Pour les remblais routiers, le polystyrène expansé est au minimum de classe EPS 90.

Classes de polystyrène expansé (EPS) selon NF EN 14933							
Niveaux de performance							
Propriétés & Caractéristiques techniques	EPS 70	EPS 90	EPS 100	EPS 120	EPS 150	EPS 200	EPS 250
Contrainte en compression à 10% de déformation (kPa) selon norme NF EN 826 ⁽¹⁾	≥ 70	≥ 90	≥ 100	≥ 120	≥ 150	≥ 200	≥ 250
Résistance critique (Rc) (kPa) selon l'annexe A de la NF P75-401 ⁽¹⁾	≥ 55	≥ 70	≥ 90	≥ 100	≥ 125	≥ 160	≥ 180
Charge permanente admissible (kPa) (coefficient de sécurité de 4 par rapport à la résistance critique) ⁽²⁾	~ 13	~ 17	~ 22	~ 25	~ 31	~ 40	~ 45
Module d'élasticité en compression (Module de Young) selon NF EN 826 (MPa) (valeur moyenne) ⁽³⁾	2,8	3,5	4,5	6	7,5	10	13
Tolérances dimensionnelles ⁽³⁾	± 0,5%						
Coefficient de Poisson ⁽³⁾	~ 0						
Réaction au feu selon NF EN 13501-1	EPS Standard : NPD (Performance non déterminée)						
	EPS ignifugé : Euroclasse E						

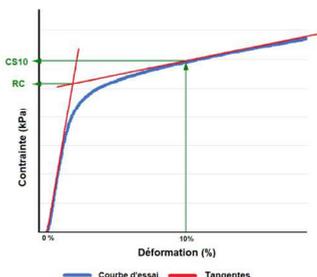
(1) Voir courbe de déformation du polystyrène expansé

(2) Déterminée conformément au guide SETRA. Des valeurs de charges différentes peuvent toutefois s'appliquer, selon les avis techniques en vigueur, délivrés par l'IDRRIM

(3) Selon guide SETRA

La courbe de déformation du polystyrène expansé selon la NF EN 826 est la suivante

Courbe d'essai suivant la NF EN 826 - Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment - Détermination du comportement en compression.



CONTRÔLES DES PRODUITS

L'industriel doit être en mesure de fournir les résultats des contrôles réalisés sur le(s) lot(s) livré(s), selon les autocontrôles comportant la vérification des caractéristiques suivantes, conformément à la norme NF EN 14933 :

- Contrainte en compression à 10% de déformation,
- Réaction au feu selon les NF EN 13501-1 et NF EN ISO 11925-2 pour les produits déclarant un classement de réaction au feu Euroclasse E

D'autres autocontrôles peuvent être fournis à la demande du client, au cas par cas. Par exemples :

- Caractéristiques dimensionnelles selon les NF EN 822 et 823
- Masse volumique, à chaque étape de la transformation et sur le produit fini selon la NF EN 1602 (cette mesure est faite pour les essais indirects, corrélation entre la masse volumique et les contraintes en compression et en résistance critique)
- Résistance critique (Rc) selon l'annexe A de la NF P 75-401 et module d'élasticité en compression (module de Young) selon la NF EN 826.

Les tests qualité sont effectués après stabilisation de chaque lot.

Les contrôles de masse volumique et de dimensions sont réalisés sur les blocs entiers. Les contrôles de résistance à la compression sont réalisés sur des éprouvettes taillées dans ces mêmes blocs.

Le nombre de blocs et d'essais soumis aux contrôles est conseillé selon la répartition suivante :

- un prélèvement pour les remblais $\leq 300 \text{ m}^3$,
- un prélèvement supplémentaire tous les 500 m^3 ,
- un prélèvement sur un bloc donne lieu à 3 essais.

Le nombre des essais de contrôle peut être modulé selon le Plan d'Assurance Qualité (PAQ) mis en place pour le chantier. L'objectif est d'assurer que la production soit conforme aux exigences de la norme NF EN 14933 pour la classe du polystyrène expansé choisie.

De plus, chaque bloc doit comporter la référence commerciale du produit, sa date de fabrication conformément à la norme NF EN 14933. D'autres informations peuvent également être indiquées, tel que son numéro de lot.

PRÉPARATION DU CHANTIER



4 étapes sont à respecter préalablement à la mise en œuvre du produit :

Etape 1 : Plan d'exécution

Etabli par l'entrepreneur chargé des travaux, le plan d'exécution fixe les dimensions des blocs utilisés, précise pour chaque phase d'exécution le sens d'assemblage des blocs et prédéfinit leurs découpes éventuelles. En cas de nécessité, un calepinage pourra être demandé.

Etape 2 : Dimensionnement de l'ouvrage

L'épaisseur des blocs doit être respectée. La longueur et la largeur seront adaptées au cas par cas.

Etape 3 : Vérification du marquage des blocs

Chaque bloc est identifié pour assurer la traçabilité des produits. Le marquage sur les blocs, réalisé conformément aux indications du paragraphe contrôle des produits, ci-dessus, est vérifié à leur réception.

Etape 4 : Contrôle des blocs à réception sur chantier

Les contrôles sur chantier relatifs à la masse volumique et aux dimensions prédéfinies sont réalisés suivant le PAQ de l'entreprise.

La mise en œuvre doit être conforme aux dispositions du guide SETRA et aux avis techniques délivrés par l'IDRRIM.

PRÉCAUTIONS D'EMPLOI DU POLYSTYRÈNE EXPANSÉ

Protection contre les hydrocarbures

Elle est assurée par une dalle en béton armé (sous les couches de chaussée) et par toute autre disposition jugée nécessaire. Le remplissage des réservoirs des engins est à éviter sur ou à proximité des blocs de polystyrène expansé en phase chantier.

Protection contre le feu

Lorsque les blocs de polystyrène expansé sont couverts d'une dalle en béton armé, de couches de chaussées et de sol, la quantité d'oxygène disponible est insuffisante pour propager l'incendie. En revanche, lors de la mise en œuvre, il est interdit de fumer, d'allumer un feu ou de produire une source de chaleur à proximité des blocs de polystyrène expansé. En cas d'intervention post travaux, toutes les précautions devront également être prises pour éviter tout risque d'incendie du remblai.

Enfin, afin d'éviter la propagation du feu, un entretien de la végétation doit être réalisé aux abords directs du remblai.

Protection contre les ultraviolets

Il est conseillé de maintenir les blocs de polystyrène expansé à l'ombre s'ils doivent être stockés pendant de longues périodes. Ils doivent être protégés sur tous les côtés visibles en phase finale du chantier.

Protection contre le vent (en phase chantier)

Les blocs de polystyrène expansé doivent être protégés contre les effets du vent en cas de stockage prolongé. Ce risque disparaît dès que le remblai est construit. Il est important d'amarrer les blocs chaque fois qu'il y a un risque de vent violent ou de coller la dernière rangée exécutée en fin de journée.

RÉFÉRENCES NORMATIVES

- **NF EN 822** : Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment - Détermination de la longueur et de la largeur
- **NF EN 823** : Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment - Détermination de l'épaisseur
- **NF EN 826** : Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment - Détermination du comportement en compression
- **NF EN 1602** : Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment - Détermination de la masse volumique apparente
- **NF EN ISO 11825-2** / Essais de réaction au feu - Allumabilité des produits de bâtiment soumis à l'incidence directe de la flamme - Partie 2 : essai à l'aide d'une source à flamme unique
- **NF EN 13501-1** : Classement au feu des produits et éléments de construction - Partie 1 : classement à partir des données d'essais de réaction au feu
- **NF EN 14933** : produits isolants thermiques et de remblayage pour les applications de génie civil : produits manufacturés en polystyrène expansé (EPS)
- **NF P 75-401** : Isolation thermique des bâtiments frigorifiques et des locaux à ambiance régulée (Référence DTU 45.1)



LEXIQUE

- **Coefficient de Poisson** : il caractérise l'expansion ou la contraction d'un matériau perpendiculairement à la direction de l'effort appliqué.
- **Contrainte en compression à 10% [CS(10)]** : valeur de charge en compression à appliquer pour obtenir 10% de déformation sur l'épaisseur du matériau. CS(10)XXX est le symbole du niveau déclaré de cette contrainte. C'est cette caractéristique qui définit, selon la norme NF EN 14933, les classes de polystyrène expansé mentionnées dans le tableau des propriétés et caractéristiques du polystyrène expansé.
- **Euroclasse** : système européen harmonisé de classement des produits selon leur réaction au feu. Il comporte 7 classes :
 - **A1, A2** : contribution au feu nulle ou très faible
 - **B, C, D, E** : contribution au feu faible à importante
 - **F** : contribution au feu très importante ou n'atteignant pas le classement E
 - **NPD** : performance non déterminée
- **IDRRIM** : Institut Des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité
- **Module d'élasticité en compression (module de Young ou Module E)** : contrainte divisée par la déformation (en zone élastique).
- **PAQ** : Plan d'Assurance Qualité
- **Résistance critique Rc** : valeur de compression limite entre la phase élastique et plastique du matériau arrivant au seuil de déformation irréversible (ou seuil de plastification F_e suivant la NF EN 826).
- **SETRA** : Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes.