

Directives techniques		
Chapitre :	6. INFRASTRUCTURE	
Section :		
Article :		Version : 2022

Table des matières du chapitre

	sections / pages
6.1 Généralités 6.1 /	1 à 3
6.2 Pose traditionnelle	
6.2.1 Traverses	6.2 / 1 à 3
6.2.2 Rails	6.2 / 4 à 6
6.2.3 Comparatif des poses de voies courantes	6.2 / 7
6.2.4 Cordon anti-usure	6.2 / 8 à 9
6.2.5 Coupes types	6.2 / 10 à 14
6.2.6 Etapes de construction	6.2 / 15
6.2.7 Evacuation des eaux de surface	6.2 / 16 à 19
6.2.8 Exemples d'exécution	6.2 / 20
6.3 Mesures antivibratoires	
6.3.1 Généralités	6.3 / 1 à 2
6.3.2 Pronostics des vibrations	6.3 / 3 à 11
6.3.3 Choix du type de mesures de protection	6.3 / 12
6.3.4 Exemple avec attaches antivibratoires des rails	6.3 / 13
6.3.5 Exemple d'une dalle flottante légère sur appui surfacique (tapis résilient)	6.3 / 14
6.3.6 Exemple de franchissement d'une chambre située directement sous voie	6.3 / 15
6.3.7 Exemple d'une dalle flottante légère sur appui surfacique	6.3 / 16

Directives techniques		
Chapitre :	6. INFRASTRUCTURE	
Section :		
Article :		Version : 2022

sections / pages

6.3.8 Exemple d'une dalle flottante lourde sur appui surfacique (tapis résilient)	6.3 / 17
6.3.9 Exemple d'une dalle flottante lourde sur appuis linéaires	6.3 / 18
6.3.10 Exemple d'une dalle flottante d'inertie en béton sur plots résilients	6.3 / 19
6.3.11 Pose anti-vibratile niveau 1 : amortissement vibratoire – 10 dBv	6.3 / 20

Remarque : Les épaisseurs données dans les profils types le sont à titre indicatif. Elles doivent être déterminées selon les normes VSS et les indications d'un géotechnicien.

Directives techniques	section n° / page n°
Chapitre : 6. Infrastructure	6.1 / 1
Section : 6.1 Généralités	
Article :	Version : 2022

Géotechnique :

- Avant-projet

Un bureau de géotechnique sera contacté pour définir les grandes lignes stratigraphiques au droit du tracé envisagé et les zones susceptibles de faire l'objet d'une reconnaissance plus détaillée.

- Projet définitif

Il intégrera les données déterminées lors de l'avant-projet.

- Projet d'exécution et contrôle

Le géotechnicien contrôlera à l'avancement la qualité des fonds de fouilles (essai de plaques type M_E , petit pénétromètre, etc) et définira, le cas échéant, les mesures complémentaires nécessaires.

Pose ancienne :

La pose sur traverses en bois est abandonnée depuis longtemps

Jusque dans les années 1990 les voies étaient posées sans traverses selon le mode d'exécution suivant :

- Terrassement, réglage et contrôle du fond de fouille
- Calage des deux rails sur des plots en ciment.
- Boulonnage d'entretoises métalliques entre les rails et fixation des semelles d'ancrage en fonte au patin des rails.
- Soudure aluminothermique des rails
- Contrôle de la géométrie
- Bétonnage de la semelle de fondation qui enrobe les ancrages des rails.

Ce mode de pose est abandonné.

Mode de pose traditionnel actuellement utilisé : (voies sans exploitation)

Les voies sont soit prémontées en ateliers par coupons de 18 m de longueur comportant l'ensemble rail – traverses soit montées sur site.

Les traverses sont de types bi-blocs ou monoblocs. Les bi-blocs en béton préfabriqué fretté sont reliés entre eux par une cornière métallique. Le système d'attache est incorporé aux traverses

Dans les zones de branchement, des traverses béton monoblocs de longueur variable sont utilisées. Elles comportent une gorge de fixation sur toute leur longueur (voir 6.2.1 page 2)

Après terrassement et contrôle du fond de fouille une première couche de béton est posée. Lorsque la résistance de cette dernière le permet, les coupons sont amenés sur le chantier au moyen de remorques routières et posés à la grue sur pneus.

Des vérins à vis traversant les traverses permettent le réglage de la voie. Le bétonnage de la deuxième couche d'infrastructure enrobe les traverses (voir 6.2 « Pose traditionnelle »).

Directives techniques	section n° / page n°
Chapitre : 6. Infrastructure	6.1 / 2
Section : 6.1 Généralités (suite)	
Article :	Version : 2022

Les différents types de traverses mentionnées sous 6.2.1 p. 1 à 3 représentent quelques modèles couramment utilisés.

Il existe plusieurs autres systèmes (consulter la documentation des fournisseurs).

Des traverses à épingles sont moins épaisses et moins lourdes, elles permettent la réalisation de plate-formes de plus faible épaisseur.

Les épingles (armatures en attentes) contribuent à un meilleur ancrage de la voie dans la pose béton. Voir aussi chapitres 10.1.3 à 10.1.5.

Protection des attaches des traverses béton

Les attaches et boulons de fixation du rail seront protégés de tout contact par la mise en place d'un capot plastique résistant et aéré.

Ce capot est réalisé en polypropylène il devra rester stable chimiquement et géométriquement. Le profil de la protection épouse la forme de la traverse, des attaches et de l'écrou. Il permet un montage rapide avec blocage axé sur l'écrou et facilite son incorporation dans la chambre d'éclissage éventuelle.

Il devra résister à l'agression des produits pétroliers, à l'alcalinité des bétons et aux ultraviolets : température de 60° C ainsi qu'aux chocs et aux piétinements des ouvriers.

Cette protection sera mise en place sous revêtements de tous types après graissage des écrous. Les capots plastiques appliqués sous un revêtement enrobé devront résister à une température de 170° C.

Dans les appareils de voie, les capots plastiques seront remplacés par la pose de cabochons sur tous les écrous isolés.

Chambre d'éclissage

Le matériau de remplissage est profilé de manière à s'adapter parfaitement au profil du rail, y compris sur les sections comportant les attaches et boulons de fixation. Les caractéristiques du matériau doivent être données par le fournisseur en compatibilité avec le mode de pose et le revêtement prévu.

Directives techniques		section n° / page n°
Chapitre :	6. Infrastructure	6.1 / 3
Section :	6.1 Généralités (suite)	
Article :		Version : 2022

Les pièces ne doivent pas tourner dans les chambres d'éclissage. Pour cela, elles doivent être maintenues en place par collage sur le rail et entre elles afin d'assurer le jointoiement entre les éléments profilés, de manière à éviter toute migration d'éléments fins du lit de pose de revêtement.

Le collage sur les rails se fait par points avant la mise en œuvre du béton de calage.

Dans les courbes, ces éclisses seront découpées en éléments permettant et acceptant la courbe du rail. Elles s'adapteront au plus près de la forme des capots de protection des attaches après découpage.

Directives techniques		section n° / page n°
Chapitre : 6.	Infrastructure	6.2 / 1
Section : 6.2	POSE TRADITIONNELLE	Version : 2022
Article : 6.2.1	Traverses	

1.1 Traverses bi-blocs



Une des particularités de la traverse bi-bloc réside dans une entretoise métallique vrillée qui peut permettre le passage d'un drain central d'assainissement.

Remarque : ces traverses existent aussi avec une entretoise métallique non vrillée.

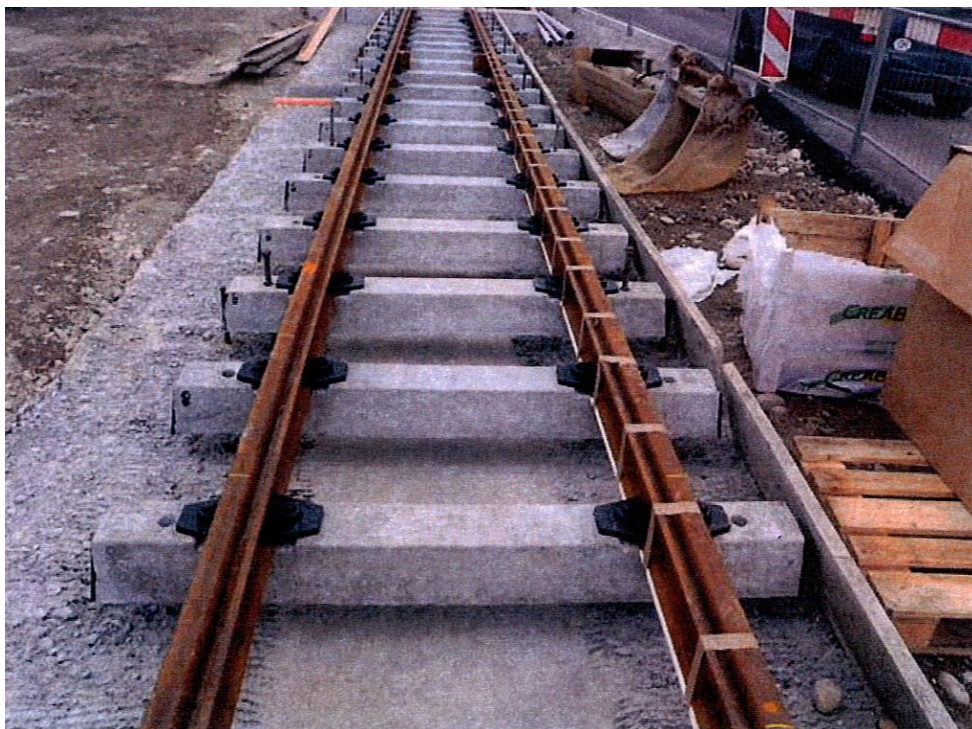


Remarque: voir aussi art. 6.3.9 et 6.3.10

Directives techniques		section n° / page n°
Chapitre :	6. Infrastructure	6.2 / 2
Section :	6.2 POSE TRADITIONNELLE	
Article :	6.2.1 Traverses (suite)	Version : 2022

1.2 Traverses monoblocs

POSE RECOMMANDEE PAR LES TPG



Traverses type « Vigier Rail »

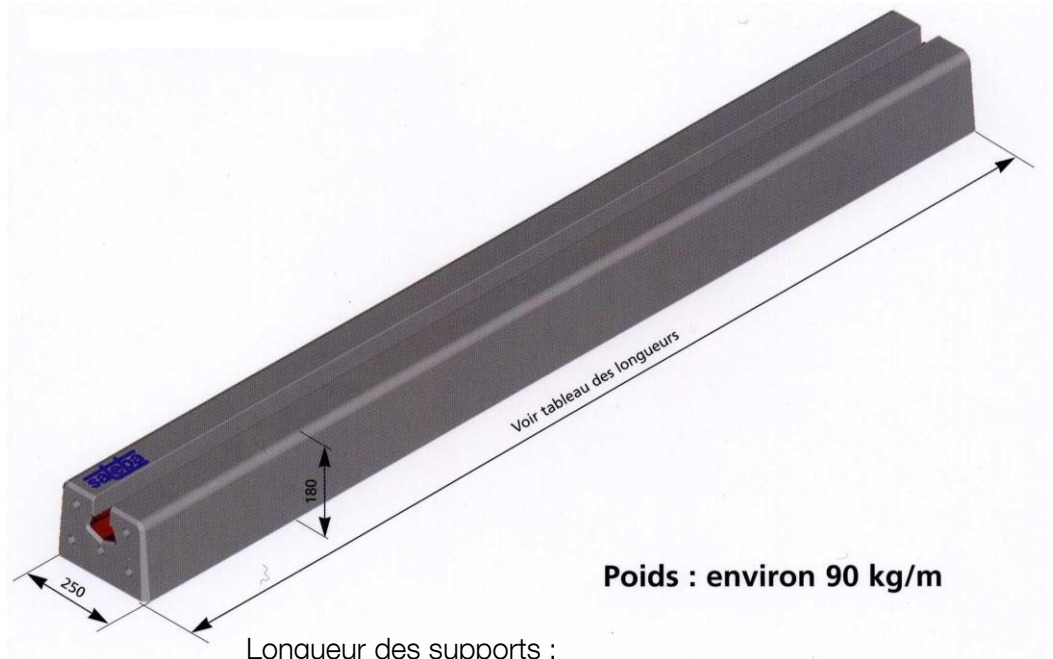
Directives techniques		section n° / page n°
Chapitre : 6.	Infrastructure	6.2 / 3
Section : 6.2	POSE TRADITIONNELLE	Version : 2022
Article : 6.2.1	Traverses (suite)	

1.3 Traverses monoblocs type « branchements »

Elles sont utilisées pour la pose des appareils de voie car elles permettent la fixation et le réglage des rails au moyen d'une gorge de fixation, sur toute leur longueur qui est variable.

Ces traverses sont généralement précontraintes.

Remarque : la rainure (gorge de fixation) doit être soigneusement colmatée pour éviter toute stagnation d'eau.



Longueur des supports :

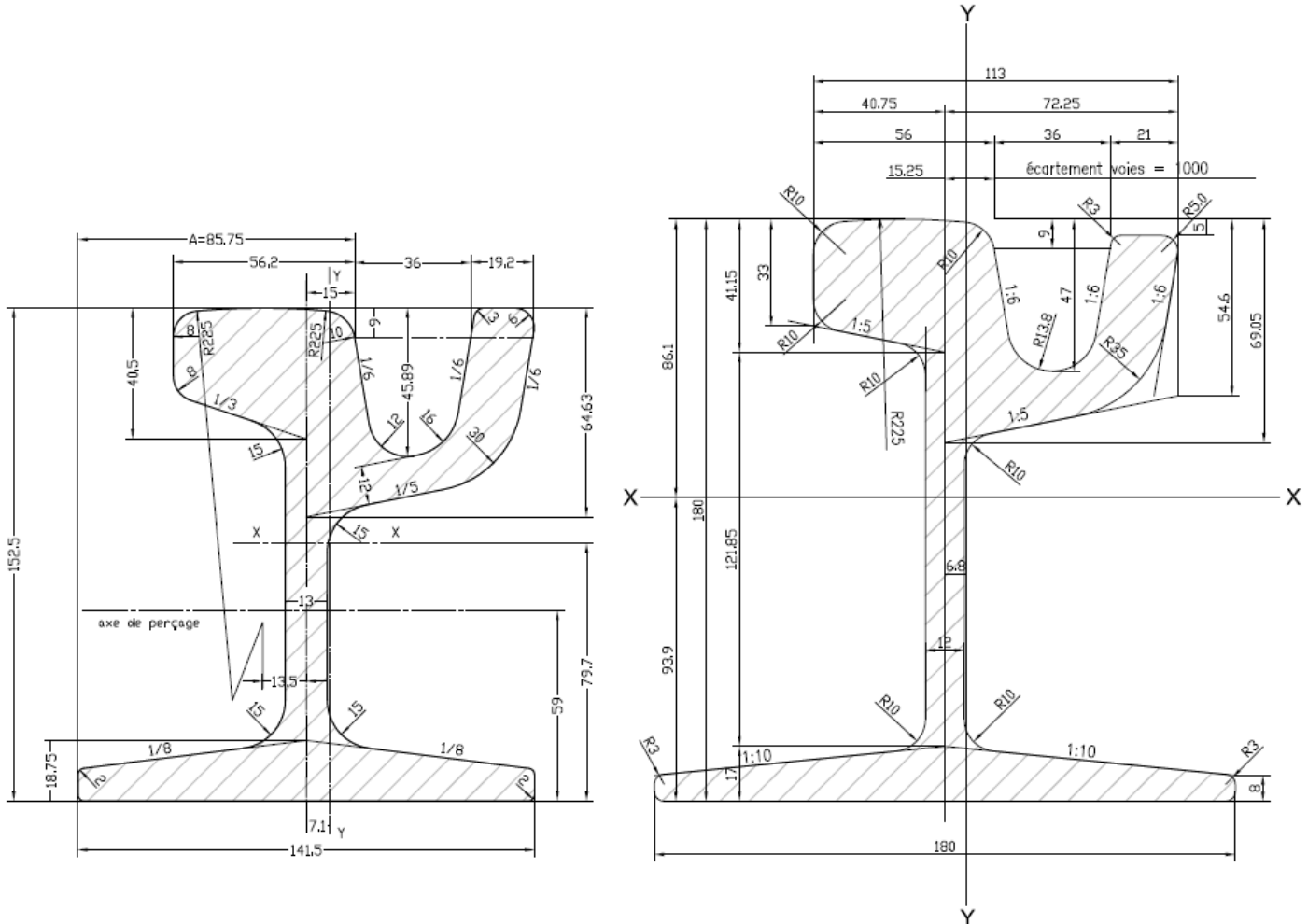
0,88 / 2,38 / 2,63 / 2,88 / 3,38 / 3,63 / 4,13



Directives techniques		section n° / page n°
Chapitre : 6. Infrastructure		6.2 / 5
Section : 6.2 POSE TRADITIONNELLE		Version : 2022
Article : 6.2.2 Rails (suite)		

2.2 Types 60-R1 et 55-G1

Profils abandonnés par les TPG à partir du 1er janvier 2016.



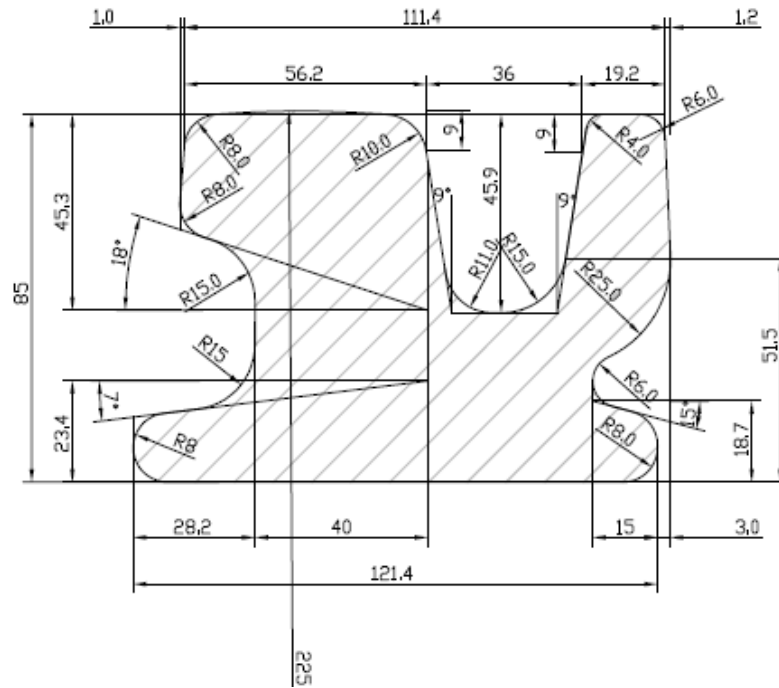
cotes en mm

Dénomination	55-G1
Section (mm ²)	6978
Masse (kg/m)	54,78
Ix (cm ⁴)	2076
Iy (cm ⁴)	682
Ix/y (cm ³)	260
Iy/u (cm ³)	88

Dénomination	60-R1
Section (mm ²)	7705
Masse (kg/m)	60.48
Ix (cm ⁴)	3334
Iy (cm ⁴)	884
Ix/y (cm ³)	355
Iy/u (cm ³)	130

Directives techniques	section n° / page n°
Chapitre : 6. Infrastructure	6.2 / 6
Section : 6.2 POSE TRADITIONNELLE	Version : 2022
Article : 6.2.2 Rails (suite)	

2.3 Type 35GPB



cotes en mm

Dénomination	35GPB
Section (mm ²)	7330
Masse (kg/m)	57.60

Directives techniques	section n° / page n°
Chapitre : 6. Infrastructure	6.2 / 7
Section : 6.2 POSE TRADITIONNELLE	Version : 2022
Article : 6.2.3 Comparatif des poses de voies courantes	

TABLEAU RECAPITULATIF

TYPE DE POSE DE VOIE	Caractéristiques techniques (Rail 55-G2 Corps de plate-forme : béton)	Protection contre les courants vagabonds	Hauteur totale de la plate-forme	Maintenance	Tenue dans le temps
POSE SUR TRAVERSES BETON NOYÉES DANS DU BETON	Pose sur appuis discontinus : (traverse et attache élastique)	Chambre d'éclissage et attaches (butée nylon)	70 cm maxi 55 cm mini	Plus ou moins aisée en fonction des revêtements	Très bonne
POSE BALLASTÉE	Pose sur appuis discontinus : (traverse et attache élastique)	Inutile	95 cm	Nivellement à surveiller. Facile mais avec matériel adapté	Bonne
POSE DEPHI POSE DS-ISORAIL	Pose sur appuis discontinus : (traverse et attache élastique)	Chambre d'éclissage et attaches (butée nylon)	70 cm maxi 55 cm mini	Plus ou moins aisée en fonction des revêtements	Très bonne pour la voie en cours pour les semelles anti-vibratiles.
POSE TRAVERSES ASP	Pose sur appuis discontinus : (traverse et attache élastique)	Chambre d'éclissage et attaches (butée nylon)	70 cm maxi 55 cm mini	Plus ou moins aisée en fonction des revêtements	Très bonne pour la voie en cours pour les semelles anti-vibratiles.
POSE STEDEF	Pose noyée sur appuis discontinus : (traverse et attache élastique)	Inutile	Sur ouvrage d'art : 45 cm	Plus ou moins aisée en fonction des revêtements	Bonne
POSE EDILON CORKELAST	Pose noyée sur appui continu matériau élastique	Par le produit de calage	60 cm	Destruction de l'appui pour tout entretien : rechargement ou changement	Pas de référence de grande longueur en France
POSE DALLE FLOTTANTE SUR TAPIS CONTINU	Pose sur appuis discontinus : (traverse et attache élastique)	Chambre d'éclissage et attaches (butée nylon)	83 cm	Plus ou moins aisée en fonction des revêtements	Très bonne
POSE DALLE FLOTTANTE SUR PLOTS INDEPENDANTS	Pose sur appuis discontinus : (traverse et attache élastique)	Chambre d'éclissage et attaches (butée nylon)	80 cm	Plus ou moins aisée en fonction des revêtements	Très bonne
POSE DIRECTE	Pose sur appuis discontinus : (traverse et attache élastique)	Chambre d'éclissage et attaches (butée nylon)	Sur ouvrage d'art : 23 cm	Difficile car associé à des revêtements scellés	Bonne

Directives techniques	section n° / page n°
Chapitre : 6. Infrastructure	6.2 / 8
Section : 6.2 POSE TRADITIONNELLE	Version : 2022
Article : 6.2.4 Cordon anti-usure	

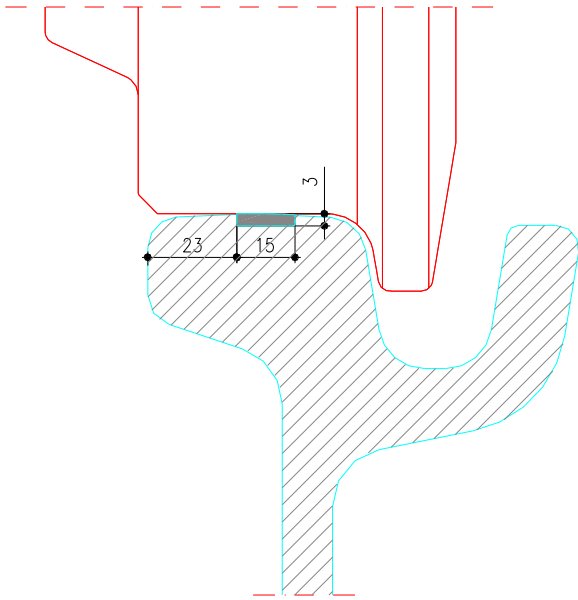
Pour augmenter la longévité des rails, des cordons anti-usures sont réalisés selon le processus suivant :

1. Fraisage du rail.
2. Application du cordon anti-usure au moyen d'un engin ad hoc (voir photo).
3. Meulage des cordons.

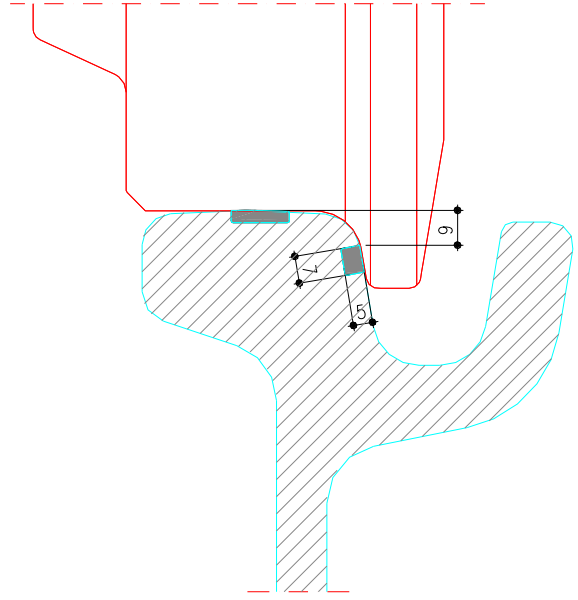
Ce traitement est à réaliser avant la pose des tapis bitumineux définitifs.



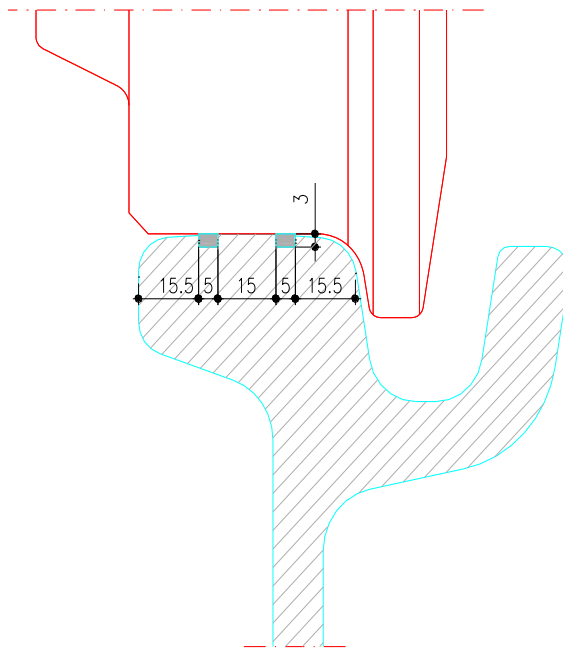
Directives techniques		section n° / page n°
Chapitre : 6.	Infrastructure	6.2 / 9
Section : 6.2	POSE TRADITIONNELLE	Version : 2022
Article : 6.2.4 Cordon anti-usure (suite)		



En alignement

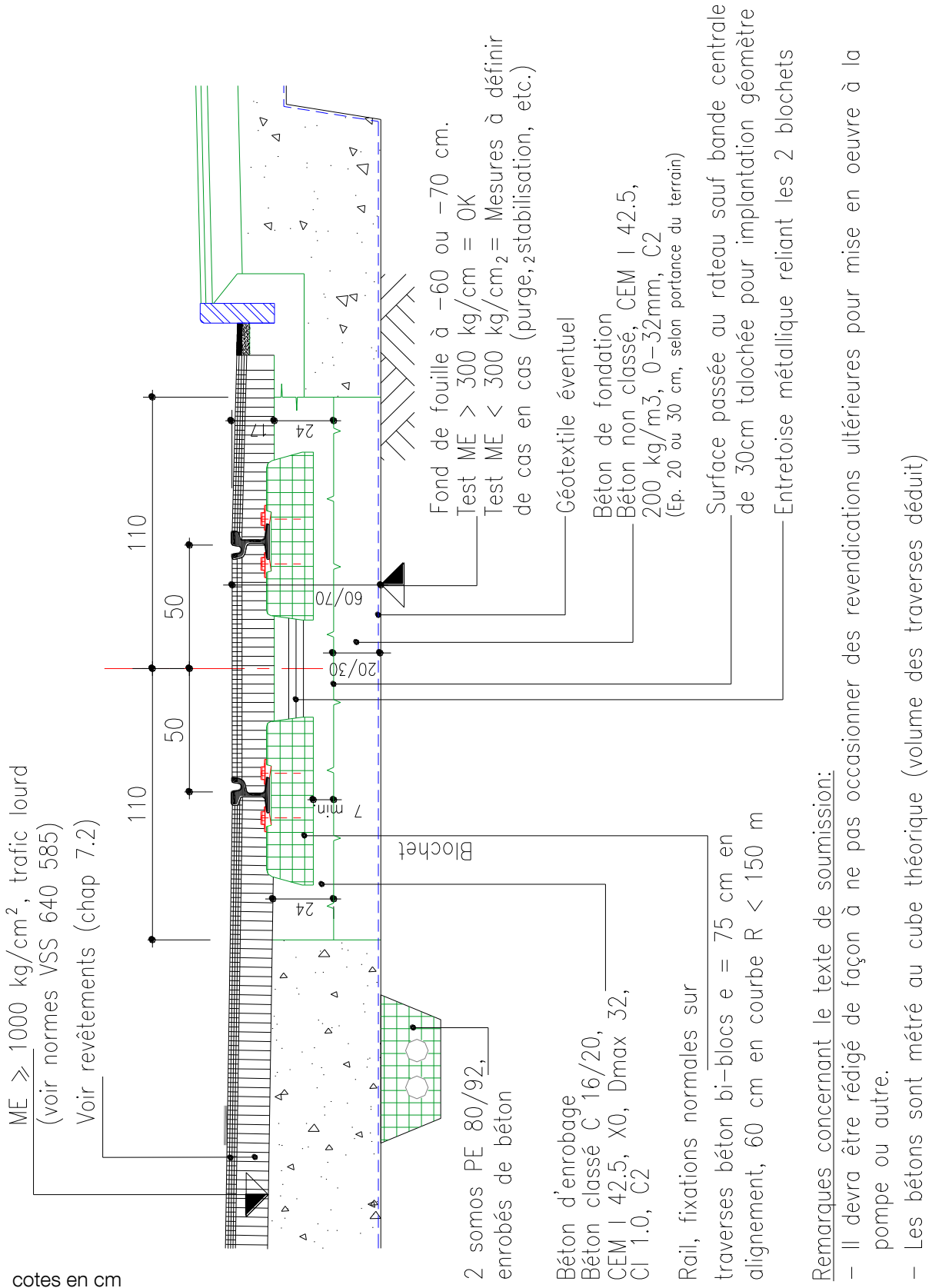


En courbe

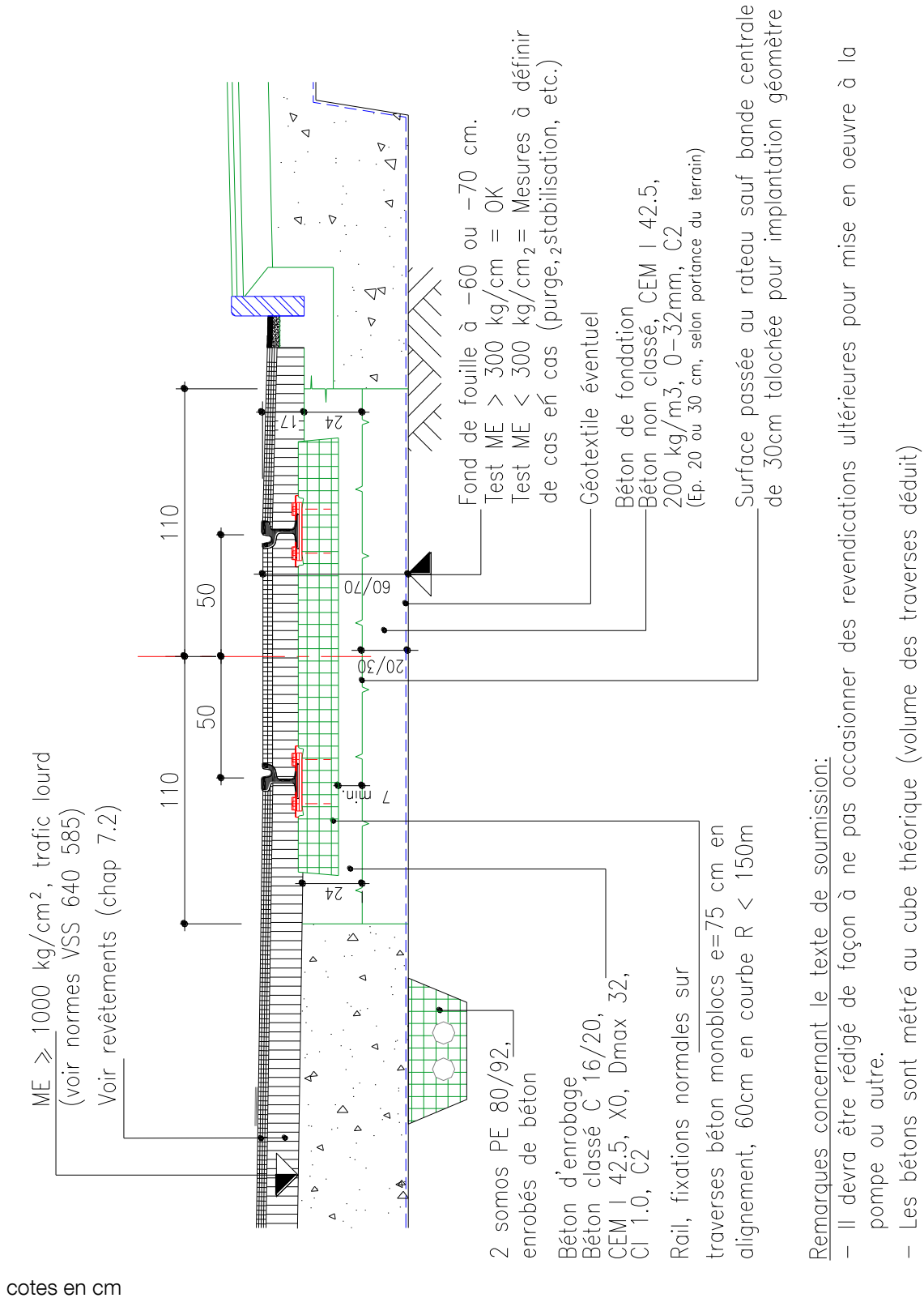


Cordon double

cotes en mm



Directives techniques	section n° / page n°
Chapitre : 6. Infrastructure	6.2 / 11
Section : 6.2 POSE TRADITIONNELLE	Version : 2022
Article : 6.2.5 Coupe type avec traverse monobloc Pose recommandée par les TPG	



cotes en cm

Directives techniques	section n° / page n°
Chapitre : 6. Infrastructure	6.2 / 12
Section : 6.2 POSE TRADITIONNELLE	Version : 2022
Article : 6.2.5 Coupe type (suite)	

Béton de structure :

Les préconisations des épaisseurs indiquées sous 6.2.3 p. 7 sont liées à la préconisation de la traverse. Il existe aujourd'hui des traverses moins épaisses permettant de diminuer l'épaisseur du béton de calage.

Dans le dimensionnement de la structure tramway seule l'épaisseur du béton située sous la traverse est prise en compte, en l'occurrence une épaisseur minimum de 7 cm est indispensable sous la traverse, cette hauteur nous assure une bonne mise en œuvre du béton par vibration sous les traverses. C'est donc pour cette raison que la diminution de l'épaisseur de la traverse a été un gain dans la structure de la plate-forme.

Il convient également de rappeler que ce dimensionnement est basé sur l'utilisation des bétons non armés. Nous avons pu noter dernièrement que l'utilisation des bétons armés ou fibrés nous ont permis de diminuer l'épaisseur totale de la plate-forme. Ce gain en épaisseur ne s'est pas transformé en gain financier du fait de l'utilisation de techniques de génie civil plus sophistiquées.

Concernant la largeur du béton de fondation et du béton de calage des voies, il est souhaitable, dans la mesure du possible, que cette largeur corresponde à la surface des revêtements mis en œuvre sur la plate-forme. Cette préconisation a pour but, dans le cas de revêtements rigides ou semi-rigides, de posséder une seule et unique fondation et d'éviter ainsi des tassements différentiels induits par des structures de plate-forme différentes.

Ces tassements génèrent la plupart du temps des fissures en surface du revêtement. La fondation des bordures délimitant la plate-forme peut aussi reposer sur le fond de forme du terrassement.

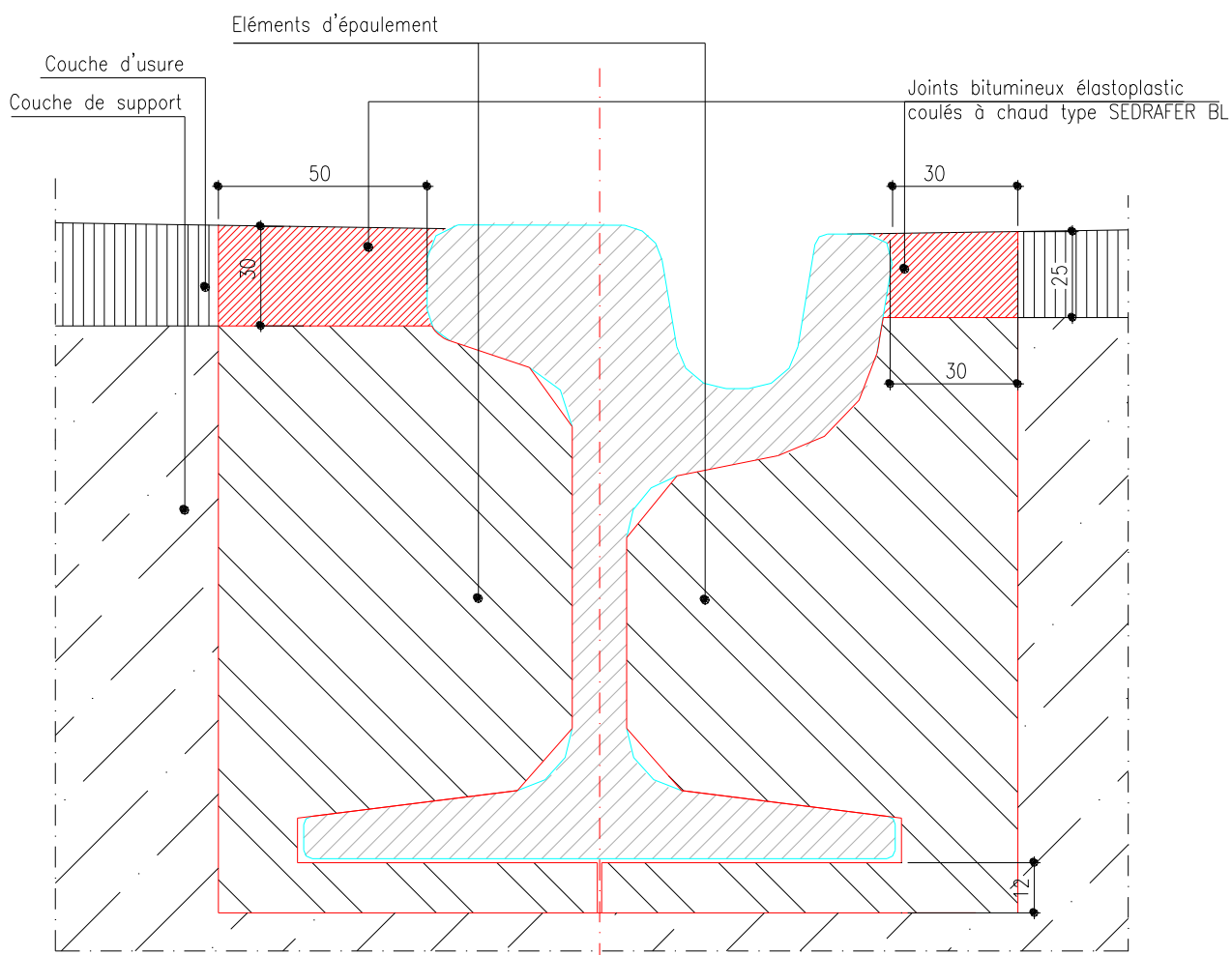
Directives techniques	section n° / page n°
Chapitre : 6. Infrastructure	6.2 / 13
Section : 6.2 POSE TRADITIONNELLE	Version : 2022
Article : 6.2.5 Coupe type (suite)	

Isolation du rail

Principe d'exécution de joints bitumineux élastoplastique coulés à chaud (Type SEDRA ou similaire).

Des éléments d'épaulement en caoutchouc recyclé peuvent être prévus pour permettre l'absorption des vibrations du rail et empêcher la diffusion des courants vagabonds dans ce cas, afin de pouvoir absorber une flexion du rail, sans provoquer de fissures dans la voirie, un joint spécifique est réalisé, au moyen d'engins ad hoc, selon le processus suivant :

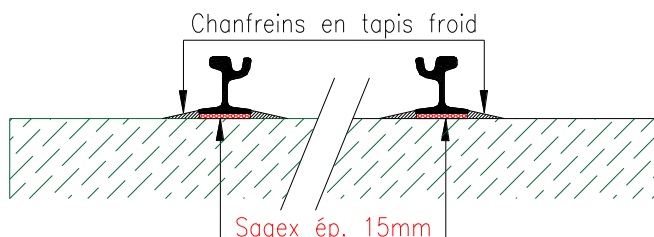
1. Fraisage.
2. Nettoyage du joint.
3. Sablage des flancs extérieurs du rail.
4. Application d'une couche de résine époxy sur les surfaces sablées avec pulvérisation de sable siliceux fin et mise en place d'une couche d'apprêt à haute adhérence SEDRAPIX VHK.
5. Remplissage à chaud avec le mastic de coulage SEDRAFER BL.



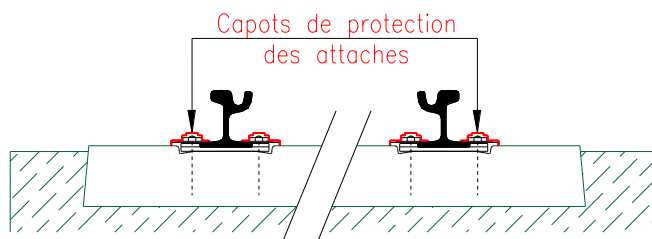
Attention : dans le cas d'un « système isolé » contre les courants vagabonds ou autre, les tresses de liaison doivent être noyées dans un système également isolé (type EDILON ou similaire).

Directives techniques		section n° / page n°
Chapitre :	6. Infrastructure	6.2 / 14
Section :	6.2 POSE TRADITIONNELLE	Version : 2022
Article :	6.2.5 Coupe type (suite)	

Entre chaque traverse



Au droit de chaque traverse



Pour que le rail porte de traverse à traverse, il ne faut pas que le rail soit en contact avec la dalle béton. Pour ce faire, des bandes de « sagex » sont scotchées sous le patin du rail avant le bétonnage de la dalle supérieure. Pour éviter que ce « sagex » soit détérioré lors de la mise en place des enrobés bitumineux, un chanfrein de tapis froid est exécuté de part et d'autre du rail.

Afin de faciliter l'entretien des voies et de permettre un dévissage rapide des attaches, des capots plastiques sont clipsés sur ces dernières avant le bétonnage de la dalle supérieure.

