BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

TRAVAUX PUBLICS

SESSION 2001

Epreuve E4 : Etude des ouvrages

Unité U.42

TECHNOLOGIE DES CONSTRUCTIONS

Durée : 4 heures

Coefficient : 3

TRANCHEE COUVERTE DE SAINT-BARNABE

Aucun document n'est autorisé.
L'utilisation de la calculatrice n'est pas autorisée.

COMPOSITION DU DOSSIER

Présentation (pages 1 à 3) :

- description de l'ouvrage,
- document n°1: plan de situation et plan d'ensemble,
- document n°2 : coupe transversale,
- document n°3 : cinématique de réalisation.

Etudes (pages 4 et 5) :

- étude 1 : la paroi clouée.
- étude 2 : étanchéité et drainage,
- étude 3 : la chaussée.

Annexes (pages 6 à 16) :

- document n°4 : procédure d'exécution et de contrôle - clouage de sécurité et béton projeté,
- document n°5 : extrait de la procédure d'exécution de l'étanchéité de la tranchée couverte,
- document n°6 : extrait de l'avis technique du CSTB sur le joint NEODYL de chez SIPLAST,
- document n°7 : documentation PARAFOR PONTS de chez SIPLAST,
- document n°8 : documentation CORDRAIN de chez WAVIN
- document n°9 : extrait du GTR 92 (Guide pour les Terrassements Routiers),
- document n°10 : extrait de l'étude géotechnique,
- document n°11 : extrait du catalogue 1998 des structures types de chaussées (notice explicative),
- document n°12 : extrait du catalogue 1998 des structures types de chaussées (planche de structure).

Documents-réponses (pages 17 et 18) :

- document-réponse n°1,
- document-réponse n°2,
- document-réponse n°3

BAREME

Il vous est donné, dans le tableau ci-dessous, un temps indicatif à passer sur chacune des questions. Ceci doit vous aider à gérer votre travail et vous donne une idée de l'importance de la réponse qui est attendue.

Temps de prise de connaissance du dossier :20 minutes.

La paroi clouée

Question	*Points*	*Temps*
1.1.1	1	4 mn
1.1.2	1	3 mn
1.1.3	2	5 mn
1.1.4	1	3 mn
1.2.1	2	10 mn
1.2.2	1	5 mn
1.2.3	6	25 mn
1.3	5	15 mn
TOTAL	**19**	**1h 10mn**

Etanchéité et drainage

Question	*Points*	*Temps*
2.1	1	4 mn
2.2.1	2	6 mn
2.2.2	1	4 mn
2.2.3	1	4 mn
2.2.4	7	25 mn
2.3.1	2	7 mn
2.3.2	7	25 mn
TOTAL	**21**	**1h 15mn**

La chaussée

Question	*Points*	*Temps*
3.1.1	2	8 mn
3.1.2	1	4 mn
3.1.3	1	4 mn
3.2.1	1	4 mn
3.2.2	1	5 mn
3.2.3	2	10 mn
3.3.1	1	3 mn
3.3.2	1,5	4 mn
3.3.3	1,5	3 mn
3.3.4	1	5 mn
3.3.5	7	25 mn
TOTAL	**20**	**1h 15mn**

Présentation de l'étude

Dans le cadre de la réalisation de la deuxième rocade de Marseille (L 2) assurant la liaison entre l'autoroute nord (A 7) et l'autoroute est (A 50), le franchissement et la desserte de zones urbaines ont conduit à la construction de nombreux ouvrages.

L'étude porte sur la TRANCHEE COUVERTE DE SAINT BARNABE destinée à recevoir un tronçon de la rocade.

Description de l'ouvrage

La tranchée couverte, positionnée dans sa quasi totalité sous le TN, permet de réaliser en surface l'échangeur de Saint Barnabé (franchissement et raccordement des avenues de Saint Julien et des Caillols).
Elle est composée de 2 tubes (est et ouest) recevant les deux sens de circulation de la rocade (2 x 3 voies).

Géométrie

Longueur 523 m à l'axe, prolongé à chaque extrémité par un voile antirecyclage de 40m.
Portique double parfaitement symétrique en BA, constitué de :

- 3 piédroits (épaisseur 70 cm) sur semelles superficielles
- 2 traverses (épaisseur 80 cm) de portée 13.75 m, dévers en toit 2.5 %
- goussets (2 m, hauteur variable 0 à 70 cm) aux liaisons piédroits traverses.

Réalisation

Travaux préliminaires
- implantation
- terrassements généraux
- confortement de talus (soutènement)

Ouvrage BA

L'ouvrage linéaire est décomposé en plots de 25 m chacun séparés par des joints de dilatation.
Chaque plot est réalisé en 2 tronçons de 12.5 m avec reprise de bétonnage transversale, selon un cycle :
- semelles
- piédroits sous goussets
- traverses et goussets en une phase

Réalisation des éléments annexes :
- niches de sécurité
- issues de secours
- ouvrages de têtes

Finitions
- drainage et étanchéité
- remblais
- aménagements de surface

Travaux routiers
- plate-forme + assainissement
- corps de chaussée + équipements

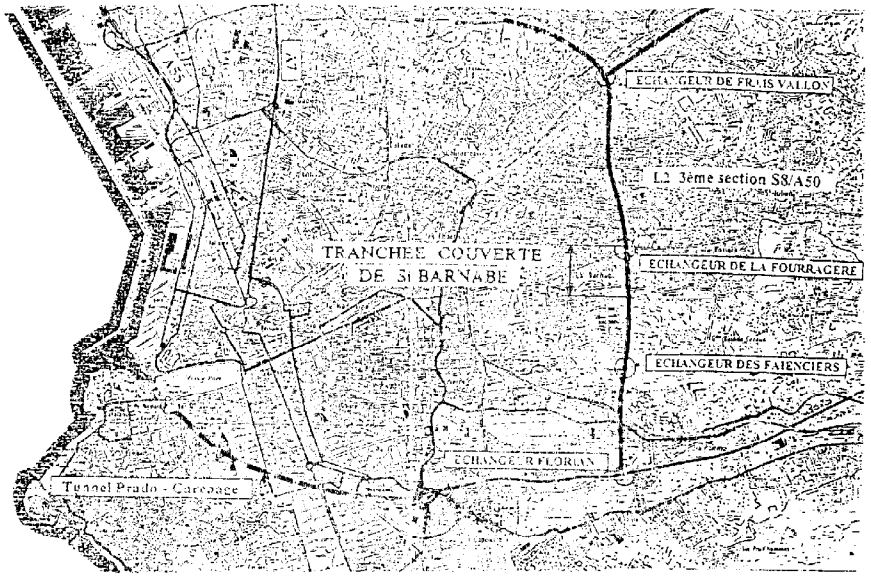
Procédés

Confortement de talus
Clouage et béton projeté

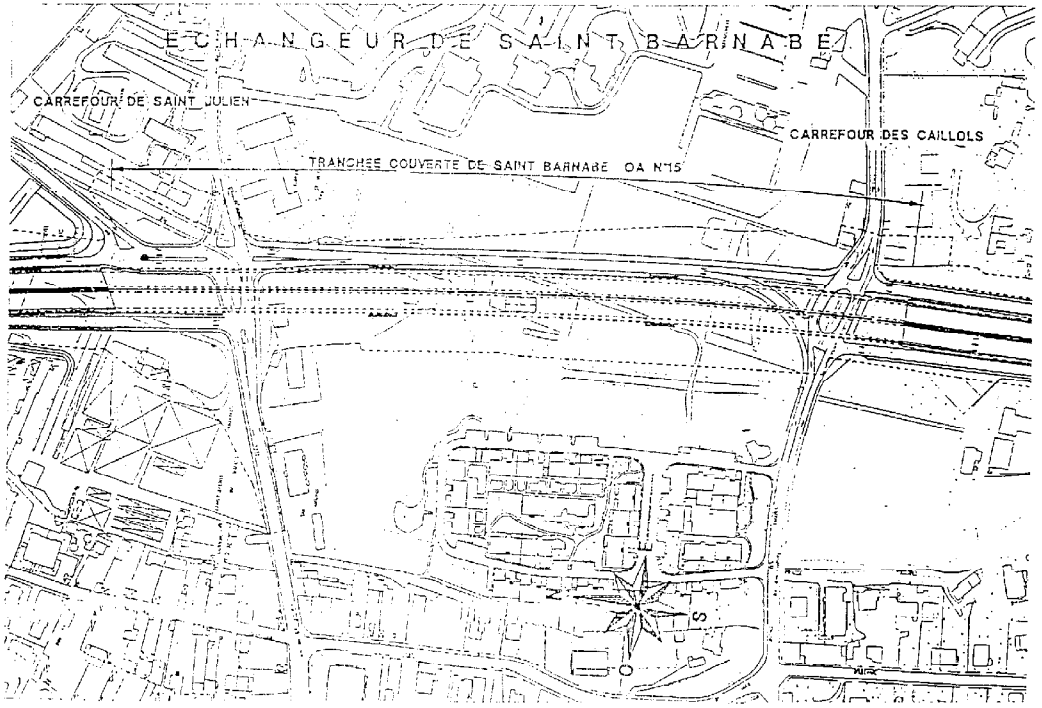
Coffrage ½ plot
Semelles : coulées pleine fouille
Piédroits : 3 jeux de coffrage (linéaire 3 x 13 m) banches HUSSOR T 10
Dalle (traverses et goussets) : 2 portiques en sous face prenant appui sur les semelles
panneaux coffrants de rive ancrés dans les piédroits latéraux

PLAN DE SITUATION

DOCUMENT N° 1



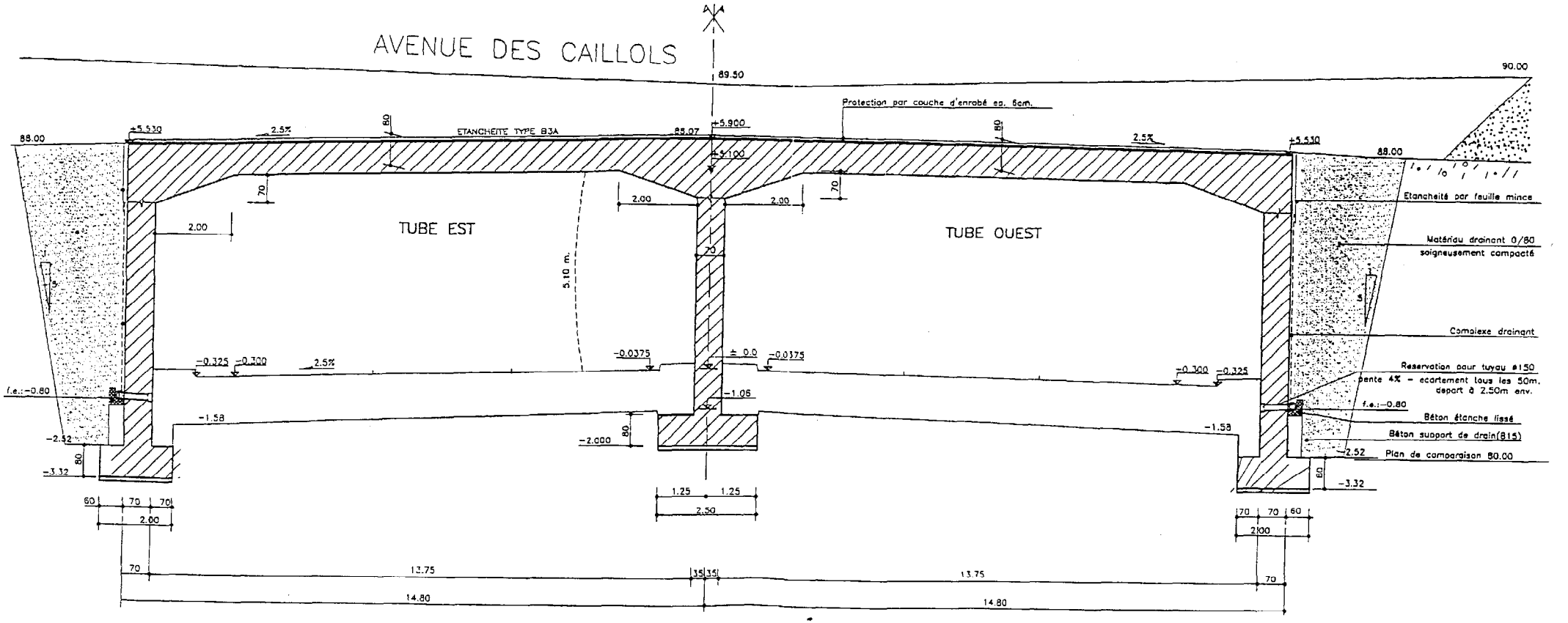
PLAN D'ENSEMBLE



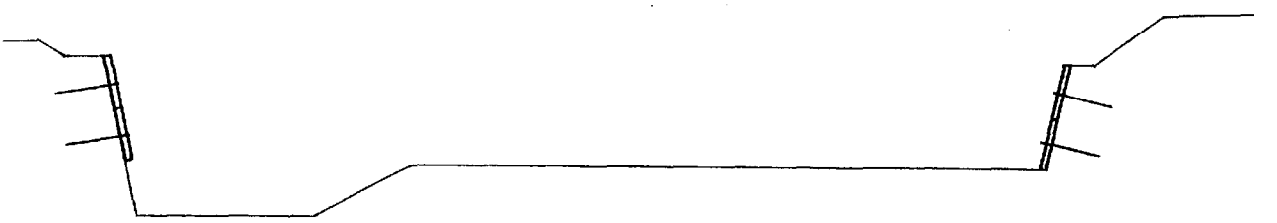
DOCUMENT N° 2

COUPE TRANSVERSALE

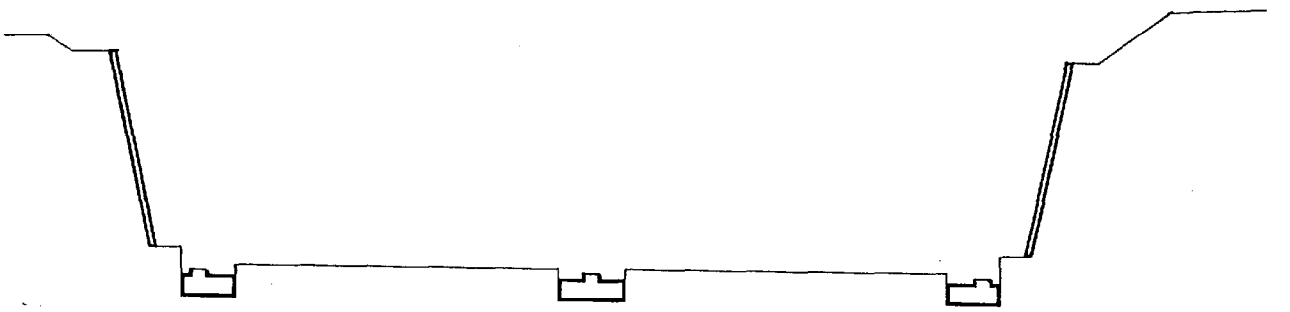
Ech. : 1 / 100



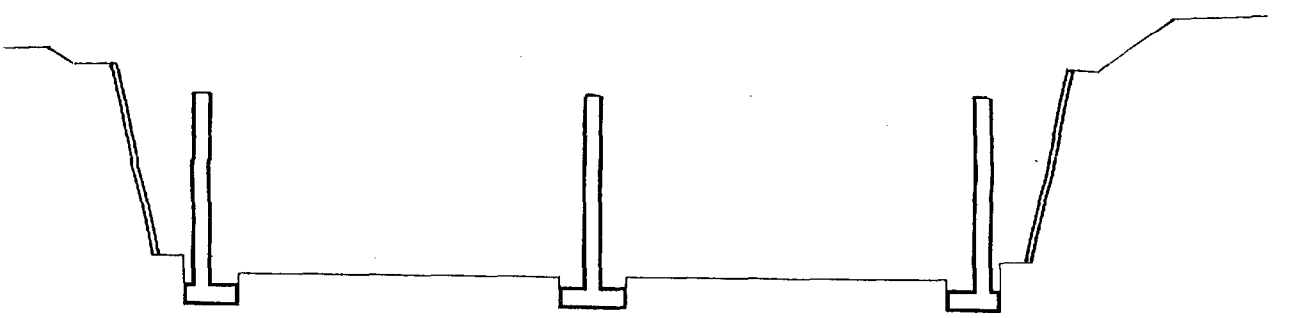
DOCUMENT N° 3
CINEMATIQUE DE REALISATION DE LA TRANCHEE COUVERTE



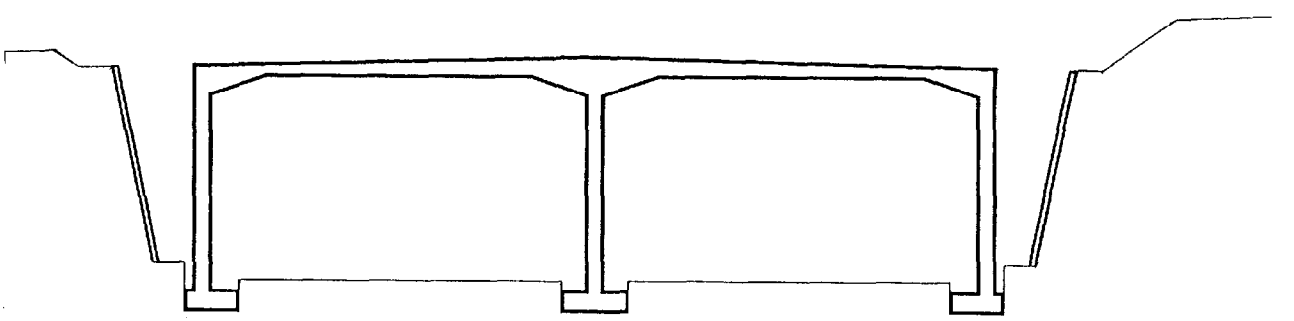
1 - Terrassement et soutènement par paroi clouée



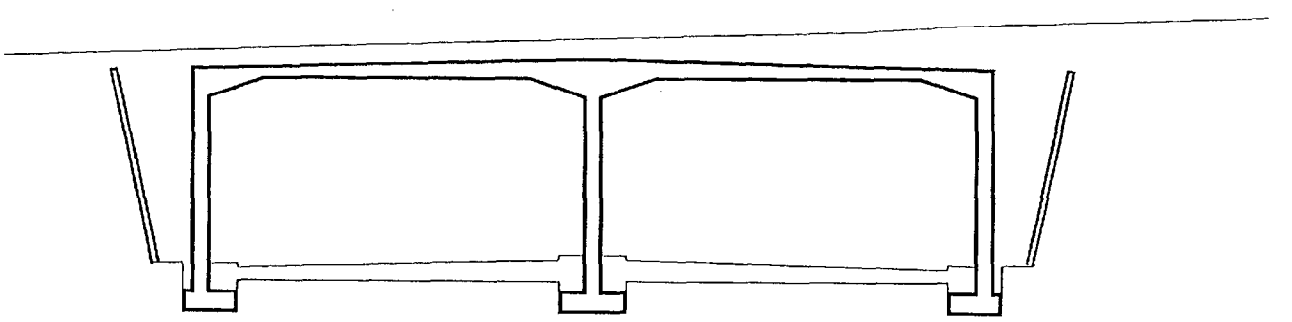
2 - Terrassement et coulage des semelles de fondation



3 - Elévation des piédroits



4 - Mise en oeuvre de la dalle de couverture



5 - Etanchéité, drainage, remblaiement, chaussée

ETUDE 1 : LA PAROI CLOUEE

Documents à consulter :

- document n°3 : cinématique de réalisation de la tranchée couverte ,

- document n°4 : procédure d'exécution et de contrôle - clouage de sécurité et béton projeté.

Le double cadre abritant les voies de circulation est construit à ciel ouvert dans une tranchée dont les parois au fruit de 1 pour 5 sont provisoirement maintenues par un voile en béton projeté fibré, selon la technique de la paroi clouée. Les passes de terrassement sont de 2 mètres.

Remarque : les termes clouage *et* épinglage *sont, ici, synonymes.*

1.1 LE BETON PROJETE FIBRE

1.1.1 Le béton est, ici, projeté par voie sèche. En quoi ce procédé consiste-t-il ? Quel autre procédé connaissez-vous et en quoi est-il différent ?

1.1.2 Quel est le rôle des fibres ? Quelle est, approximativement, leur longueur ?

1.1.3 Dans la procédure d'exécution (document n°4), on peut lire que le ciment utilisé est un « CEM II / 52,5 PM ES ». Expliquez complètement cette désignation (composants, caractéristiques, comportement, etc.). Diriez-vous que les performances mécaniques de ce ciment sont moyennes, bonnes ou très bonnes?

Remarque: telle que le rédacteur de la procédure a noté la désignation du ciment, celle-ci est incomplète. Il vous appartient de la rectifier.

1.1.4 Que pensez-vous du choix des gravillons ?

1.2 LES ANCRAGES PASSIFS

1.2.1 Par comparaison aux ancrages actifs, expliquez en quoi nous avons affaire, ici, à des ancrages passifs.

Vous pourrez, notamment, décrire les deux systèmes, avec des schémas, et expliquer leur principe de fonctionnement.

1.2.2 Quel est l'intérêt des renforts armés appelés *écailles* ou *mouchoirs* au droit de chaque ancrage passif ?

1.2.3 Dessinez, en coupe transversale par rapport à l'axe de la tranchée et à l'échelle 1/20, le voile de béton projeté correspondant à une passe de 2 mètres. Le dessin sera coté et mettra en évidence la paroi, l'écaille et son armature, l'épingle et sa tête d'ancrage.

Dimensions des plaques de têtes d'épingles : 200 mm X 200 mm ; épaisseur 20 mm.

1.3 EXECUTION DE LA PAROI CLOUEE

1.3 Proposez, sur le document-réponse n°1, une cinématique d'exécution de la paroi clouée limitée aux deux premières passes de terrassement.

Remarque : le document n°3 constitue un exemple de ce que l'on entend par « cinématique ».

ETUDE 2 : ETANCHEITE ET DRAINAGE

La tranchée couverte est construite par plots de 25 mètres de longueur séparés par des joints de dilatation de 20 mm.

La dalle est rendue entièrement étanche par collage d'une chape élastomère (chape *Parafor Ponts* de chez *SIPLAST*) avec protection de deux couches de béton bitumineux (30 + 50 mm).

Sur les piédroits, l'étanchéité n'intéresse que les deux mètres supérieurs. Sur la partie inférieure, il a été jugé qu'un drainage efficace et l'étanchéité relative du béton seraient suffisants.

2.1 ETANCHEITE DANS LES PIEDROITS AU NIVEAU DES JOINTS DE DILATATION

2.1 Proposez, sous la forme d'un schéma commenté, une solution, un matériau, permettant d'assurer la continuité de l'étanchéité au droit des joints de dilatation, dans les piédroits.

2.2 ETANCHEITE DE LA DALLE DE COUVERTURE

Documents à lire et à exploiter :

document n°5 : extrait de la procédure d'exécution de l'étanchéité de la tranchée couverte,

document n°6 : extrait de l'avis technique du CSTB sur le joint NEODYL de chez SIPLAST,

document n°7 : documentation PARAFOR PONTS de chez SIPLAST .

2.2.1 Que signifie « EIF » ? Quel est ici le rôle de ce produit ?

2.2.2 Le collage de la chape est effectué du point bas vers le point haut. Pourquoi ? (Schéma explicatif souhaité).

2.2.3 En quoi l'opération de marouflage consiste-t-elle ?

2.2.4 Etablissez, sur le document-réponse n°2, la coupe transversale légendée de l'étanchéité au niveau d'un joint de dilatation.

Remarques : - les épaisseurs des matériaux pourront être légèrement exagérées pour la clarté du dessin,

- la solution du document n°6 nécessite une adaptation.

2.3 DRAINAGE SUR LA HAUTEUR DES PIEDROITS

Documents à lire et à exploiter :

document n°5 : extrait de la procédure d'exécution de l'étanchéité de la tranchée couverte,

document n°7 : documentation PARAFOR PONTS de chez SIPLAST,

document n°8 : documentation CORDRAIN de chez WAVIN.

2.3.1 Un matériau filtrant est généralement associé à un matériau drainant. Quel est son intérêt, comment fonctionne-t-il ? Dans un cas général, comment peut-on assurer la fonction de filtration uniquement avec des granulats ? (Schéma souhaitable)

2.3.2 Sur le document-réponse n°3, représentez tous les détails du drainage et de l'étanchéité avec sa protection. Le dessin sera coté.

ETUDE 3 : LA CHAUSSEE

Trois types de matériaux sont rencontrés sur le tracé de la tranchée couverte : les tufs, les marnes grises et les poudingues et grès.

3.1 LES TUFS - ESSAI DE PLAQUE

Une planche expérimentale a été réalisée près de la tête nord de la tranchée couverte pour étudier le comportement des tufs. Les tufs sont des roches, d'origine calcaire ici, poreuses et de densité relativement faible. Cette planche expérimentale, de 5 m sur 10 m, était constituée de deux couches de 40 cm d'épaisseur compactées, chacune, par quatre passes de compacteur vibrant. Le matériau était concassé à la granulométrie 0 / 150 mm.

On a procédé à des essais de plaque qui ont donné les valeurs suivantes des modules EV1 et EV2 :

EV1 = 10,9 Mpa EV2 / EV1 = 3,15
EV2 = 34,4 Mpa

3.1.1 Décrivez l'essai et son appareillage (schéma).

3.1.2 Que représentent les modules EV1 et EV2 ?

3.1.3 Quelle est la signification du rapport EV2 / EV1 ?

3.2 LES MARNES GRISES - CLASSE ET TRAITEMENT A LA CHAUX

Documents à consulter :

document n°9 : extrait du GTR 92 (Guide pour les Terrassements Routiers),

document n°10 : extrait de l'étude géotechnique.

Les essais d'identification ont donné les résultats suivants :

granulométrie :	Dmax < 50 mm pourcentage de tamisât à 80 µ = 98 %
limites d'Atterberg :	limite de liquidité : WL = 39 % indice de plasticité : IP = 18 %

Les teneurs en eau naturelles mesurées au moment des sondages vont de 14,7 % à 18 %. La courbe Proctor des marnes grises est donnée, figure 1du document n°10.

3.2.1 En vous aidant des extraits du GTR 92 (document 9), trouvez la classe et l'état hydrique des marnes grises.

Extrait de l'étude géotechnique de terrassement :

« Les marnes grises sensibles à l'eau changent rapidement de consistance pour de faibles variations de leur état hydrique comme le montrent les études de comportement au poinçonnement immédiat *(figure 2 du document n°10)*. Ces sols ne seront donc utilisables à l'état naturel que si leur teneur en eau correspond à l'état moyen. A l'état humide, la portance faible de ces matériaux risque d'engendrer un phénomène de matelassage préjudiciable à la bonne tenue de l'ouvrage.
Afin d'optimiser le réemploi des matériaux du site, nous avons réalisé des tests de traitement des sols à la chaux vive. »

3.2.2 Qu'est-ce que la chaux vive ? Comment est-elle fabriquée ?

3.2.3 Quels sont les effets d'un traitement à la chaux sur un sol ?
Remarque : l'examen des figures 2, 3 et 4 du document 10 fournit des éléments de réponse.

3.3 COUPE TRANSVERSALE DE LA CHAUSSEE

Documents à consulter :

document n°2 : coupe transversale de la tranchée couverte,

document n°9 : extrait du GTR 92 (Guide pour les Terrassements Routiers),

document n°11 : extrait du catalogue 1998 des structures types de chaussées (notice explicative),

document n°12 : extrait du catalogue 1998 des structures types de chaussées (planche de structure).

Remarque : le catalogue 1998 des structures types de chaussées est récent. La lecture du document n°11 vous permettra de répondre aux questions dans l'éventualité où ce document ne vous serait pas familier.

La rocade empruntant la tranchée couverte fait partie du réseau structurant (il s'agit donc d'une VRS). Le trafic cumulé estimé sur 30 ans est voisin de 100 millions de poids lourds sur la voie la plus chargée.

La nature des matériaux rencontrés et les conditions de drainage conduisent aux classes de *partie supérieure des terrassements* et d'*arase* suivantes :

PST 1 - AR 1

On envisage une couche de forme en grave D_{21} utilisée en l'état.

3.3.1 Quelle est, selon le catalogue 1998 des structures types de chaussées, la classe de trafic ?

3.3.2 Quelles sont les solutions envisageables pour la couche de forme ? Indiquez l'épaisseur de la couche de forme et la classe de plate-forme (PF) obtenue.

Pour une voie au trafic aussi important, une plate-forme de classe 3 (PF3) au minimum est requise. Des études complémentaires permettent de surclasser la plate-forme en PF3 avec une épaisseur minimale de la couche de forme de 60 cm et intercalation d'un géotextile entre la partie supérieure des terrassements et la couche de forme.

Le choix des concepteurs s'est porté sur une structure en grave-bitume de classe 3 (GB3).

On vous demande, dans les questions suivantes, de dimensionner la chaussée sachant que le profil transversal de la tranchée couverte a été étudié pour une épaisseur totale (couche de forme, couches d'assise, couches de surface) de 1,06 m. Vous pourrez jouer sur l'épaisseur de la couche de forme pour atteindre cette épaisseur exacte.
Remarque : la partie supérieure des terrassements présentant une pente de 4%, l'épaisseur totale est variable sur la largeur du profil en travers ; la valeur 1,06 m correspond à l'épaisseur la plus faible, au niveau du piédroit central ; voir le document n°2 : coupe transversale.

3.3.3 Choisissez une structure et une couche de surface compatibles avec cet objectif. Précisez l'épaisseur minimale de la couche de forme qui en découlera.

3.3.4 Etudiez les possibilités de variation transversale d'épaisseur, la grave retenue étant de granulométrie 0 / 14.
Remarque : la planche de structure (document n°12) indique les épaisseurs minimales et maximales des couches d'assise. Pour des structures épaisses, la mise en oeuvre classique en deux couches (couche de base et couche de fondation) devient impossible ; c'est pourquoi la planche de structure propose des solutions à trois couches ; seule la couche inférieure sera considérée comme couche de fondation.

3.3.5 Dessinez, à l'échelle, et cotez la coupe transversale de la chaussée sur le document-réponse n°3.

DOCUMENT N° 4

ROCADE L2 S8 - A50	Procédures d'exécution : Clouage de SECURITE + Béton Projeté	n° Indice A	Page 3/6

1 - PRINCIPE

Mise en œuvre de béton projeté fibré sur toute la surface avec des renforts armés appelés écailles au droit de chaque épingle.
Mise en œuvre d'épingles en HA ø 32 mm de 2 m à raison d'une / 4 m2.

2 - FOURNITURES

2.1 – Béton projeté

2.1.1 - Béton

Constituants	Dosage/ m3
Ciment CEM II / 52,5 PM ES	400 kg
Sable 0/3,15	1.300 kg
Gravillon 3,15/6,3	400 kg
Fibres synthétiques	1 kg

Adjuvants: Néant
Fournisseur : P.

2.1.2 – Treillis soudé

Treillis soudé: P131R
Fournisseur : D.

2.2 - Epinglage

2.2.1 - Armatures

Barres HA ø 32 mm fileté sur 150 mm à 1 extrémité.

2.2.2 – Coulis de scellement

Constituants	Dosage / gâchée
Ciment CEM II 52,5 PM ES VICAT.	50 kg
Eau : 25 kg	

3 - MATERIEL

3.1 - Béton projeté

Projeteuse à béton électrique par voie sèche ALIVA 280 ou LANCY.
Surpresseur électrique pour eau.
Groupe électrogène 35 kva.

ROCADE L2 S8 - A50	Procédures d'exécution : Clouage de SECURITE + Béton Projeté	Indice A	Page 4/6

3.2 – Epinglage

Foreuse hydraulique équipée de marteau fond de trou.
Ensemble d'injection pneumatique ou électrique comprenant :
- bac haute turbulence
- bac de reprise
- presse d'injection.

Groupe électrogène éventuel (si ensemble d'injection électrique).

4 - MODE OPERATOIRE

4.1 – Béton projeté

1 – Implantation des lignes d'épingles par V. avec 2 épingles origines parallèlement à la passe de terrassement.
2 – Piquetage des épingles sur chaque ligne avec espacement horizontal de 2 m.
3 – Mise en place des mouchoirs en TS de 1,20 m x 1,20 centrés sur l'implantation de chaque épingle en les maintenant décollés de 3 cm du talus.
4 - Mise en place de fer de ø 8 mm comme piges d'épaisseur, sortant de:
- 5 cm entre les mouchoirs de TS
- 11 cm dans les mouchoirs de TS

5 - Projection du béton par voie sèche en 1 passe,
- sur 6 cm d'épaisseur sur toute la surface du talus (disparition visuelle des piges d'épaisseur).
- sur 12 cm d'épaisseur au niveau des mouchoirs de TS (disparition visuelle des piges d'épaisseur).

6 – Réalisation de barbacanes à raison de 1/6 m2, forées lors de la réalisation des épingles de la ligne suivante.

4.2 – Epinglage

1 - Mise en place de l'engin de forage en face du trou.
2 - Positionnement de la glissière de forage suivant plan de calepinage à l'aide de l'indicateur d'angle pour le respect des 10 ° sous l'horizontale.
3 – Forage des trous des épingles en ø 115 mm
4 – Mise en place des armatures d'épingles équipées de 2 écarteurs et d'un tuyau d'injection fond de trou.
5 – Préparation et injection du coulis de scellement par le tuyau d'injection fond de trou jusqu'à exurgence du coulis.
6 – Ajout d'un complément de coulis par la tête du trou si nécessaire après prise du coulis.
7 – Mise en place des plaques et écrous sur chaque tête d'épingle et serrage manuel de l'écrou.

PROCEDURE D'EXECUTION Etanchéité TRANCHEE COUVERTE

1 DISPOSITIONS GENERALES

1.1 Objet de la procédure

La présente procédure décrit la réalisation de l'étanchéité de l'ouvrage d'art et les contrôles effectués lors de sa mise en oeuvre

1.2 Domaine d'application

Elle s'applique sur l'ensemble de l'ouvrage

1.3 Documents de référence

1.3.1 Documents du marché

* PRESCRIPTIONS RELATIVES A L'ETANCHEITE DES TABLIERS EN BETON ARME suivant Avis Technique du SETRA

1.4 Définitions spécifiques à la procédure

Le complexe d'étanchéité est constitué par des feuilles hydrocarbonées armées (chape) protégées par une contre-chape lourde en béton bitumineux : complexe PARAFOR PONT + BETON BITUMINEUX

2 MOYENS

2.1 Moyens en matériel pour EIF et chape

- Camionnettes
- Diables pour gaz
- Appareil à coller la chape et à maroufler

2.1 Moyens en matériel pour Béton Bitumineux

- Camion 15 t et 25 t
- Cylindre CB 224
- FINISSEUR DEMAG

2.2 Moyens en personnel

- 1 Conducteur de Travaux
- 1 ou plusieurs Chefs de Chantier
- Ouvriers Qualifiés

3 MATERIAUX ET FOURNITURES

3.1 Matériaux principaux :

3.1.1 Enduit EIF :

La couche d'enduit d'imprégnation à froid EIF est constituée d'une impression SIPLAST PRIMER de la Société SIPLAST dont les caractéristiques sont les suivantes :

- temps de séchage normal 2 à 12 h selon la température
- extraits secs en poids supérieurs à 40 %
- pseudo-viscosité coupe N° 4 AFNOR à 20° C mesurée selon la norme NF T 30-014 : 20 à 25 secondes (Cf Annexe I)

Elle est appliquée à raison de 350 g/m²

3.1.2 Chape élastomère :

La chape d'étanchéité est constituée par une chape à base de bitume élastomère armée par un polyester non tissé. Elle est du type PARAFOR PONT de la Société SIPLAST

3.1.3 Contre chape en béton bitumineux :

La contre chape est constituée de deux couches de béton bitumineux de 30 et 50 mm d'épaisseur après compactage.
Celui-ci provient de la Société E. , usine de M.

3.2 Consommables :

Néant

4 MODE OPERATOIRE

4.1 Réception du support :

Le support béton des OA est réceptionné contradictoirement entre le Maître d'Oeuvre, l'entreprise DODIN et un représentant habilité de l'entreprise COTRA

La fiche de réception du support, signée par les trois représentants figure en annexe IV

Au moment de la mise en oeuvre de la chape, le béton du support doit être âgé d'au moins 21 jours. Il est débarrassé de toute trace de laitance non adhérente, de produit de cure, de graisses, huiles, poussières et pollutions diverses

L'état de surface du support est analogue à celui du béton taloché et ne présente pas de creux ni d'aspérités susceptibles de blesser le revêtement lors de la mise en oeuvre

4.2 Mise en oeuvre de l'étanchéité :

4.2.1 Mise en oeuvre de l'EIF

Le produit d'imprégnation est mis en oeuvre sur l'ensemble du support à étancher à raison de 350 g/m², le support est totalement sec

La mise en oeuvre est réalisée au rouleau ou à la brosse
L'EIF est mis en oeuvre la veille de l'intervention soit J - 1

4.2.2 Mise en oeuvre de la chape élastomère par collage manuel

Collage de la chape en adhérence totale au chalumeau propane
Les joints transversaux sont décalés et le recouvrement des lès est de 7 cm latéralement de 10 cm en about

Suite du document n° 5 : page 8

DOCUMENT N° 5 (suite)

Le collage de la chape est réalisé lors du déroulement du rouleau au fur et à mesure de la fusion du bitume

La marouflage est réalisé sur l'ensemble de la chape à l'aide d'un rouleau large et humide de peintre et sur les recouvrements par écrasement des bords des lès à l'aide d'une spatule

Le collage de la chape est effectué du point bas vers le point haut

Les lès sont disposés parallèlement à l'axe des ouvrages et dans le sens du fil d'eau

4.2.3 Mise en oeuvre de la chape élastomère par collage à la machine

Collage de la chape en adhérence totale par une machine à haute cadence et avec des rouleaux de chape de 100 m de longueur
Cette mise en oeuvre est réalisée sur la dernière partie de l'ouvrage soit 9000 m² entre les profils 97 et 110

4.2.4 Retombées d'étanchéité

Les retombées d'étanchéité sont réalisées avant la mise en oeuvre de l'étanchéité horizontale

Collage des retombées sur 2 m de hauteur avec un talon de 30 cm sur la partie horizontale de l'ouvrage

Les joints de dilatation sont réalisés en même temps que les retombées

Le drain type CORDRAIN avec filtre est appliqué sur la hauteur totale de l'ouvrage après que les deux couches de protection de l'étanchéité horizontale aient été mises en oeuvre. Il présente, en haut, un retour horizontal de 20 cm spité dans le béton bitumineux.
Sur la chape (2 m de hauteur) il est collé et sur la partie inférieure à la chape, il est spité avec rondelle à raison de 1 au m²

4.2.5 Mise en oeuvre du béton bitumineux

L'application du B.B. SG 0/6
Le finisseur type DEMAG DF 110 sur pneus et à table extensible sera approvisionné par des camions de 15 t ou 25 t bâchés et sera réalisé en ligne droite
Les camions ne font pas de demi-tour sur les ouvrages, ni de manoeuvres

L'épaisseur est contrôlée par des appareils sur le finisseur et la température par des thermomètres (130 à 150°)
L'épaisseur est de 3 cm après compactage réalisé par 2 passes lisses

Une fiche indiquant le tonnage, la couche granulométrique et la teneur en liant est fournie au chauffeur au dépot de l'Usine qui doit la présenter sur simple demande au représentant du Maître d'Oeuvre ou du CQI

Le cylindrage sera réalisé par un tandem du type CB 224
La fermeture du béton bitumineux est contrôlée visuellement

DOCUMENT N° 6 Extrait de l'avis technique du CSTB sur le joint NEODYL de chez SIPLAST

A. Description

1. Généralités

NÉODYL permet d'assurer la continuité du revêtement d'étanchéité des toitures en parties courantes au-dessus des joints de dilatation ou de tassement du gros œuvre.

1.1 Destination

1.11 Domaine d'emploi en fonction du gros œuvre et de la destination des toitures terrasses ~~(Voir tableau 1 en fin de Dossier)~~

Il s'agit des joints de toiture terrasse de même niveau tels que définis au paragraphe 7.43 de la norme NF P 10-203 référence DTU 20.12.

Ils peuvent être des types suivants :

- joints saillants courants ;
- joints plats surélevés ;
- joints plats.

1.12 En fonction du type de mouvement

L'amplitude maximale de mouvement (mm) admise par le système de joint est donnée par le tableau 2 en fin de Dossier.

1.13 En fonction du revêtement d'étanchéité des parties courantes

Les revêtements de partie courante auxquels le système de joint se raccorde sont les suivants :

- complexe en bitume armé,
- asphalte coulé,
- complexe en bitume modifié par polymère SBS ou APP.

Le NÉODYL est incompatible avec les produits dérivés du goudron de houille.

1.2 Principe

Le système est de type joint à soufflet avec cordon fonctionnant en déformation sans effort notable. Un décaissé est nécessaire.

Le système permet le traitement des croisements de joints et changements de direction et de pente sans pièces accessoires.

La technique NÉODYL est basée essentiellement sur l'emploi d'une feuille non armée constituée de bitume élastomère. Ce matériau se présente en bobineaux.

Il peut être collé au moyen d'EAC ou bien être soudé au chalumeau d'usage courant en travaux d'étanchéité.

La mise en œuvre est très simplifiée grâce à la souplesse et à la soudabilité du matériau auquel on peut donner toutes les formes nécessaires pour revêtir d'une manière étanche les profils les plus complexes.

2. Prescriptions relatives aux supports

2.3 Cas des joints plats

2.31 Supports en maçonnerie

Les bords du joint doivent comporter :

- soit une rainure, d'au moins 0,04 x 0,02 m pour revêtements réalisés à l'aide feuilles manufacturées (fig. 4) ;
- soit un chanfrein à 45 ° d'au moins 0,03 x 0,03 m pour revêtements réalisés à l'aide feuilles manufacturées (fig. 5) ;
- soit un encuvement pour revêtements d'étanchéité en asphalte (fig. 6).

3. Mise en œuvre du joint NÉODYL

3.3 Joints plats

3.31 Raccordement avec revêtement multicouche bitumineux ou revêtement d'étanchéité bicouche en bitume modifié (fig. 13)

La première couche de l'étanchéité est adhérente sur au moins 20 cm de part et d'autre du joint. Lorsque le joint est mis en œuvre sur un support en maçonnerie, le support est préalablement enduit d'EIF.

La bande de NÉODYL préconfectionnée pour la longueur totale du joint est mise en place en lui faisant épouser la forme du chanfrein (ou de la rainure) à la main.

Chacune des ailes de la lyre ainsi formée est alors soudée sur la première couche du revêtement.

La couche supérieure de l'étanchéité est alors soudée jusqu'au bord du chanfrein. Le cordon NÉODYL est inséré dans la lyre.

Les bandes de protection de la lyre en acier galvanisé ou inox de 75/100 mm d'épaisseur, insérées dans un double kraft, sont posées libres sur le joint.

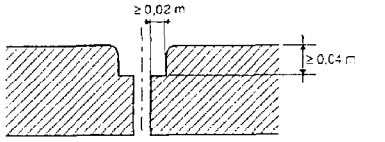


Figure 4 - Rainure dans les supports béton

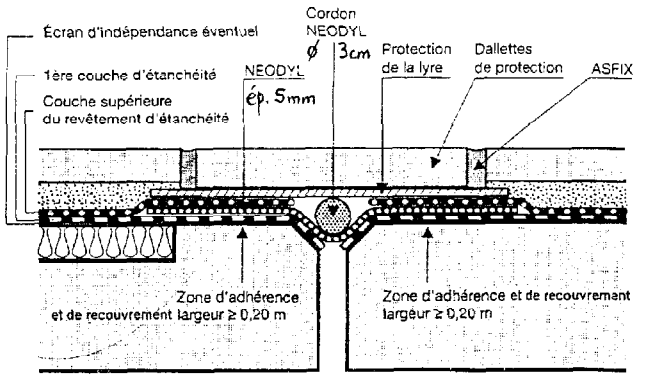


Figure 13 - Revêtement d'étanchéité bitumineux, joints plats en partie courante

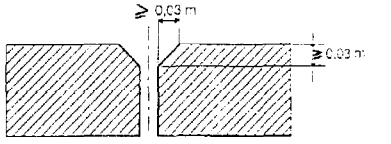


Figure 5 - Chanfrein des supports béton

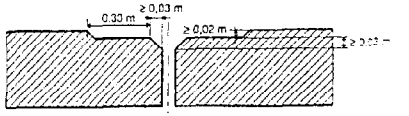
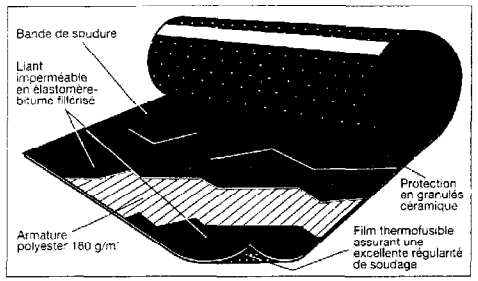


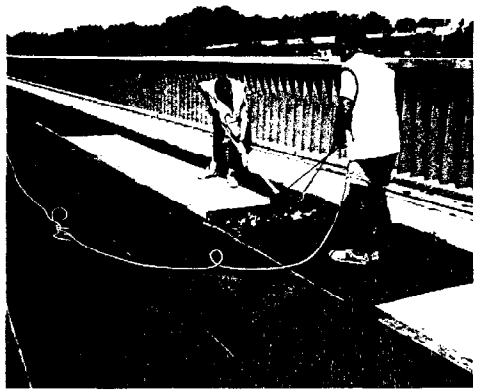
Figure 6 - Encuvement pour asphalte

DOMAINES D'APPLICATION

DOCUMENT N° 7 PARAFOR PONTS

- Feuille préfabriquée à base de bitume-élastomère SBS, avec armature en non tissé de polyester et autoprotection en granulés céramique.





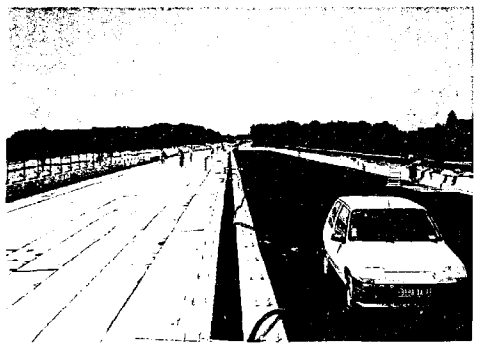
CONDITIONNEMENT

Rouleaux de 1 m x 8 m - Poids : 48 kg.

DESCRIPTION

- Etanchéité des tabliers de ponts-routes.
- Étanchéité de parkings.
- Etanchéité des structures en béton ou en acier recevant directement une couche de roulement ou de protection en enrobés bitumineux.
- Étanchéité de dalles supérieures de tranchées couvertes sur béton.

Avis Technique SETRA, n° F.AT.ET 97-05, renouvelable en décembre 2001.



CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

Propriétés		Processus d'essai	Unités	Valeurs nominales	Fascicule 67, titre 1
Epaisseur à la bande de soudure			mm	4,0 (-5%)	
Masse surfacique			kg/m²	6,0 (-5%)	
Souplesse sur mandrin Ø 20 mm		NFP 84-350 modifiée	°C	-15	
Allongement rupture, sens longitudinal, sans choc thermique	20°C 100 mm/mm	LCPC Décembre 79	%	45 + 20%)	≥ 30
Allongement rupture, sens transversal, sans choc thermique	20°C 100 mm/mm	LCPC Décembre 79	%	50 ± 20 %	≥ 30
Résistance rupture, sens longitudinal, sans choc thermique	20°C 100 mm/mm	LCPC Décembre 79	daN/cm	18,4 ± 12 %)	≥10
Résistance rupture, sens transversal, sans choc thermique	20°C 100 mm/mm	LCPC Décembre 79	daN/cm	12,8 ± 15 %	≥10
Adhérence au béton hydraulique à 20 °C		LCPC Décembre 79	Mpa	≥ 0,4	≥0,4
Perforation à 20°C 500 mm/mm		NFQ 03-001	daN	8,8	> 8
Etanchéité		LCPC Décembre 79	Mpa	> 0,5	> 0,5
Fissuration simple		LRPC N° 6	mm	10	≥ 2 mm
Fissuration avec fatigue		LRPC N° 6	mm	10	≥ 2 mm

POINTS FORTS

AGRÉMENT SNCF

Gain de poids :
Les feuilles préfabriquées ont une masse surfacique dix fois inférieure à celle des étanchéités traditionnelles, ce qui assure une sécurité vis-à-vis des efforts sollicitant la structure.

Excellente tenue au vieillissement et au froid :
Les bitumes-élastomères SBS conservent leur souplesse et leur élasticité par temps froid et au cours du temps.

Excellente adhérence au béton hydraulique :
Supérieure aux 0,4 MPa, garantissant l'absence de tout glissement de la feuille et une très bonne résistance aux risques de cloquage entraînés par des défauts éventuels du support.
L'Avis Technique recommande une épaisseur minimale d'enrobés de 7 cm.

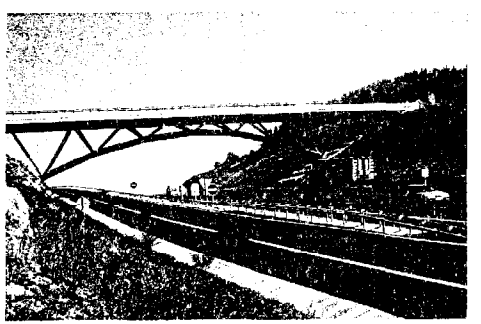
Rapidité d'exécution :
Une seule feuille soudée sur Enduit d'Imprégnation à Froid permettant une mise en œuvre très rapide avec des moyens légers - rendement de l'ordre de 150 m² par jour pour une équipe de deux ouvriers, ou supérieur à 1000 m² par jour avec une machine automatique de pose.

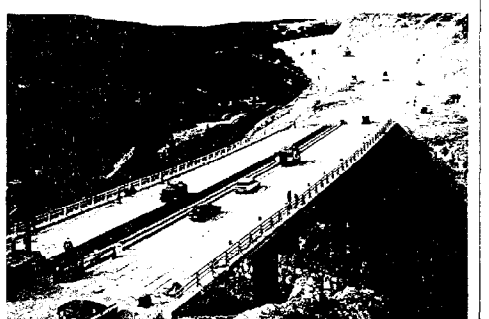
Excellente tenue au choc thermique lors de la mise en œuvre des enrobés bitumineux et au compactage :
Remarquable stabilité à la mise en œuvre des enrobés, quel que soit le mode de compactage.
Aucun poinçonnement de la feuille par les granulats des enrobés (la granularité standard est 0/10 mm).

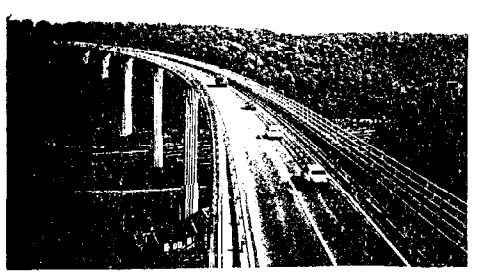
Excellente résistance à la fissuration :
FISSURATION SIMPLE : à -10° C et à la vitesse de 25 mm/h, après 200 cycles de fatigue à 20 °C, on n'observe aucune fissuration de la feuille et aucune amorce de décollement de la chape pour une ouverture de 10 mm.

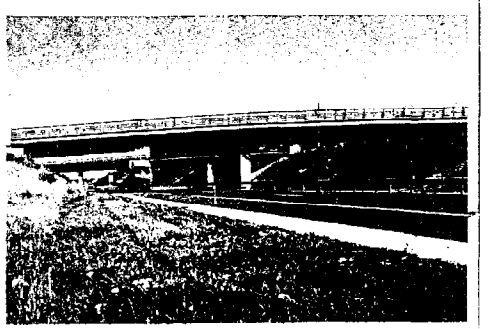
FISSURATION APRÈS FATIGUE : à -10° C et à la vitesse de 25 mm/h, après 200 cycles de fatigue à 20° C, on n'observe aucune fissuration de la feuille et aucune amorce de décollement pour une ouverture de fissure de 5 mm.

Réfection très aisée sur reprofilage :
Cette technique rapide fait l'objet de nombreuses réalisations.
Après le reprofilage en enrobés spéciaux, la feuille PARAFOR PONTS est soudée directement (sans EIF) et reçoit ensuite une couche d'enrobés de 7 cm.









CORDRAIN

DOCUMENT N° 8

Attentif aux besoins des professionnels du Génie Civil et du Bâtiment, WAVIN a mis au point une gamme de produits de drainage et de protection des parois enterrées, CORDRAIN.

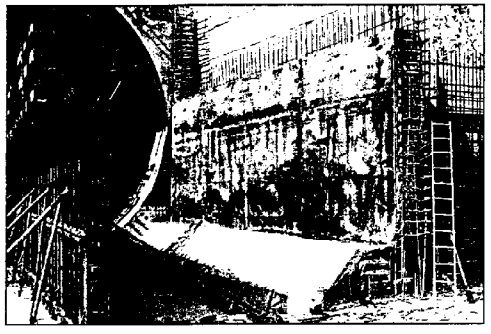
D'une grande facilité de mise en œuvre, CORDRAIN est utilisé en combinaison avec un collecteur placé en partie basse. Il remplit trois fonctions essentielles pour la longévité des ouvrages :

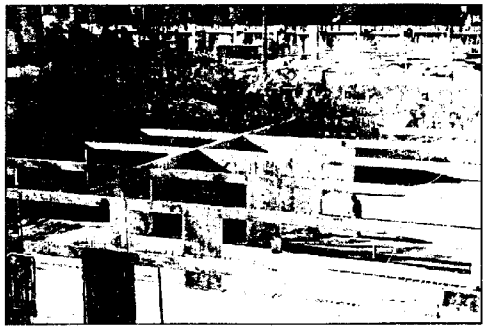
- stopper et évacuer les eaux d'infiltration ou provenant de la nappe, et réduire ainsi la pression hydrostatique s'exerçant sur les parois enterrées,

- maintenir une lame d'air le long de ces parois,

- protéger les couches d'étanchéité des risques de dégradations mécaniques, notamment pendant la réalisation des remblais.

Fabriqué selon un procédé industriel éprouvé, CORDRAIN offre la simplicité et la fiabilité d'un produit "prêt à poser".





UN PRODUIT DE HAUTE TECHNICITE

CORDRAIN est constitué de deux éléments :

- une structure alvéolaire en polyéthylène haute densité, qui, par son originalité, confère à CORDRAIN des atouts décisifs (voir encadré).

- un filtre non tissé en fibre de polypropylène. L'ensemble de la gamme utilise des filtres certifiés par le CFGG.

Constitué de matériaux inertes, CORDRAIN est conçu pour durer.

CHOISIR LA SOLUTION ADAPTEE

La gamme CORDRAIN se compose de deux références:

- CORDRAIN 1100x10 et CORDRAIN 1100x20

Leur capacité hydraulique est largement adaptée à la plupart des configurations de chantier.

Le choix du produit dépend essentiellement des contraintes de hauteur de remblai.

Dans les conditions normales de chantier, on choisira:

- pour une hauteur maximale de remblai de 10 m, CORDRAIN 1100x10.

- pour une hauteur maximale de remblai de 30 m, CORDRAIN 1100x20.

Les références 1100x10 et 1100x20 présentent une totale compatibilité de jonction. Il est donc possible de combiner les deux produits sur le même projet.

Dans certaines applications (tunnel, dalle de parking, utilisation en coffrage perdu...), la fonction de filtration n'est pas nécessaire. Le produit est alors mis en œuvre sans géotextile.

DES ATOUTS DECISIFS

- Capacité d'écoulement très élevée, peu dépendante de la pression latérale et de la hauteur de remblai.

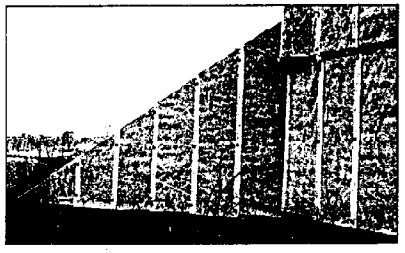
- Résistance à l'écrasement adaptée aux différentes configurations de chantier et aux pressions induites par le compactage des remblais.

- Structure imperméable permettant d'intercepter toute arrivée d'eau.

- Structure symétrique associant drainage et aération de la paroi.

- Structure légère et flexible épousant bien les pourtours des parois.

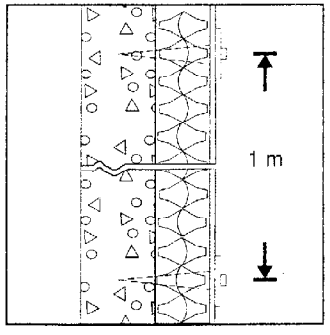
- Raccordement par simple emboîtement assurant la continuité de l'écran.



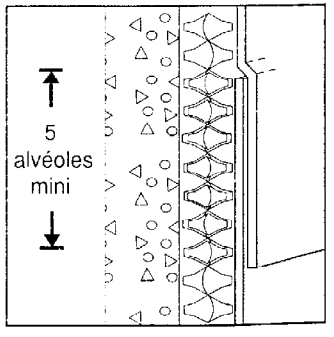
CONSEILS DE POSE

CORDRAIN peut se poser horizontalement ou verticalement, en fonction de la configuration du chantier.

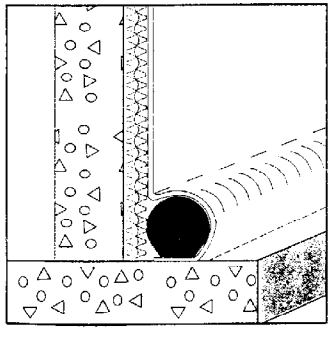
Pour le bon fonctionnement de l'écran, quelques recommandations de pose:



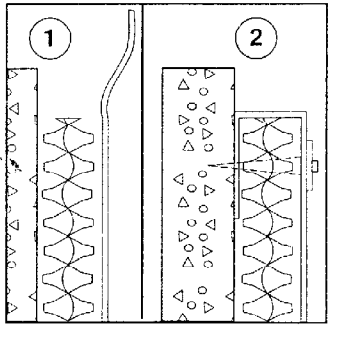
1. Fixation à la paroi
Fixer la nappe suffisamment (une fixation par m²) pour assurer son maintien lors de la réalisation du remblai.



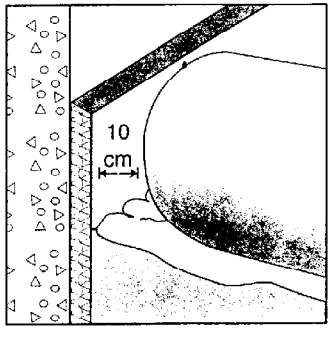
2. Jonction des rouleaux
Décoller le bord des filtres et superposer les structures en les emboîtant. Veiller au bon effet de tuile, des structures alvéolaires et des filtres.



3. Drainage à la base
Recouvrir complètement le collecteur avec le filtre et le raccorder soigneusement à l'exutoire.



4. Fermeture en partie haute
Replier le filtre derrière la structure alvéolaire, afin d'éviter la pénétration des terres de remblai.



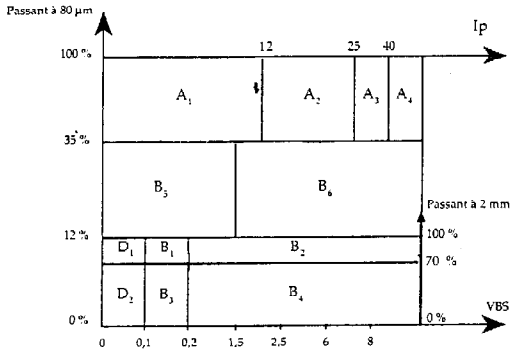
5.Remblaiement et compactage
Proscrire les éléments trop grossiers.
Dans le cas d'une pose verticale, pousser le remblai dans le sens de recouvrement des lés.
Veiller à maintenir une distance suffisante entre le compacteur et l'écran.

DOCUMENT N° 9

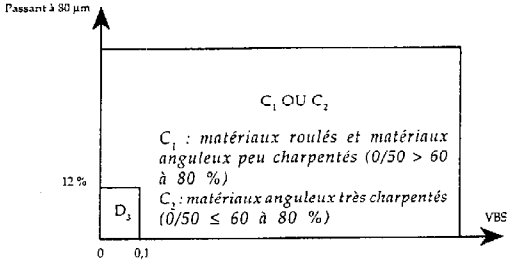
Extrait du GTR 92

Tableau synoptique de classification des matériaux selon leur nature

Sols
Dmax ≤ 50 mm



Sols
Dmax > 50 mm



Matériaux rocheux	Roches sédimentaires	Roches carbonatées — Craies	R_1
		Roches carbonatées — Calcaires	R_2
		Roches argileuses — Marnes, argilites, pélites...	R_3
		Roches siliceuses — Grès, poudingues, brèches...	R_4
		Roches salines — Sel gemme, gypse	R_5
	Roches magmatiques et métamorphiques	Granites, basaltes, andésites, gneiss, schistes métamorphiques et ardoisiers...	R_6
Matériaux particuliers		Sols organiques et sous-produits industriels	F

CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN COUCHE DE FORME

D_{11}, D_{12}, D_{21}, D_{22}

Classe de sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS	Epaisseur préconisée de la couche de forme e (en m.) et classe PF de la plate-forme support de chaussée				
						PST n° 1	PST n° 2	PST n° 3		PST n° 4
						AR 1	AR 1	AR 1	AR 2	AR 2
D_{11}	Bien qu'insensibles à l'eau les sols de cette classe sont néanmoins peu "traficables" du fait de leur finesse et de leur uniformité granulaire. Ils sont constitués de grains résistants qui autorisent leur emploi en couche de forme après leur avoir fait subir une correction granulométrique ou un traitement avec un liant hydraulique.	++	pluie forte	Situation météorologique ne permettant pas une mise en œuvre correcte	NON	e = 0,8 ou (2) e = 0,65 PF2	e = 0,5 ou (2) e = 0,4 PF2	e = 0,4 ou (2) e = 0,3 PF2	e = 0,3 ou (2) e = 0,2 PF2	(3)
		+	pluie faible	Traitement avec un correcteur granulométrique	0 0 6 0					
		= ou -	pas de pluie	**Solution 1 :** Traitement avec un correcteur granulométrique	0 0 6 0					
				Solution 2 : W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique associé éventuellement à un correcteur granulométrique S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 1 5 2		e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF3	e = 0,35 PF3
D_{12}	Bien qu'insensibles à l'eau les sols de cette classe sont néanmoins peu "traficables" du fait de leur finesse et de leur uniformité granulaire. De plus ils sont constitués de grains friables qui sous l'action du trafic pourraient se transformer en éléments fins sensibles à l'eau. Pour ces raisons les sols doivent être traités avec un liant hydraulique pour être utilisables en couche de forme.	+	pluie faible	Situation météorologique ne permettant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant	NON	(1)				
		= ou -	pas de pluie	W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique associé éventuellement à un correcteur granulométrique S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 1 5 2					
D_{21}	Ces sols sont utilisables en couche de forme soit dans leur état naturel car la résistance des granulats est suffisamment élevée soit traités avec un liant hydraulique en place ou en centrale.	++ ou +	pluie même forte	Utilisation en l'état	0 0 0 0	e = 0,75 ou (2) e = 0,6 PF2	e = 0,5 ou (2) e = 0,4 PF2	e = 0,4 ou (2) e = 0,3 PF2	e = 0,3 ou (2) e = 0,2 PF2	(3)
		= ou -	pas de pluie	**Solution 1 :** Utilisation en l'état	0 0 0 0					
				Solution 2 : W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique du mélange sol + liant T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	0 1 1 1		e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF2	e = 0,35 PF3	e = 0,35 PF3
D_{22}	Ces sols bien qu'insensibles à l'eau ne peuvent en général être utilisés en couche de forme dans leur état naturel en raison de la friabilité des granulats (risques de formation d'éléments fins sensibles à l'eau sous l'action du trafic. Il convient donc de les traiter en place ou en centrale avec un liant hydraulique	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant	NON	(1)				
		= ou -	pas de pluie	W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique du mélange sol + liant T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	0 1 1 1					

(1) Sur cette PST, la mise en oeuvre d'un matériau traité répondant à une qualité "couche de forme" n'est pas réalisable. Procéder d'abord à un traitement selon une technique "remblai" et se rapporter alors au cas de PST n°4 si l'effet du traitement est durable et aux cas PST n°2 ou 3 s'il ne l'est pas.
(2) Si intercalation d'un géotextile à l'interface PST-couche de forme.
(3) Dans le cas de la PST n°4, une couche de forme conduisant à une PF2 peut se limiter à une couche de protection superficielle de quelques centimètres d'épaisseur de ce matériau. Celle-ci peut même être inutile si l'on a prévu la possibilité d'éliminer par rabotage les 5 à 10 cm supérieurs de la PST. Elle peut également être remplacée par un enduit de cure gravillonné ou éventuellement clouté, appliqué directement sur l'arase terrassement.

Suite du document n° 9 : page 12

Classe A — SOLS FINS

Classement selon la nature					Classement selon l'état hydrique	
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous classe fonction de la nature	Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe
Dmax ≤ 50mn et tamisat à 80µm > 35 %	**A sols fins**	**VBS** ≤ 2,5 ou $I_p \leq 12$	A_1 Limons peu plastiques, loess, silts alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastiques...	Ces sols changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau, en particulier lorsque leur w_n est proche de w_{OPN}. Le temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique et climatique est relativement court, mais la perméabilité pouvant varier dans de larges limites selon la granulométrie, la plasticité et la compacité, le temps de réaction peut tout de même varier assez largement. Dans le cas de ces sols fins peu plastiques, il est souvent préférable de les identifier par la valeur de bleu de méthylène VBS, compte tenu de l'imprécision attachée à la mesure de l'Ip.	**IPI** ≤ 3 ou $w_n \geq 1,25\ w_{OPN}$	A_1th
					3 < **IPI** ≤ 8 ou $1,10\ w_{OPN} \leq w_n < 1,25\ w_{OPN}$	A_1h
					8 < **IPI** ≤ 25 ou $0,9\ w_{OPN} \leq w_n < 1,10\ w_{OPN}$	A_1m
					$0,7\ w_{OPN} \leq w_n < 0,9\ w_{OPN}$	A_1s
					$w_n < 0,7\ w_{OPN}$	A_1ts
		12 < I_p ≤ 25 ou 2,5 < VBS ≤ 6	A_2 Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques, arènes...	Le caractère moyen des sols de cette sous - classe fait qu'ils se prêtent à l'emploi de la plus large gamme d'outils de terrassement (si la teneur en eau n'est pas trop élevée). Dès que l'Ip atteint des valeurs ≥ 12, il constitue le critère d'identification le mieux adapté.	**IPI** ≤ 2 ou **Ic** ≤ 0,9 ou $w_n \geq 1,3\ w_{OPN}$	A_2th
					2 < **IPI** ≤ 5 ou 0,9 < **Ic** ≤ 1,05 ou $1,1\ w_{OPN} \leq w_n < 1,3\ w_{OPN}$	A_2h
					5 < **IPI** ≤ 15 ou 1,05 < **Ic** ≤ 1,2 ou $0,9\ w_{OPN} \leq w_n < 1,1\ w_{OPN}$	A_2m
					1,2 < **Ic** ≤ 1,4 ou $0,7\ w_{OPN} \leq w_n < 0,9\ w_{OPN}$	A_2s
					Ic > 1,4 ou $w_n < 0,7\ w_{OPN}$	A_2ts
		25 < I_p ≤ 40 ou 6 < VBS ≤ 8	A_3 Argiles et argiles marneuses, limons très plastiques...	Ces sols sont très cohérents à teneur en eau moyenne et faible, et collants ou glissants à l'état humide, d'où difficulté de mise en œuvre sur chantier (et de manipulation en laboratoire). Leur perméabilité très réduite rend leurs variations de teneur en eau très lentes, en place. Une augmentation de teneur en eau assez importante est nécessaire pour changer notablement leur consistance.	**IPI** ≤ 1 ou **Ic** ≤ 0,8 ou $w_n \geq 1,4\ w_{OPN}$	A_3th
					1 < **IPI** ≤ 3 ou 0,8 < **Ic** ≤ 1 ou $1,2\ w_{OPN} \leq w_n < 1,4\ w_{OPN}$	A_3h
					3 < **IPI** ≤ 10 ou 1 < **Ic** ≤ 1,15 ou $0,9\ w_{OPN} \leq w_n < 1,2\ w_{OPN}$	A_3m
					1,15 < **Ic** ≤ 1,3 ou $0,7\ w_{OPN} \leq w_n < 0,9\ w_{OPN}$	A_3s
					Ic > 1,3 ou $w_n < 0,7\ w_{OPN}$	A_3ts
		I_p > 40 ou VBS > 8	A_4 Argiles et argiles marneuses, très plastiques...	Ces sols sont très cohérents et presque imperméables : s'ils changent de teneur en eau, c'est extrêmement lentement et avec d'importants retraits ou gonflements. Leur emploi en remblai ou en couche de forme n'est normalement pas envisagé mais il peut éventuellement être décidé à l'appui d'une étude spécifique s'appuyant notamment sur des essais en vraie grandeur.	Valeurs seuils des paramètres d'état, à définir à l'appui d'une étude spécifique.	A_4th
						A_4h
						A_4m
						A_4s

*Les paramètres inscrits en **caractères gras** sont ceux dont le choix est à privilégier.*

Classe B — SOLS SABLEUX ET GRAVELEUX AVEC FINES

← NIVEAU DE CLASSIFICATION NECESSAIRE POUR L'EMPLOI EN REMBLAI →

← NIVEAU DE CLASSIFICATION NECESSAIRE POUR L'EMPLOI EN COUCHE DE FORME →

Classement selon la nature					Classement selon l'état hydrique		Classement selon le comportement	
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe
Dmax ≤ 50 mm et tamisat à 80 µm ≤ 35%	**B Sols sableux et graveleux avec fines**	- tamisat à 80 µm ≤ 12% - tamisat à 2 mm > 70% - 0,1 ≤ **VBS** ≤ 0,2 ou ES > 35	B_1 Sables silteux...	Matériaux sableux généralement insensibles à l'eau. Mais, dans certains cas (extraction dans la nappe...), cette insensibilité devra être confirmée (étude complémentaire, planche d'essais,...) Leur emploi en couche de forme nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (friabilité des sables FS).			FS ≤ 60	B_{11}
							FS > 60	B_{12}
		- tamisat à 80 µm ≤ 12% - tamisat à 2 mm > 70% - **VBS** > 0,2 ou ES ≤ 35	B_2 Sables argileux (peu argileux)...	La plasticité de leurs fines rend ces sols sensibles à l'eau. Leur temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique et climatique est court, tout en pouvant varier assez largement (fonction de perméabilité). Lorsqu'ils sont extraits dans la nappe et mis en dépôt provisoire, ils conservent un état hydrique "humide" à "très humide" ; il est assez peu probable, en climat océanique, que leur état hydrique puisse s'améliorer jusqu'à devenir "moyen". Leur emploi en couche de forme sans traitement avec des LH nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (friabilité des sables FS).	**IPI** ≤ 4 ou $w_n \geq 1,25\ w_{OPN}$	B_2th	FS ≤ 60	$B_{21}th$
							FS > 60	$B_{22}th$
					4 < **IPI** ≤ 8 ou $1,10\ w_{OPN} \leq w_n < 1,25\ w_{OPN}$	B_2h	FS ≤ 60	$B_{21}h$
							FS > 60	$B_{22}h$
					$0,9\ w_{OPN} \leq w_n < 1,10\ w_{OPN}$	B_2m	FS ≤ 60	$B_{21}m$
							FS > 60	$B_{22}m$
					$0,5\ w_{OPN} \leq w_n < 0,9\ w_{OPN}$	B_2s	FS ≤ 60	$B_{21}s$
							FS > 60	$B_{22}s$
					$w_n < 0,5\ w_{OPN}$	B_2ts	FS ≤ 60	$B_{21}ts$
							FS > 60	$B_{22}ts$
		- tamisat à 80 µm ≤ 12% - tamisat à 2 mm ≤ 70% - 0,1 ≤ **VBS** ≤ 0,2 ou ES > 25	B_3 Graves silteuses...	Matériaux graveleux généralement insensibles à l'eau. Mais, dans certains cas (extraction dans la nappe...), cette insensibilité devra être confirmée (étude complémentaire, planche d'essai,...). Leur emploi en couche de forme sans traitement avec des LH nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (Los Angeles, LA, et Micro Deval en présence d'eau, MDE).			LA ≤ 45 et MDE ≤ 45	B_{31}
							LA > 45 ou MDE > 45	B_{32}

*Les paramètres inscrits en **caractères gras** sont ceux dont le choix est à privilégier.*

DOCUMENT N° 10 Extrait de l'étude géotechnique

ESSAI
PROCTOR NORMAL
avec mesure de l' I.P.I.
norme : *P 94-093*
P 94-078

Dossier : n° 13168

L2 St Barnabé/A50

Matériau testé :
Marnes grises

Sondages :
TP 3 *P3*

Observations :

Essai Proctor :
Courbes de saturation :
Sr = 100% (1)
90% (2)
80% (3)
pour
ρs en t/m³ : 2,65
(4) :points Proctor

ρd OPN : 1.8 t/m³

W% OPN : 17.00%

I.P.I. OPN : 12.5

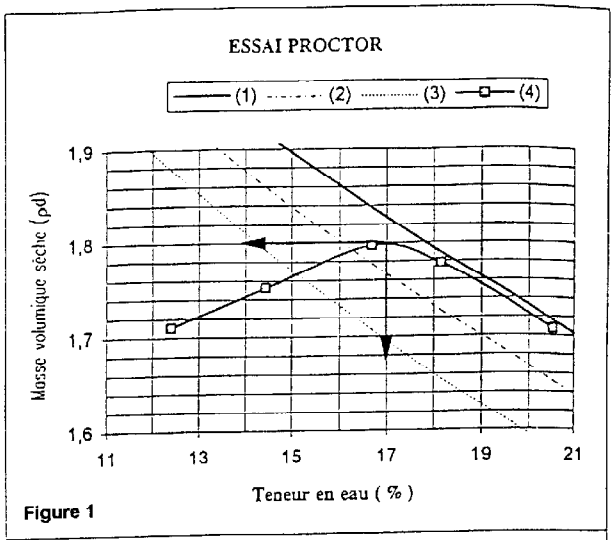


Figure 1

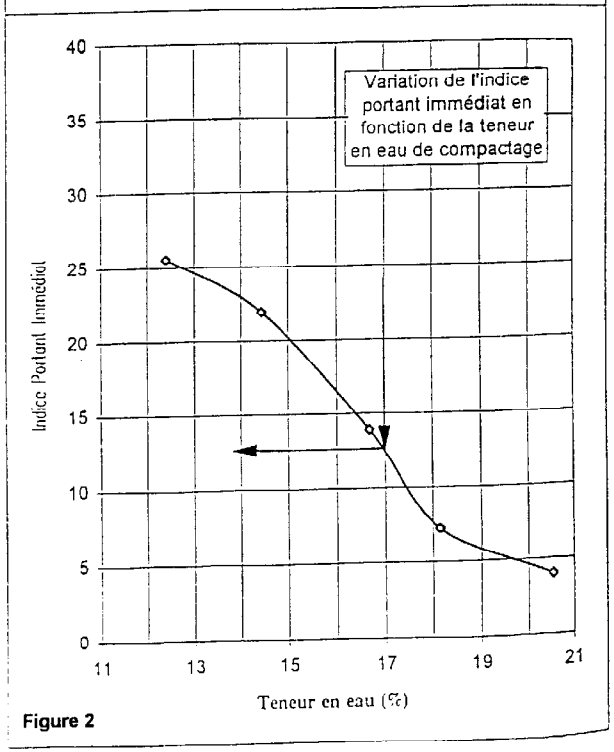


Figure 2

TEST DE TRAITEMENT A LA CHAUX VIVE ROUTIERE 0/2 mm

L2 MARSEILLE Section St Barnabé - A 50

GRAPHIQUE DES RESULTATS

Variation de l' IPI et de l'indice CBR
en fonction de la teneur en eau de compactage avant traitement
pour un test à 2% de liant

Nature des matériaux : Marnes grises DOSSIER : **13168**

W% OPN : 17% DATE : **avr-96**

Observation: Test fait sur 2 X 3 éprouvettes imbibées à 1,1 ; 1,3 et 1,5 OPN

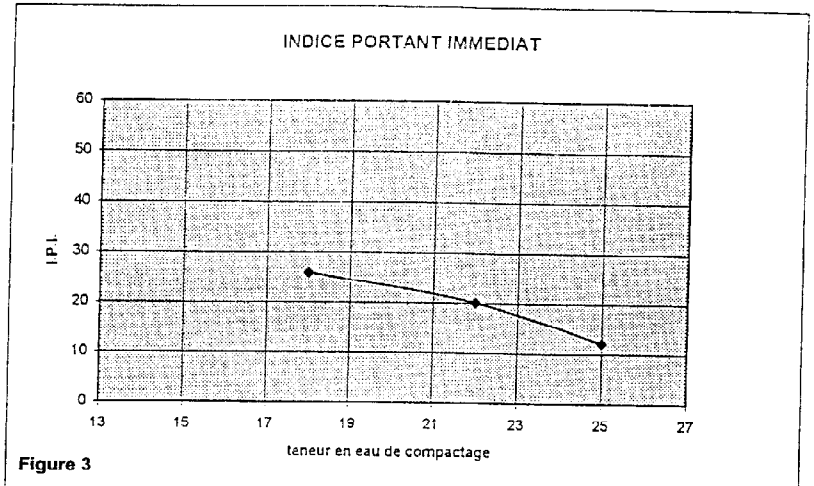


Figure 3

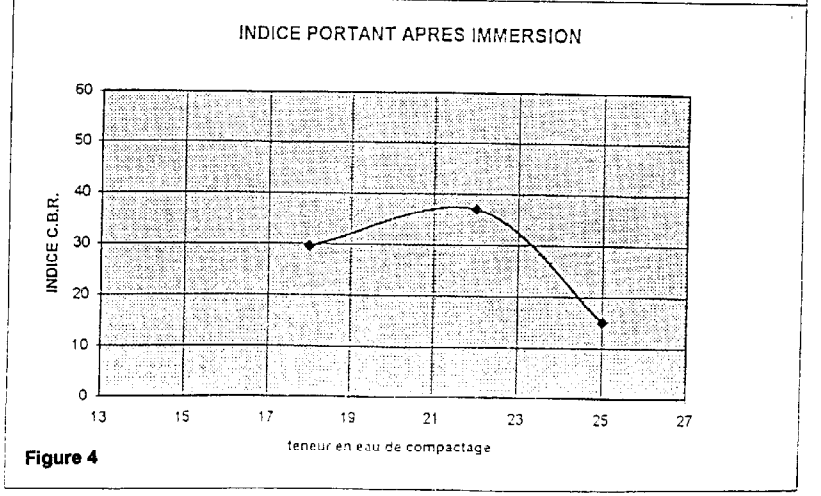


Figure 4

DOCUMENT N° 11

Extrait du catalogue 1998 des structures types de chaussées (notice explicative)

1 DÉTERMINATION DE LA CATÉGORIE DE LA VOIE

Le catalogue différencie, vis-à-vis du dimensionnement, deux catégories de voies. Pour chaque structure de chaussée, il existe donc deux types de fiches. L'un est relatif aux voies du réseau structurant et l'autre aux voies du réseau non structurant.

La détermination de la catégorie de la voie se fait à partir du Catalogue des types de route en milieu interurbain [1] :

- les types 1 et 2 de ce catalogue (autoroutes et routes express à une chaussée) sont considérées comme des voies du réseau structurant, notées VRS,

- les types 3 et 4 (artères interurbaines et autres routes) sont considérées comme les voies du réseau non structurant, notées VRNS.

L'ingénieur responsable du projet après avoir déterminé la catégorie de la voie projetée, se reportera aux fiches de structures correspondantes.

La différence de dimensionnement des structures de chaussées de ces deux catégories de voies résulte d'hypothèses de calculs différentes (durée de dimensionnement initiale de 30 ans pour les VRS et de 20 ans pour les VRNS, agressivité, ...). Ces données sont détaillées dans le fascicule Hypothèses et données de calcul auquel l'ingénieur peut se reporter pour une plus ample information.

2 DÉTERMINATION DE LA CLASSE DE TRAFIC

2.1 Donnée d'entrée trafic

Dans les fiches de structures, la donnée de trafic prise en compte est une classe de trafic poids lourds cumulé.

La définition du poids lourd est la suivante :

Véhicule de plus de 35 kN de poids total autorisé en charge (PTAC)

Les classes de trafic poids lourds cumulé sont définies par leur borne supérieure. Le trafic pris en compte est le nombre de poids lourds circulant sur la voie la plus chargée, cumulé sur la durée de dimensionnement de la chaussée.

Le tableau suivant définit deux séries de huit classes de trafic cumulé : une pour les VRS notée TCi_{30} ($i^{ème}$ classe de trafic cumulé sur 30 ans), une pour les VRNS notée TCi_{20} ($i^{ème}$ classe de trafic cumulé sur 20 ans).

Les classes $TC1_{30}$ et $TC1_{20}$ n'ont pas été retenues dans les fiches de structures de ce catalogue. Elles correspondent à des trafics très faibles qui ne sont pas rencontrés sur le réseau national. En outre les structures n'ont pas été calculées pour les classes $TC2_{20}$ et $TC3_{30}$ sur VRS, et la classe $TC8_{20}$ sur VRNS qui ne se rencontrent pas.

Les bornes supérieures des classes de trafic cumulé figurent sur chaque fiche de structure.

Ces classes TCi sont relatives au trafic cumulé, utilisé pour le dimensionnement des structures. Elles se distinguent des classes Ti, relatives au débit journalier, et utilisées pour les spécifications d'usage des matériaux (normes, documents d'application des normes).

2.2 Répartition du trafic poids lourd par voie de circulation

En l'absence de données précises sur la répartition des poids lourds entre les différentes voies de la chaussée, on adoptera les valeurs suivantes :

- chaussée unidirectionnelle à 2 voies : 90% du trafic poids lourd sur la voie de droite

- chaussée unidirectionnelle à 3 voies : 80% du trafic poids lourd sur la voie de droite et 20% sur la voie médiane.

Ces valeurs sont relatives aux sections courantes en rase campagne. Dans tous les autres cas une étude particulière devra être conduite.

Tableau 1 - Bornes supérieures des classes de trafic cumulé pour les VRS et les VRNS (exprimées en millions de poids lourds)

VRS	$TC1_{30}$	$TC2_{30}$	$TC3_{30}$	$TC4_{30}$	$TC5_{30}$	$TC6_{30}$	$TC7_{30}$	$TC8_{30}$
	0,5	1	3	6	14	38	94	
VRNS	$TC1_{20}$	$TC2_{20}$	$TC3_{20}$	$TC4_{20}$	$TC5_{20}$	$TC6_{20}$	$TC7_{20}$	$TC8_{20}$
	0,2	0,5	1,5	2,5	6,5	17,5	43,5	

4 CHOIX DE LA COMPOSITION DE LA COUCHE DE SURFACE

Toutes les fiches de structures, exceptées celles des chaussées en béton, font apparaître une couche de surface, notée CS. Cette couche de surface comprend une couche de roulement et éventuellement une voire deux couches de liaison. L'épaisseur de la couche de surface figurant sur les fiches est une épaisseur totale équivalente d'enrobé. Elle a été définie selon le trafic et la nature de la couche de base, en vue d'assurer la protection de l'assise de chaussée. Les épaisseurs de couche de surface varient de 2,5 cm à 14 cm suivant les types de structures.

Pour la plupart des structures, plusieurs combinaisons de nature de couche de roulement et de couche de liaison sont envisageables. Sur chaque fiche de structure figurent les compositions des couches de surface autorisées.

Le choix de la composition de la couche de surface doit s'effectuer en fonction de l'expérience locale et des objectifs recherchés vis-à-vis des caractéristiques d'usage (par exemple l'adhérence, le bruit, le confort par temps de pluie, l'obtention d'un uni en adéquation avec le niveau de service de la route,...). Ce choix doit également respecter les spécifications du Guide d'application des normes pour le réseau routier national [3], en particulier celles relatives à l'orniérage.

On impose sur les VRS, ainsi que sur les VRNS lorsque le trafic est supérieur à $TC5_{20}$, la dissociation des fonctions des couches de liaison et de roulement. Cette disposition est également conseillée pour la classe $TC5_{20}$.

Cette mesure conduit sur ces chaussées à retenir une couche de roulement en béton bitumineux très mince (BBTM), béton bitumineux drainant (BBDr), ou éventuellement en béton bitumineux mince de classe a (BBMa) si les caractéristiques de surface sont satisfaisantes.

5 VÉRIFICATION AU GEL-DÉGEL

La démarche est analogue à celle adoptée pour le catalogue 1977. Le principe en est décrit dans le Guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussées [4], et s'effectue conformément à la norme NF P 98-086 annexe B. La vérification au gel consiste à comparer :

- l'indice de gel atmosphérique de référence, noté IR, qui caractérise la rigueur de l'hiver vis-à-vis duquel on souhaite protéger la chaussée,

- à l'indice de gel admissible de la chaussée, noté IA. Cet indice s'évalue en fonction de la structure de la chaussée, de la sensibilité au gel et de l'épaisseur non gélive de son support.

- Si IA est supérieur à IR, la vérification est positive, la structure est retenue.

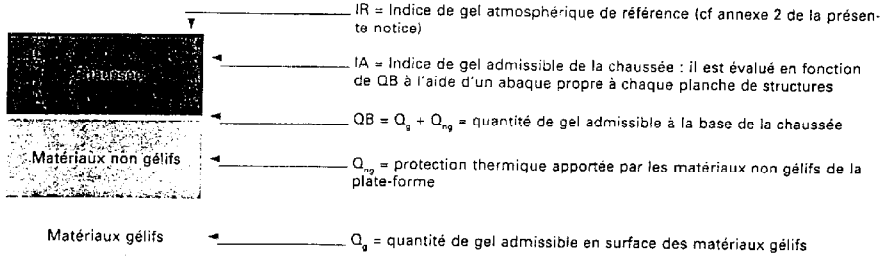
- Si IA est inférieur à IR, la vérification est négative, la structure est insuffisante.

On reprendra alors l'ensemble du processus de vérification au gel-dégel après avoir :

- soit augmenté l'épaisseur des matériaux non gélifs de plate-forme ou diminué leur sensibilité au gel par un traitement approprié,

- soit choisi dans la fiche de structure une chaussée plus épaisse en passant à la classe de trafic supérieure ou à la classe de plate-forme inférieure.

Figure 4 - Principe de la vérification au gel-dégel



Suite du document n° 11 : page 15

DOCUMENT N° 11 (suite)

6 COUPE TRANSVERSALE DE LA CHAUSSÉE

Les structures sont définies au bord de la voie la plus chargée, côté rive, à l'intérieur de la bande de guidage latéral. La voie la plus chargée est généralement la voie de droite pour les chaussées jusqu'à trois voies dans un même sens de circulation. Au-delà, ce peut être une voie médiane.

Il reste à préciser la coupe transversale de la chaussée en tenant compte des caractéristiques géométriques du projet, des dispositifs d'assainissement de la plate-forme et de la chaussée, des équipements liés à l'exploitation, des contraintes associées aux matériaux, matériels et techniques de mise en oeuvre, ainsi que des possibilités d'entretien ultérieur.

Dans l'attente de la rédaction d'un nouveau Guide technique d'établissement des coupes transversales de chaussées destiné à remplacer celui de 1988 [5] , guide qui tiendra compte de l'évolution des règles concernant les caractéristiques géométriques intervenue depuis cette date, on se reportera à la partie 5 du fascicule Annexes , qui présente une synthèse sommaire des différents éléments à prendre en compte pour la définition du profil en travers.

Le présent chapitre comporte:

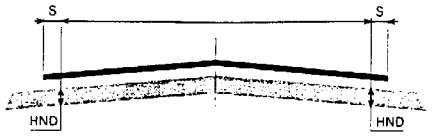
- les règles à respecter sur les variations possibles d'épaisseur transversale des couches de chaussée,
- des conseils pour le réglage de la pente transversale de la plate-forme support de chaussée.

6.1 Variations transversales d'épaisseur des couches de chaussée

Les structures figurant sur les planches du Catalogue, définies au bord de la voie la plus chargée, côté rive, c'est-à-dire côté droit dans le sens de circulation, sont appelées structures nominales. Elles comportent pour chaque couche des épaisseurs nominales au bord droit appelées HND.

Les variations transversales d'épaisseur des couches de chaussée ne sont pas autorisées sur les chaussées bidirectionnelles. Dans ce cas, l'épaisseur HND est constante sur tout le profil en travers.

Figure 8 - Profil en travers-type d'une chaussée bidirectionnelle (pas de variation d'épaisseur des couches)

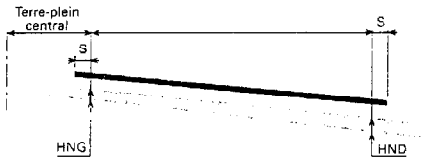


S: surlargeur de chaussée portant le marquage de rive.

Des diminutions transversales d'épaisseur des couches d'assise, ΔH, ne sont possibles, dans certaines limites, que pour les routes à chaussées séparées à plusieurs voies de circulation, de manière à limiter le volume des matériaux nobles mis en place sur les voies où la circulation lourde est la moins intense, et en vue de faciliter le rattrapage de pente transversale entre la plate-forme support de chaussée et la couche de roulement. Elles conduisent à une épaisseur nominale au bord gauche HNG = HND - ΔH.

La figure 9 explicite la position de HND et HNG sur le profil en travers.

Figure 9 - Profil en travers-type d'une chaussée unidirectionnelle (variation possible et contrôlée des épaisseurs de couches d'assises)



S: surlargeur de chaussée portant le marquage de rive.

Ces variations transversales d'épaisseur ne peuvent être appliquées qu'aux couches d'assise, à l'exclusion des couches de surface en béton bitumineux.

Deux conditions doivent être simultanément respectées pour permettre l'application d'une variation transversale d'épaisseur ΔH sur une couche d'assise :

- la différence ΔH entre HND et HNG ne doit pas dépasser une valeur maximale. Sur chaque fiche de structure un tableau fournit la valeur maximale de ΔH.
- l'épaisseur HNG ne doit pas être inférieure à une valeur minimale. Sur chaque fiche de structure un tableau fournit la valeur minimale de HNG.

6.2 Profil en travers de la plate-forme support de chaussée

Sur les voies du réseau structurant les plates-formes dérasées sont imposées. Pour ce type de route, on ne doit donc plus réaliser de plate-forme avec décaissement partiel (correspondant à l'épaisseur de la fondation) ou complet (correspondant à l'épaisseur totale de la chaussée).

Le choix d'un ou deux points hauts de plate-forme et de leur position en profil en travers dépend des caractéris-

DOCUMENT N° 12 Extrait du catalogue 1998 des structures types de chaussées (planche de structure)

DOCUMENT N° 12

VOIES DU RÉSEAU STRUCTURANT (VRS)

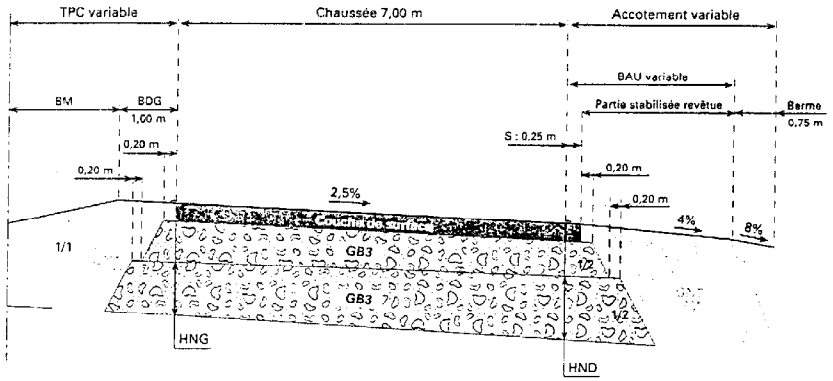
GB3/GB3

Structure :

Couche de base : Grave-bitume de classe 3 (GB3)
Couche de fondation : Grave-bitume de classe 3 (GB3)

Coupe transversale :

- **Exemple d'une coupe transversale pour cette structure :**



- **Variation transversale d'épaisseur :**

La différence entre les épaisseurs nominales au bord droit (HND) et au bord gauche (HNG) doit être inférieure à ΔH_{max}. L'épaisseur HNG doit être supérieure à HNG_{min}.

		Trafic ≥ $TC5_{30}$	Trafic ≤ $TC4_{30}$
Base GB	0/14	ΔH_{max} = 0 cm	ΔH_{max} = 2 cm
	0/20	ΔH_{max} = 0 cm	ΔH_{max} = 3 cm
Fondation GB	0/14	ΔH_{max} = 2 cm	
	0/20	ΔH_{max} = 3 cm	

	base : GB		fondation : GB	
HNG_{min} (cm)	0/14	0/20	0/14	0/20
	8	10	8	10

Suite du document n° 12 : page 16

GB3/GB3

- Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- **TCi_{30} : classe de trafic cumulé**

Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 30 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.

- **PF_i : classe de plate-forme**

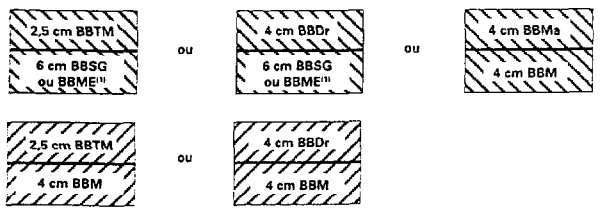
Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- **Couche de surface (CS) :**

Elle peut comprendre une ou plusieurs couches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



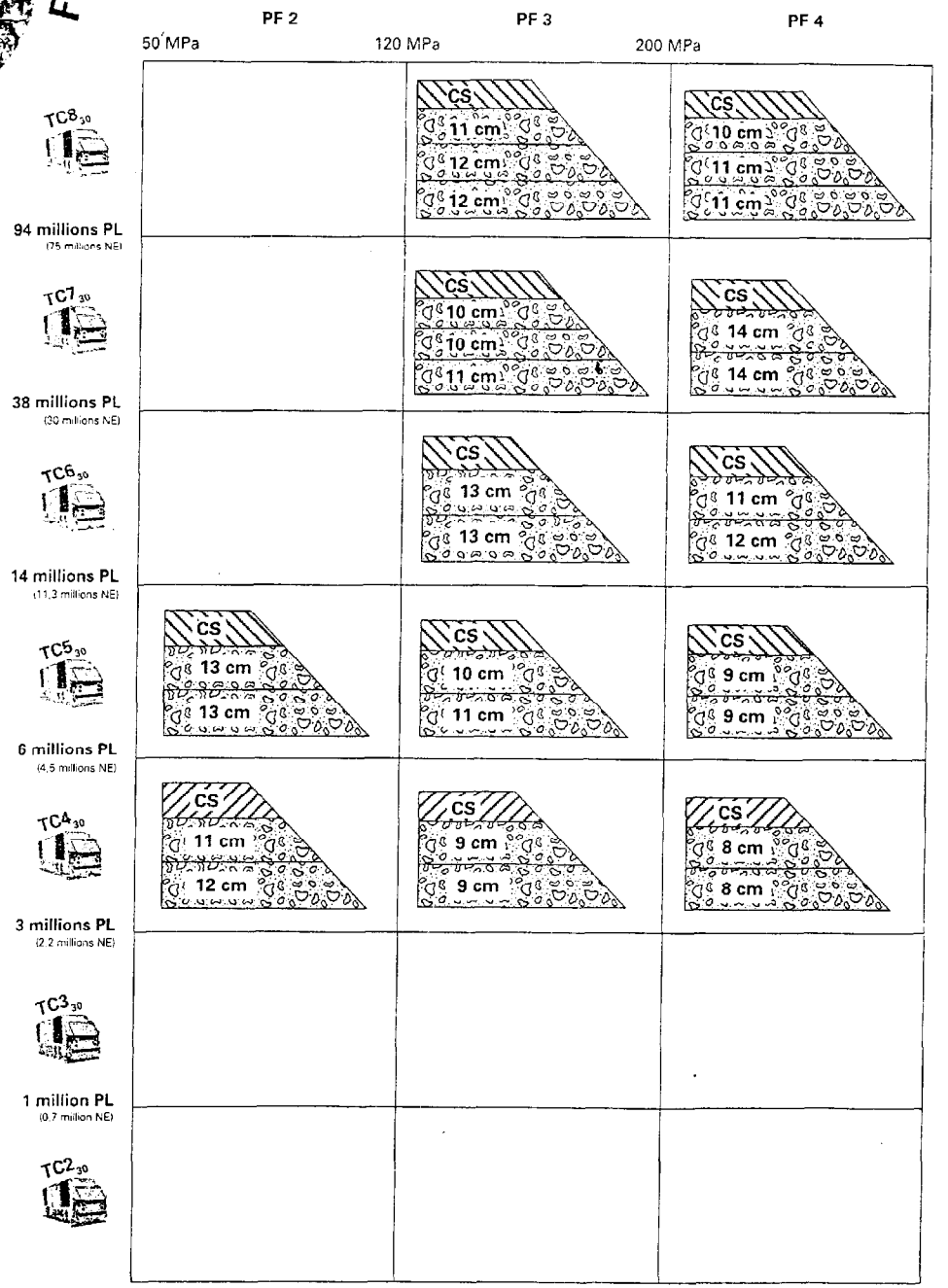
- **Epaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**

	GB3	
	0/14	0/20
mini (cm)	8	10
maxi (cm)	12	15

Signification des abréviations :

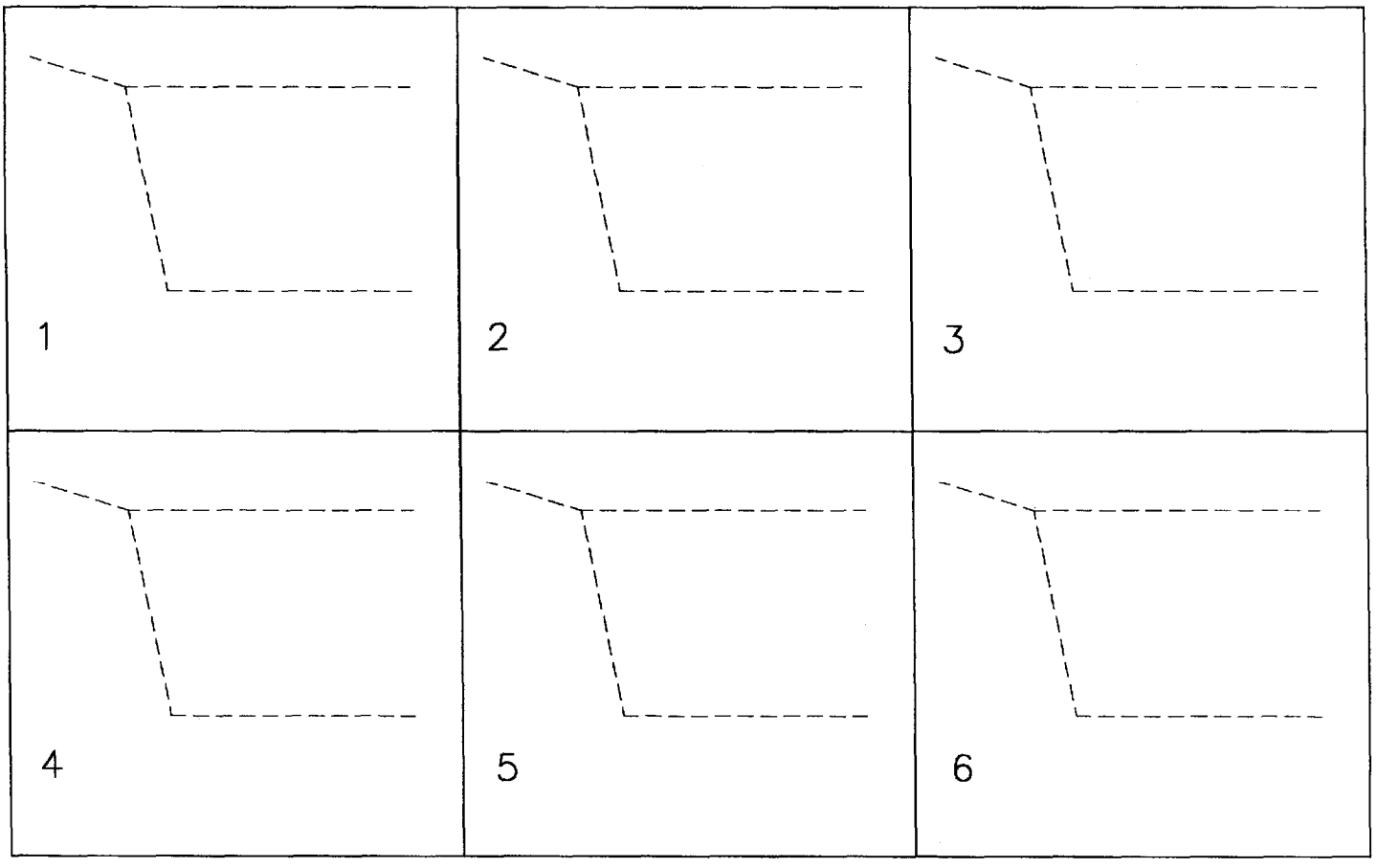
BBDr : béton bitumineux drainant
BBM : béton bitumineux mince
BBMa : béton bitumineux mince de classe a
BBME : béton bitumineux à module élevé
BBSG : béton bitumineux semi-grenu
BBTM : béton bitumineux très mince

(1) Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).



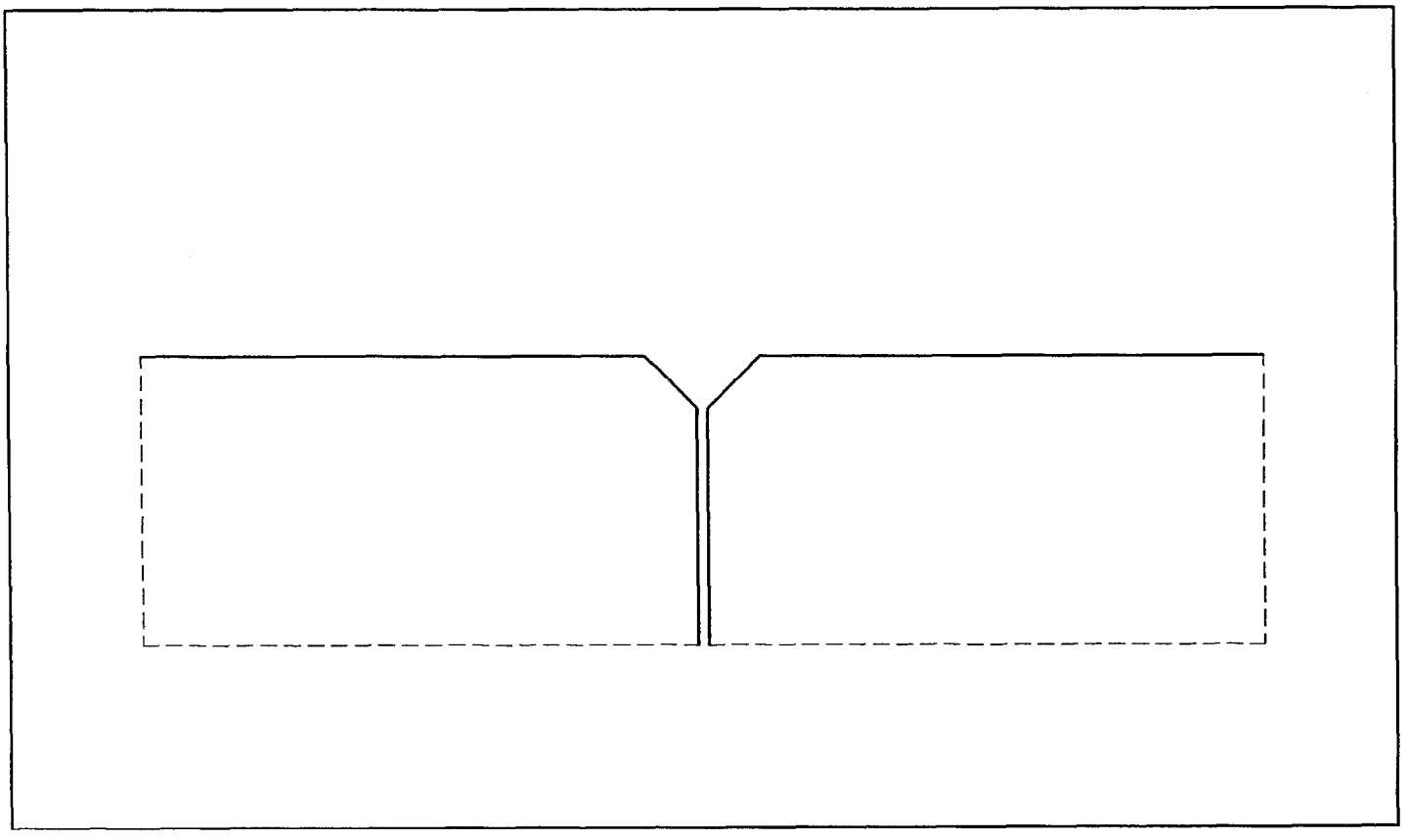
NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,8

DOCUMENT–REPONSE N° 1 CINEMATIQUE PAROI CLOUEE Ech. 1/100



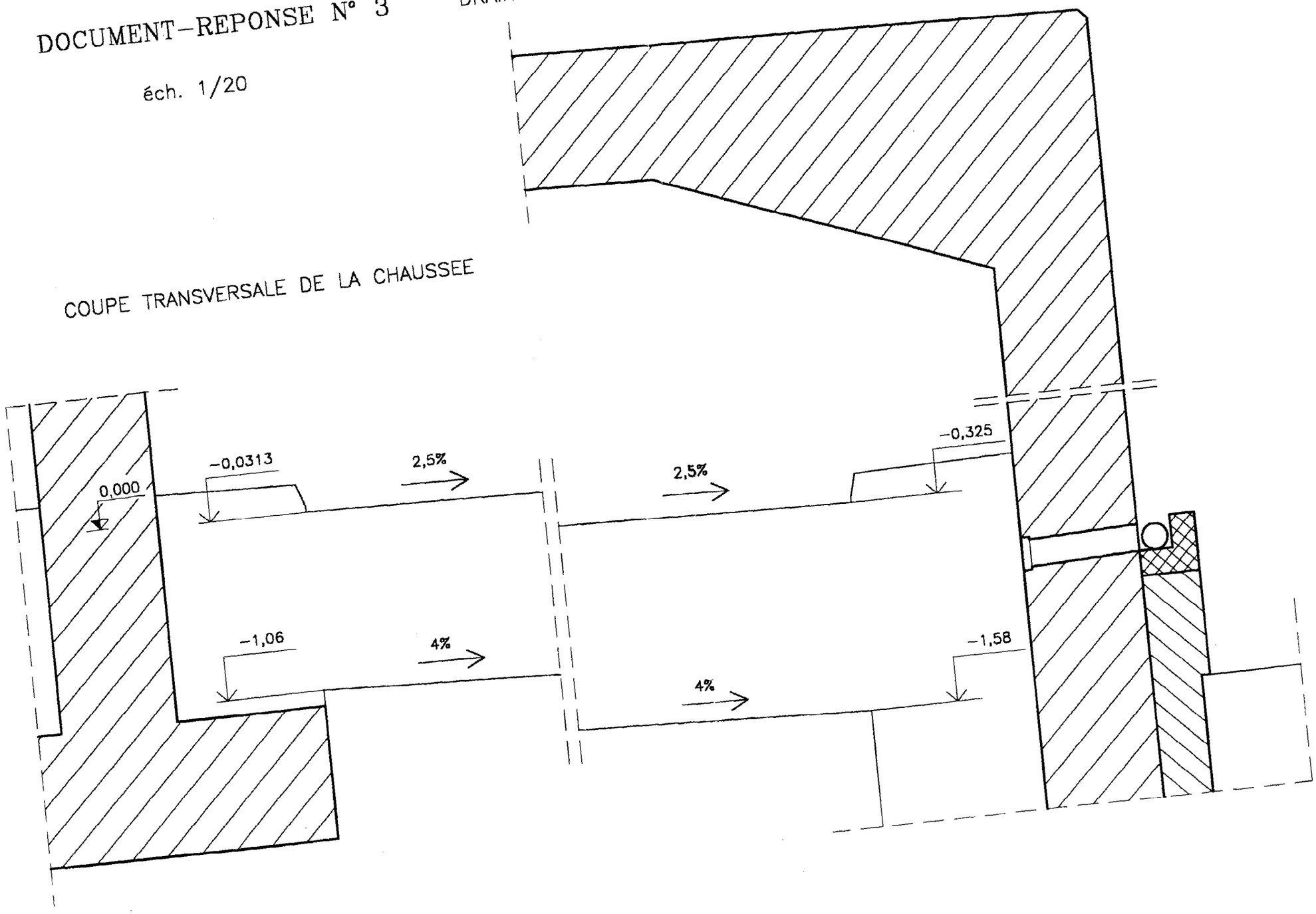
DOCUMENT–REPONSE N° 2 ETANCHEITE DE LA DALLE DE COUVERTURE

Ech. 1/5



DOCUMENT-REPONSE N° 3

éch. 1/20

DRAINAGE SUR LA HAUTEUR DES PIEDROITS

COUPE TRANSVERSALE DE LA CHAUSSEE