

FB 400-0204

Prescriptions d'exécution et de qualité (PEQ) des banquettes



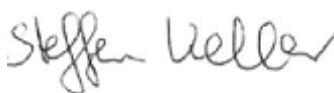
Date d'émission: 30.9.2017
Prochaine révision: 30.9.2022
Statut: active
ID DMS et version: 64328338, version 1.0
Nom du fichier: FB 400-0204 PEQ Banquettes_f.docx

Signature du responsable de la validation



Norbert Krebs
I-AT-FW-TAFB

Signature de l'auteur



Steffen Keller
I-AT-FW-TAFB-UGT

1.	Généralités	4
1.1.	Situation initiale, objectif	4
1.2.	Champ d'application	4
1.3.	Documents prioritaires et associés	5
1.4.	Terminologie	5
1.4.1.	Terminologie (activités de construction).....	5
1.4.2.	Terminologie (banquettes, chemins et dégagements)	6
1.4.3.	Délimitation des termes (banquettes, chemins et dégagements)	7
2.	Géométrie et conception	8
2.1.	Indications de cotes	8
2.2.	Drainage	9
2.3.	Profils	10
2.3.1.	Terrain plat, tranchée, remblai large	10
2.3.2.	Remblai.....	11
3.	Matériaux de la banquette	11
3.1.	Matériau drainant	11
3.2.	Matériau de recouvrement	12
3.2.1.	Cas normal (pleine voie):	12
3.2.2.	Praticabilité améliorée (p. ex. pour des chemins latéraux dans des gares de triage)	12
3.3.	Matériau pour talus de banquette	12
3.4.	Remplissage de supports de banquette.....	12
4.	Aspects environnementaux	13
4.1.	Drainage – Protection des eaux.....	13
4.2.	Croissance et entretien de la végétation.....	13
4.2.1.	Banquette anti-prolifération de la végétation.....	14
4.2.2.	Profondeurs d'excavation, creusement et déplacement de matériau végétal	17
4.2.3.	Interdiction d'utilisation de produits phytosanitaires	17
4.2.4.	Prolifération de végétation à proximité des parois antibruit.....	17
4.3.	Protection des petits animaux et des reptiles.....	18
5.	Supports de banquette – Exigences	19
5.1.	Exigences fondamentales	19
5.2.	Protection contre la corrosion	20
5.3.	Mesure de protection électrique.....	22
5.3.1.	Principes	22
5.3.2.	Mesures pour des supports de banquette.....	23
6.	Supports de banquette – Systèmes	24
6.1.	Systèmes autorisés.....	24
6.1.1.	Grillage coudé «Standard»	24
6.1.2.	Grillage coudé «optimisée pour les reptiles».	27
6.1.3.	Grillage écologique «standard» (Ribbert)	29
6.1.4.	Grillage écologique «optimisé pour les reptiles» (Ribbert).....	31
6.2.	Systèmes de support de banquette non admis ou admis sous réserve	32
6.2.1.	Gabions	32

6.2.2.	Supports de banquette de type barrière, en plaques de béton ou de fibre de verre (Ribbert, Melide)	32
6.2.3.	Stabilisation conventionnelle de la banquette avec des traverses en bois et des profils de rail enfoncés.	33
6.2.4.	Barre en béton drainant	34
7.	Étude et exécution du projet.....	34
7.1.	Choix du système de banquette – Diagramme des flux.....	35
7.2.	Méthodes d'élargissement en cas de banquette pas assez large.....	36
7.3.	Mise en place d'un caniveau à câbles	36
7.4.	Dimensionnement des grillages coudés	37
7.4.1.	Conditions-cadres générales	37
7.4.2.	Bases pour la planification – Relevés de profils.....	37
7.4.3.	Distances minimales admissibles entre la grille et l'axe de la voie	38
7.4.4.	Critères décisionnels pour la nécessité de pieux	40
7.4.5.	Exigences imposées aux pieux.....	41
7.4.6.	Détermination des distances entre pieux et des longueurs de pieux	42
7.4.7.	Exigences imposées aux grillages coudés	43
7.4.8.	Semelle en béton filtrant	45
7.5.	Tolérances de montage pour les supports de banquette	47
7.5.1.	Exigences imposées à la plate-forme (grillage coudé, gabions).....	47
7.5.2.	Position et hauteur du support (grillage coudé, gabions, systèmes Ribbert, système Melide).....	47
7.5.3.	Déformations (grillage coudé, systèmes Ribbert, système Melide).....	47
8.	Bibliographie.....	48
8.1.	Réglementations souveraines.....	48
8.2.	Directives	48
8.3.	Normes	48
8.4.	Réglementations RTE.....	49
8.5.	Documents CFF	49
9.	Liste des modifications	51
Annexe A: Mesures dans la banquette en cas de maintenance de la voie (profondeur d'excavation).....		52
Annexe B: Check-list pour l'étude de projet de banquette.....		56
Annexe C: Supports de banquette avec traverses en bois, prise de position de l-AT-RSQ-UM.....		57
Annexe D: Profils normaux		63

1. Généralités

1.1. Situation initiale, objectif

Ces prescriptions d'exécution et de qualité réglementent le dimensionnement, le choix et la construction des banquettes.

Sauf mention contraire des CFF ou du responsable de projet en accord avec les CFF, les prescriptions d'exécution doivent être respectées dans leur intégralité.

La banquette fait partie de la voie ferrée et forme sa terminaison latérale. Elle se trouve généralement à droite et/ou à gauche d'une voie et constitue l'élément de liaison entre la superstructure et la topographie environnante. Elle constitue également l'épaulement du remblai.

La banquette doit satisfaire à différentes exigences. D'une part, elle relève des directives légales et des normes (DE-OCF, aspects sécuritaires, protection des eaux souterraines, protection du paysage, de la flore, de la faune). D'autre part, elle doit être durable, robuste et facile à entretenir. Le drainage et une praticabilité sans obstacles doivent être garantis.

Si le système de banquette ne peut pas être réalisé de manière standard (p. ex. si la place disponible est très limitée), une solution spéciale doit être prise de pair avec I-AT-FW-TAFB-UGT.

1.2. Champ d'application

Les présentes prescriptions d'exécution et de qualité servent de base pour l'élaboration d'un projet, l'exécution et la remise en état des banquettes. Celles-ci sont autant contraignantes pour le responsable de projet que pour l'entrepreneur. Elles contiennent des prescriptions de qualité concernant les produits et combinaisons de produits du domaine des évacuations des eaux de la voie ferrée comme:

- Géométrie
- Matériaux
- Drainage
- Lutte contre la prolifération de la végétation
- Protection des reptiles
- Construction de canalisations intégrées
- Supports de banquette

La durabilité et l'aptitude à l'emploi des produits ne remplissant pas, ou que partiellement les exigences de ces PEQ, doivent être démontrées (prendre contact avec I-AT-FW-TAFB-UGT).

Les ouvrages tels que les tunnels, les ponts, les murs de soutènement ainsi que les remblais ne font pas l'objet des présentes PEQ.

Les exigences et l'utilisation de dégagements de service, de chemins pour le personnel et de chemins latéraux ne sont pas définies dans les présentes PEQ. Le chapitre 1.4 donne un aperçu des différents chemins le long des voies, leur répartition géographique et les documents correspondants.

Si un support est nécessaire pour un chemin latéral, les exigences relatives aux supports de banquette dans les présentes PEQ s'appliquent.

1.3. Documents prioritaires et associés

Les indications suivantes se basent sur les lois, normes et directives:

- DE-OCF, art. 25, DE 25, chiffres 8 et 11, 2016
- R RTE 21110 Infrastructure et ballast, 2016

Des documents supplémentaires sont cités dans la bibliographie (chap. 8).

1.4. Terminologie

1.4.1. Terminologie (activités de construction)

Construction nouvelle: construction nouvelle d'une voie ferrée sur un terrain servant à un autre usage.

Maintenance: ensemble des activités et des opérations menées pour garantir la disponibilité et les valeurs matérielles et culturelles de la voie ferrée. Sur le modèle des dispositions de la norme SN 588 469, on distingue les éléments suivants:

- renouvellement: restauration d'un ouvrage ou d'éléments d'un ouvrage dans le but de revenir à un état comparable à l'état observé lors de la construction nouvelle d'origine, sans adaptation majeure des pièces de l'installation. Le renouvellement de la superstructure comprend par exemple le remplacement de rails et de traverses par des modèles identiques. Le renouvellement de l'infrastructure comprend par exemple le renouvellement de la couche de fondation ou de la couche d'étanchéité et le renouvellement du système d'évacuation des eaux.
- adaptation: adaptation de l'ouvrage à de nouvelles exigences, sans intervention majeure sur l'ouvrage. Le changement d'un profil de rail et le remplacement par des traverses en bois ou en acier constituent par exemple des adaptations.
- transformation: adaptation de l'ouvrage à de nouvelles exigences, avec une intervention majeure sur l'ouvrage. Une transformation comprend par exemple l'amélioration de l'infrastructure, la construction d'un nouveau système d'évacuation des eaux et le remplacement par des traverses en béton.
- agrandissement: adaptation d'un ouvrage à de nouvelles exigences, par ajout de nouvelles parties d'ouvrage. Un agrandissement comprend par exemple la pose ultérieure d'appareils de voies, ainsi que la construction ou l'élargissement d'infrastructures rigides.

1.4.2. Terminologie (banquettes, chemins et dégagements)

Banquette: la banquette longe la voie et en forme la limite latérale. Elle assume diverses fonctions, telles que voie de service, chemin de fuite, surface de garage, barrière contre la végétation, etc. (définition R RTE 21110). Les dimensions sont définies au chapitre 2.1 du présent document ainsi que dans le R RTE 21110, chapitres 4.8 et 5.8: la largeur minimale de la banquette est de 0,60 m, 0,90 ou 1 m. Le bord intérieur de la banquette se trouve au moins à 1,50 m du rail extérieur, de sorte à respecter la distance de sécurité selon le RTE 20100.

Banquette en tant que chemin de fuite: une banquette est considérée comme chemin de fuite lorsque la seule solution pour quitter la zone de danger consiste à cheminer le long de la banquette. La présence d'obstacles tels que des tranchées, des murs de soutènement etc. ne permet pas de quitter la zone de danger par le côté (définition de R RTE 21110). La largeur de la banquette en tant que chemin de fuite est de 100 cm.

Chemin latéral: chemin situé sur et aux abords des voies, sur lequel le personnel peut s'y tenir ou réaliser des travaux. Ses particularités permettent de le distinguer clairement (matériau selon chap. 3.2 ou asphalte). Sa largeur dépend des vitesses autorisées sur les voies adjacentes et varie entre 0,50 et 1,40 m, avec une hauteur minimale de 2,00 m. L'entraxe nécessaire varie entre 4,20 et 5,20 m en fonction des vitesses autorisées. Les exigences sont consignées dans le document «Standards relatifs aux chemins piétonniers» de I-AT-FW.

Chemin pour le personnel: chemin le plus sûr possible dans les voies ferrées à partir d'un endroit ouvert au public (quai, dépôt, etc.), en direction d'un faisceau de voie. Les chemins pour le personnel n'engagent pas le profil d'espace libre, ne comportent pas de constructions ou d'obstacles susceptibles de faire trébucher et sont accessibles toute l'année. Les exigences sont définies dans le document «Standards relatifs aux chemins pour le personnel» de I-AT-FW.

Dégagement de service: espace de sécurité dans le profil d'espace libre à côté des trains en circulation sur lequel des personnes peuvent s'y tenir ou circuler (définition de SN 671001). Les dimensions sont définies dans les DE-OCF, art. 18: l'espace pour le dégagement de service présente une largeur minimale de 50 cm ou de 70 cm. Il est perpendiculaire et se trouve directement hors du gabarit limite des obstacles.

Dégagement d'évacuation: le dégagement d'évacuation permet de se faufiler le long d'un train à l'arrêt dans des conditions difficiles et doit être accessible dans toutes les installations fixes. Les tunnels et les galeries existants n'offrant pas la place nécessaire pour le dégagement de service doivent comporter au minimum un dégagement d'évacuation. Il faut prévoir des mesures particulières pour assurer la sécurité du personnel travaillant dans le tunnel. En cas d'obstacles inférieurs à 1,50 m de long, le dégagement de service peut être réduit aux dimensions du dégagement d'évacuation. Les définitions et les dimensions sont indiquées dans les DE-OCF, art. 18.

1.4.3. Délimitation des termes (banquettes, chemins et dégagements)

Les exigences de dimensionnement sont différentes pour la banquette (définies dans le RTE 21110) et le dégagement de service (définies dans les DE-OCF). Pour une banquette, une distance de sécurité de 1,50 m à partir du rail extérieur doit être respectée alors que ce n'est pas forcément le cas – selon la situation – pour le dégagement de service. Le dégagement de service se trouve immédiatement hors du gabarit limite des obstacles (voir DE-OCF, art. 18, pages 15N, 20N). Le gabarit limite des obstacles dépend du rayon de courbe et du dévers.

Les banquettes existent en pleine voie mais pas dans les tunnels ni sur les ponts. Dans des tunnels, sur des ponts ou au niveau de murs de soutènement, les dimensions pour le dégagement de service ou le dégagement d'évacuation doivent être conformes aux DE-OCF.

Il n'y a jamais de banquettes entre deux voies.

Dans les gares de marchandises et de triage, les exigences relatives aux chemins pour le personnel et aux chemins latéraux s'appliquent. Les cotes du dégagement de service doivent être définies selon les DE-OCF. Le matériau de la banquette doit systématiquement être conforme aux indications du chapitre 3 du présent document. Toutefois, des chemins asphaltés ou pavés sont aussi possibles.

Dans les gares voyageurs, des quais remplacent en partie la banquette.

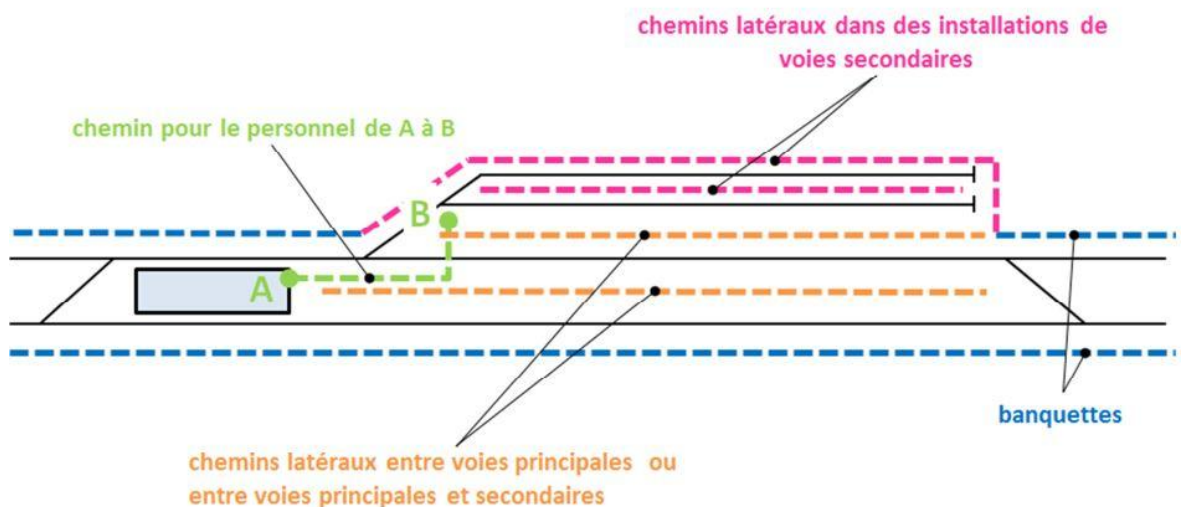


Illustration 1: Délimitation de la banquette

2. Géométrie et conception

2.1. Indications de cotes

Les cotes se rapportent à la position de la voie selon le piquetage et à un système d'axes qui est défini par le centre de l'arête supérieure du rail le plus proche.

La géométrie de la banquette (largeur et hauteur) dépend de la topographie, éventuellement des ouvrages latéraux (p. ex. mâts, parois antibruit) et du profil d'espace libre en tenant compte des courbes et de l'utilisation prévue.

Cas normal (banquette praticable)

La distance minimale entre le commencement de la banquette et le centre du rail extérieur considéré doit être d'au moins 1,50 m (distance de sécurité, R RTE 20100).

La largeur minimale b_b de la zone de banquette praticable est en règle générale de:

- 0,60 m si $v \leq 160$ km/h
- 0,90 m si $v > 160$ km/h
- 1,00 m pour des chemins de fuite accessibles en chaise roulante

La hauteur de la banquette h_b dépend de l'accès à la voie et des possibilités de stockage des outils. Idéalement, la banquette est située 0,40 m à 0,60 m en-dessous de l'arête supérieure du rail le plus proche.

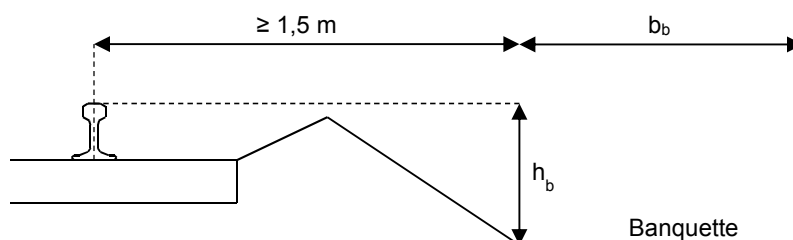


Illustration 2: Géométrie de la banquette

Une banquette est considérée comme praticable lorsque les cotes précisées sur l'illustration 2 sont respectées et si elle ne présente pas de marches ou d'obstacles.

Les banquettes non praticables sont des banquettes existantes qui ne satisfont pas aux exigences précitées (p. ex. distance de sécurité non respectée, largeur insuffisante). Une banquette neuve doit toujours être conçue de sorte à être praticable.

Cas d'une construction nouvelle: des banquettes praticables doivent être mises en place des deux côtés des tronçons à simple voie et à double voie si c'est techniquement possible et économiquement raisonnable (cf. DE-OCF 18.3, section 2.2).

Contexte de la maintenance: si possible, les banquettes doivent être établies des deux côtés des tronçons à double voie. Une banquette praticable d'un seul côté suffit pour les tronçons à simple voie. Dans ce cas, il faut, si possible, éviter un changement de côté.

Les épaulements de ballast ainsi que les talus dans la zone du remblai doivent présenter une inclinaison maximale de 2:3.

Largeur et profondeur de la banquette – Explications:

La largeur minimale de la banquette doit systématiquement inclure le caniveau à câbles, lequel se trouve à une distance > 1,50 m du rail extérieur et sur lequel il est possible de marcher.

En cas de construction nouvelle d'une banquette, il faut généralement une largeur de banquette d'env. 40 cm à l'extérieur du caniveau à câbles, de sorte à permettre une mise en place et un compactage mécanisé du matériau. Du matériau de banquette non compacté est défavorable, notamment dans la zone du remblai, car le matériau risque de glisser (p. ex. entretien des talus).

Pour des obstacles jusqu'à 1,50 m de long (p. ex. mât de ligne de contact), il est autorisé de réduire la banquette aux dimensions du dégagement d'évacuation.

En profondeur, la banquette va jusqu'à la plate-forme (maintenance) ou jusqu'à la couche de base (construction nouvelle avec asphalte dans la zone de la banquette).

Dans le cadre de mesures de maintenance relatives au lit de ballast, il convient d'analyser l'état de la banquette et de l'adapter aux prescriptions lorsque c'est nécessaire.

La nécessité et la profondeur de remplacement du matériau de la banquette dépendent de la mesure de maintenance de la voie ferrée, de la situation du drainage et de la topographie. Le tableau de l'annexe A précise les mesures à réaliser dans les différents cas.

En cas d'utilisation de machines de chantier, il convient de veiller à ce que le remplacement du matériau de la banquette s'effectue au minimum jusqu'à la portée des machines de chantier (env. 1,40 m à partir du rail), de sorte qu'il ne reste pas de barrage en matériau finement grenu entre la voie et la banquette.

2.2. Drainage

Il convient de garantir un drainage efficace, car l'accumulation d'eau stagnante entraîne une remontée de matière fine du terrain naturel sous l'effet de la charge dynamique et favorise la croissance des végétaux.

Afin de garantir l'écoulement de l'eau, il faut utiliser exclusivement du matériau perméable pour la banquette (chapitre 3). Entre la voie et la canalisation d'évacuation des eaux ou le talus, il ne doit pas y avoir d'obstacles susceptibles d'entraver l'écoulement de l'eau. En cas d'obstacle inévitable (p. ex. un caniveau à câbles), il faut en-dessous au moins 10 cm de matériau grossier et perméable pour l'écoulement de l'eau.

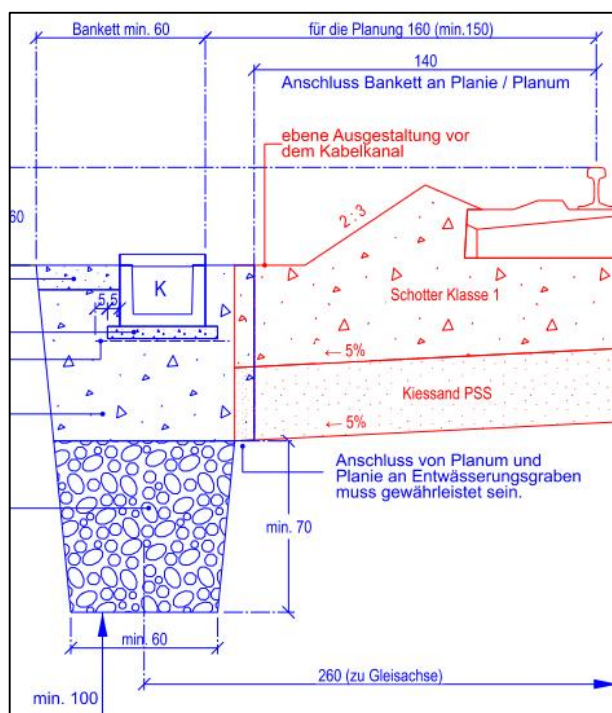
En cas de maintenance de la banquette en terrain plat et en tranchée, il faut garantir le raccordement de la couche de base et de la plate-forme à la tranchée drainante; dans la zone du remblai, il faut garantir le raccordement de la couche de base et de la plate-forme à la zone de la banquette présentant une granulométrie grossière. Il convient également d'observer la portée des machines de chantier.

Au-dessus de la plate-forme, il faut utiliser exclusivement du matériau de banquette perméable.

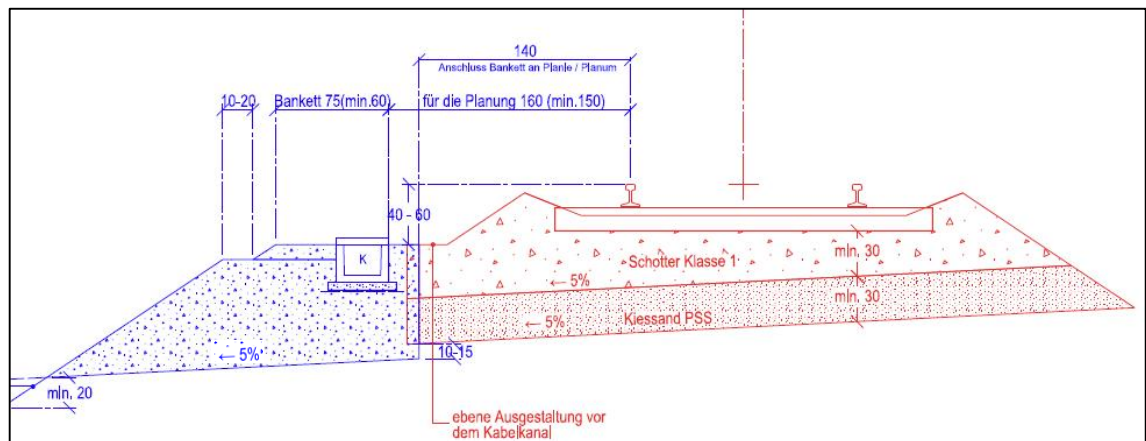
2.3. Profils

Les profils normaux avec toutes les cotes, le caniveau à câbles et le drainage sont représentés dans l'annexe D.

2.3.1. Terrain plat, tranchée, remblai large



2.3.2. Remblai



3. Matériaux de la banquette

En règle générale, la construction de la banquette doit empêcher la prolifération de la végétation et permettre une évacuation performante des eaux.

Il est en revanche interdit d'utiliser un mélange graveleux pour la banquette, car ce dernier est moins perméable que le ballast, l'eau y stagne et il favorise la prolifération de la végétation. Il est également important de ne pas entraver l'écoulement de l'eau de la banquette par les côtés (p.ex. l'humus ne doit pas recouvrir la surface).

Les exigences imposées aux matériaux sont définies par la «spécification technique concernant les matériaux drainants et les matériaux de banquette».

3.1. Matériau drainant

La banquette est constituée de matériau drainant. Il est possible d'utiliser les matériaux drainants suivants:

- Ballast concassé 8/32 (lavé ou dépoussiéré)
- Ballast concassé 16/32 (lavé ou dépoussiéré)
- Ballast concassé 32/50 (lavé ou dépoussiéré, pour supports de la banquette)
- Ballast usagé non pollué, lavé 16/32
- Ballast usagé non pollué, lavé 32/50 ou ballast de voie RC 32/50 (pour supports de banquette)
- Gravier rond 16/32 (comme matériau drainant pour l'évacuation de l'eau)
- Gravier rond 32/50 (comme matériau drainant pour l'évacuation de l'eau)

3.2. **Matériau de recouvrement**

Une couche de recouvrement de 10 à 15 cm d'épaisseur est généralement posée sur le matériau drainant. Un recouvrement dans la banquette peut toutefois manquer partiellement.

3.2.1. Cas normal (pleine voie):

Il est possible d'utiliser les matériaux de recouvrement suivants:

- Ballast concassé 8/32
- Ballast concassé 16/32 (uniquement pour terrain plat et tranchée)
- Ballast usagé non pollué, lavé 8/32
- Ballast usagé non pollué, lavé 16/32 (uniquement pour terrain plat et tranchée)

Sur les remblais sans support, du ballast concassé ou du ballast usagé 16/32 ne convient pas, car le matériau est moins bien compactable et glisse de côté. Il faut utiliser du ballast concassé ou du ballast usagé 8/32 et le compacter avec une petite plaque vibrante.

Pour des raisons de mauvaise praticabilité, il ne faut pas utiliser de gravier rond concassé.

3.2.2. Praticabilité améliorée (p. ex. pour des chemins latéraux dans des gares de triage)

Si une meilleure praticabilité est nécessaire (p. ex. dans des gares de triage), le matériau de drainage grossier peut être recouvert d'une couche fin grenue, résistante et laminée, d'env. 10 cm, liée avec un mélange d'argile et d'eau ou de chaux et d'eau (grave concassée lavée 0/16 ou grave concassé 0/30). Il convient de privilégier la grave concassée 0/16, car elle est disponible sous forme lavée sur le marché.

- Grave concassée 0/16
- Grave concassée 0/30

3.3. **Matériau pour talus de banquette**

- Ballast concassé 8/32 ou 4/32

L'angle d'inclinaison maximal du talus est de 2:3.

3.4. **Remplissage de supports de banquette**

Pour des supports de banquette, la granulométrie doit être choisie en fonction de la largeur des mailles des grillages (chapitre 6).

- Largeur des mailles 25 x 25 à 30 x 30 mm: ballast concassé 32/50 ou lavé, non pollué 32/50
- Largeur des mailles 50 x 50 à 60 x 60 mm: pierres concassées 80/200 dans la zone frontale

Les exigences applicables aux matériaux sont celles définies par la «spécification technique concernant les matériaux drainants et les matériaux de banquette». Le matériau doit en outre être résistant au gel.

Un recouvrement selon le chap. 3.2 est recommandé. Il convient de veiller à ce que le matériau de recouvrement fin grenu ne soit pas mis en place directement sur les grosses pierres (voir annexe D: Profil normal grillage coudé «optimisé pour les reptiles»).

4. Aspects environnementaux

D'une manière générale, la banquette fait partie de l'installation de voies et représente donc une partie importante d'un ouvrage. Elle sert en premier lieu à la sécurité du personnel et à la disponibilité de l'installation ferroviaire et en deuxième lieu aux autres aspects tels que l'environnement.

4.1. Drainage – Protection des eaux

Le système de drainage doit satisfaire aux exigences de la protection des eaux. Le choix du type de drainage doit satisfaire aux exigences du R RTE 21110 Infrastructure et ballast et à la directive relative à l'évacuation des eaux des installations ferroviaires.

Un drainage de type 1 (talus) est également autorisé avec des supports de banquette comme des grillages coudés en dehors des zones de protection des eaux souterraines S1, S2 et des périmètres de protection des eaux souterraines.

Si, conformément à la classification selon la directive sur les installations ferroviaires, une infiltration n'est autorisée que via une couche de sol active (p. ex. dans des zones de protection des eaux souterraines S3), les exigences applicables dans la zone du remblai sont alors les suivantes: l'eau doit s'écouler majoritairement jusqu'à la surface du talus et ne doit pas s'infiltrer verticalement dans la zone de la banquette. Ceci est garanti dans les cas suivants:

- Le matériau du remblai dans la zone de la banquette sous la plate-forme présente une valeur $k \leq 10^{-6}$ m/s et la banquette au-dessus de la plate-forme est perméable
- La couche de base (asphalte/PSS/couche d'étanchéité minérale) s'étend jusqu'à la surface du talus.

4.2. Croissance et entretien de la végétation

La praticabilité de la banquette doit être garantie.

La présence d'une couverture végétale sur la banquette et aux abords des voies représente un risque de trébuchement au détriment de la sécurité du personnel d'entretien et des passagers si la banquette sert en même temps de chemin de fuite. De plus, les plantes peuvent occulter les signaux.

Comme l'eau favorise la prolifération des plantes, une évacuation efficace des eaux de la voie ferrée est une condition absolue.

Un entretien de base régulier, adapté à la situation est nécessaire. Ce dernier doit être réalisé conformément à la «Directive d'entretien AGRU 350 «Surveillance et travaux d'entretien pour le contrôle de la végétation aux abords des voies» et au règlement K 021.2 «Contrôle de la végétation CFF – Principes et méthodes».

Les produits toxiques (herbicides) doivent être utilisés conformément à la directive sur le contrôle chimique de la végétation sur les voies ferrées et le long de celles-ci et en vertu de l'«ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim)».

L'utilisation exclusive d'herbicides ne suffit toutefois pas à garantir une banquette sans végétation. La croissance des végétaux est favorisée ou entravée par différents facteurs (voir illustration 3).



Illustration 3: Facteurs de prolifération de la végétation

4.2.1. Banquette anti-prolifération de la végétation

Les banquettes anti-prolifération de la végétation doivent être construites de manière à former des conditions défavorables à la croissance de la végétation. Elles exigent logiquement peu d'herbicides.

L'utilisation d'herbicides aux abords des voies contribue largement à la pollution des eaux de pluie des quais. La directive de l'OFT «Évacuation des eaux des installations ferroviaires» subdivise les eaux de pluie des quais en trois catégories de pollution en fonction du tronçon. En règle générale, la catégorie est améliorée

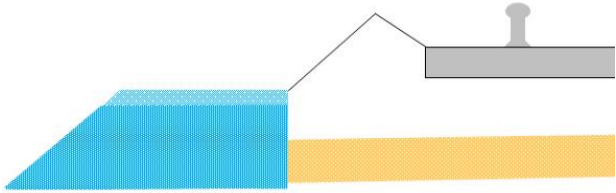
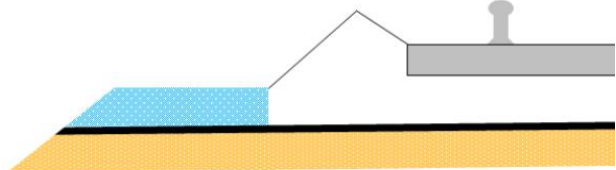
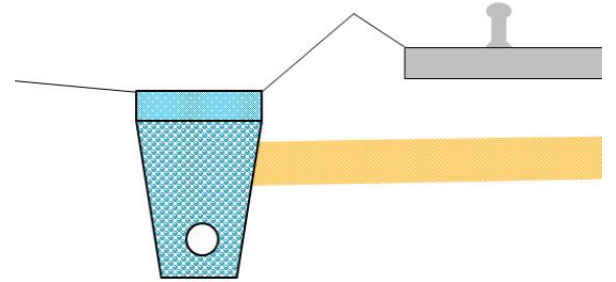
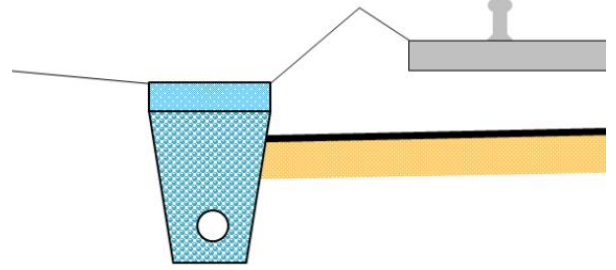
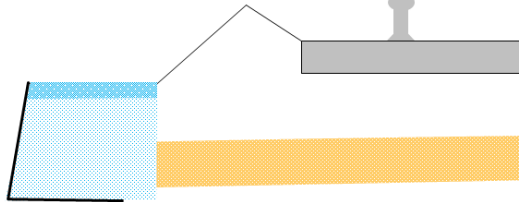
d'un niveau en cas de réalisation d'une banquette «anti-prolifération de la végétation».

Pour être considérée «anti-prolifération de la végétation», une banquette doit en principe être nouvelle et présenter les caractéristiques suivantes:

- Matériau selon chap. 3
- Écoulement de l'eau optimal

Les configurations du tableau 1 sont considérées comme «anti-prolifération de la végétation».

Tableau 1: Banquettes anti-prolifération de la végétation (les croquis ne sont pas à l'échelle); bleu = matériau de banquette perméable selon chap. 3, brun = infrastructure, noir = AC Rail

<ul style="list-style-type: none"> • Remblai • Infrastructure PSS/couche de fondation au choix • Déblai + remplacement du matériau de banquette jusqu'à la profondeur de la plate-forme 	
<ul style="list-style-type: none"> • Remblai • Infrastructure AC Rail et mélange graveleux • Matériau de banquette au-dessus de AC Rail 	
<ul style="list-style-type: none"> • Terrain plat/tranchée • Drainage type 3 ou 4 • Infrastructure quelconque 	
<ul style="list-style-type: none"> • Terrain plat/tranchée • Drainage type 3 ou 4 • Infrastructure AC Rail 	
<ul style="list-style-type: none"> • Avec grillage coudé ou grillage écologique (Ribbert) • Infrastructure quelconque • Déblai + remplacement du matériau de banquette jusqu'à la profondeur de la plate-forme 	

Vous trouverez des précisions sur le contexte et des explications dans le document «FAQ Banquettes anti-prolifération de la végétation» de I-AT-KBN-NNR.

4.2.2. Profondeurs d'excavation, creusement et déplacement de matériau végétal

Avant de mettre en place le matériau de la banquette, il est important de vérifier que la profondeur de dragage est suffisante pour éliminer l'humus et les végétaux comme herbe et rhizomes. En règle générale, il faut au moins retirer l'horizon A (humus) ou le réutiliser pour le talus.

Si des plantes invasives et problématiques (p. ex. néophytes, notamment la renouée du Japon) poussent dans la zone des anciens talus, un concept spécial concernant le traitement du sol doit être élaboré afin d'éviter le déplacement et la prolifération de ces végétaux.

Les profondeurs de dragage minimales nécessaires dans le cadre de travaux de maintenance de la voie sont indiquées dans l'annexe A.

Il faut éviter de remplacer le matériau de la banquette uniquement sur une profondeur superficielle de 10 cm, car ceci n'empêche pas durablement la prolifération des végétaux, et la praticabilité n'est améliorée que temporairement. Cette mesure sert uniquement à réduire le risque de glissade, p. ex. en cas d'algues et de mousses.

4.2.3. Interdiction d'utilisation de produits phytosanitaires

Dans les zones de protection des eaux souterraines S1 et S2 ainsi que dans d'autres zones définies (voir directive sur le contrôle chimique de la végétation sur les voies ferrées et le long de celles-ci), l'utilisation de produits phytosanitaires est interdite, et la végétation doit normalement être éliminée de manière mécanique (fauchage, etc.). Après consultation d'I-AT-KBN-NNR, il est possible d'envisager un système anti-barrière mécanique (barre en béton drainant, film, etc.).

4.2.4. Prolifération de végétation à proximité des parois antibruit

La végétation est souvent dense le long des parois antibruit, car de l'eau stagne dans la longrine de socle. Les points suivants doivent être pris en compte à titre préventif:

- L'eau ne doit pas pouvoir s'accumuler au niveau de la paroi antibruit (SN 671 250b). L'eau doit pouvoir s'écouler sous la paroi antibruit (remblai) ou un drainage efficace doit être prévu dans la zone entre la voie et la paroi antibruit.
- Pour la banquette, il faut utiliser une couche continue de matériau drainant perméable jusqu'à la paroi antibruit, au minimum jusqu'à la profondeur de la plate-forme. Si le bord inférieur de la longrine de socle est situé en contrebas de la plate-forme, il faut davantage creuser le matériau de la banquette et utiliser un matériau de remplissage et de recouvrement selon le chapitre 3.

4.3. Protection des petits animaux et des reptiles

La mise en place d'un support de banquette ne doit pas empêcher les petits animaux tels que les amphibiens et les reptiles de traverser, elle ne doit pas non plus rendre la traversée difficile.

Dans le cadre de constructions nouvelles, des remblais assez larges doivent être réalisés avec une pente maximale de 2:3. La pente des talus ne doit pas dépasser 2:3 dans la zone de remblai pour pouvoir accueillir amphibiens et reptiles. Dans le cas de travaux de maintenance, il se peut qu'un élargissement de la banquette ou un support de banquette soient nécessaires (voir aussi chap. 5.1 et 7.1, Choix du système de banquette).

Des supports de banquette continus, verticaux, non structurés (plaques en béton ou en fibre de verre, système Ribbert/Melide) ne peuvent être franchis par la plupart des petits animaux. Compte tenu de la protection des petits animaux et des reptiles, de tels systèmes ne sont utilisables que sous certaines conditions (voir chap. 6.2.2).

Les grillages coudés et les grillages écologiques (Ribbert) existent en version «Standard» (chap. 6.1.1, 6.1.3) et «Optimisé pour les reptiles» (chap. 6.1.2, 6.1.4). Ils diffèrent au niveau de la largeur des mailles et de la granulométrie du matériau de remplissage. Si les supports excèdent 50 m de long, il faut clarifier avec les spécialistes environnementaux (I-PJ-ENG-UMW) ou le suivi environnemental de chantier s'il faut utiliser des types de supports de banquette optimisés pour les reptiles (chap. 5.1).

Les crapauds et les grenouilles rousses adultes ne peuvent absolument pas franchir des supports de banquette avec des gabions ou des grillages coudés. Si des cheminements de migration de ces espèces sont concernés, la situation doit être évaluée au cas par cas et des solutions spéciales sont systématiquement nécessaires en concertation avec I-AT-KBN-NNR.

Lors de la pose d'un caniveau à câbles, il faut veiller à ce qu'il ne dépasse pas de plus de 10 cm la surface du ballast. Si possible, l'arête supérieure du socle doit dépasser de 2 cm seulement le matériau de la banquette. Ainsi, le caniveau à câbles n'est pas un obstacle pour la plupart des petits animaux.

Il est préférable d'éviter les systèmes d'évacuation des eaux ouverts en forme de demi-coques en béton dans lesquels les petits animaux se perdent. Dans le cadre de travaux de maintenance, il est possible de monter par exemple un tuyau d'infiltration et de combler le fossé avec du matériau drainant.

Il convient de peser le pour et le contre si une structure non favorable aux reptiles semble préférable au vu de différents aspects, tels que l'aménagement du paysage ou la protection du patrimoine.

Les bases légales s'appuient sur la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage et sur les normes «Faune et trafic, protection des amphibiens, bases et planification (SN 640 698) ou sur les mesures correspondantes (SN 640 699)».

5. Supports de banquette – Exigences

Les supports de banquette ont pour but de stabiliser les banquettes, c'est-à-dire d'empêcher le déplacement latéral du ballast et du matériau de la banquette. En cas de largeur insuffisante du remblai, les supports de banquette peuvent permettre de créer une banquette conforme aux règles. Ils représentent également un système de lutte contre la pénétration de la végétation dans la banquette.

L'utilisation, la conception, la construction et le mode d'action des supports de banquette sont décrits dans les DE-OCF 25, DE 25, chiffre 11.

De plus, le chapitre 5.8.3 du R RTE 21110 «Infrastructure et ballast» est consacré aux supports de banquette.

Pour la planification de supports de banquette, il convient également de consulter l'aide à l'élaboration de projets de supports de banquette de I-PJ-ENG-FBG-PFFB. Ce document contient des informations plus précises sur les différents systèmes de support de banquette, entre autres sur la géométrie et les dimensions des produits des fournisseurs des CFF.

5.1. Exigences fondamentales

Les supports de banquette doivent uniquement être utilisés pour des remblais existants en liaison avec des renouvellements, des adaptations, des transformations ou des extensions. Pour une construction nouvelle, il faut créer une banquette avec une largeur de remblai suffisante pour éviter de devoir prévoir un support de banquette (DE-OCF, art. 25, DE 25, chiffre 8.1.2). Dans le cadre de travaux de maintenance, il convient de privilégier une banquette sans support plutôt qu'une banquette avec support, notamment s'il est possible de réaliser un talus avec une pente maximale de 2:3. La rentabilité de l'élargissement de la banquette (y compris l'acquisition éventuellement nécessaire de terrains) joue toutefois un rôle décisif. Le choix du système de banquette s'effectue conformément au chapitre 7.1.

La durée d'utilisation du support de banquette doit être prévue pour un minimum de 50 ans.

Un support de banquette ne doit généralement pas absorber de charges liées au trafic de chemin de fer. Dans la zone de transmission des charges ferroviaires, la propagation à partir de l'arête inférieure de l'extrémité de traverse et estimée par simplification à 45° par rapport à l'horizontale. (DE-OCF, art. 25, chiffre 11.1.5)

La stabilité du talus dans lequel un support de banquette est installé doit être garantie. Dans des talus de remblais avec une pente supérieure à H:L = 2:3, la stabilité du talus doit être démontrée. (DE-OCF, art. 25, chiffre 11)

La hauteur des supports de banquette est limitée à 1 m au maximum. (DE-OCF, art. 25, chiffre 11.2.1)

Les supports de banquette ne doivent pas être utilisés comme support/appui de talus. Des ouvrages de soutènement rigides (constructions rigides en poussée et déformation avec ou sans ancrage tels que murs-poids, murs de soutènement en L, parois de palplanches et assimilés) peuvent, en plus de leur fonction principale

de soutènement, faire office de dispositif de support de banquette, mais n'ont pas le statut de dispositifs de support de banquette. (DE-OCF, art. 25, chiffre 11.1.3)

Il faut concevoir les dispositifs de support de banquette de sorte que l'eau n'y stagne pas et que l'érosion interne soit évitée.

Afin de garantir l'écoulement de l'eau, il faut enlever la zone de la banquette jusqu'à l'arête inférieure du support et la combler avec un matériau grossier selon le chapitre 3. La largeur d'excavation doit être adaptée au périmètre d'intervention des machines de chantier. Il ne doit pas rester de barrage en matériau fin grenu entre le support de banquette et la voie.

Les supports ne doivent pas empêcher les travaux (d'entretien) au niveau du lit de ballast et de l'infrastructure. La distance entre le rail et le support de banquette doit donc être suffisamment importante pour permettre une utilisation sans entraves des machines de chantier.

La couche supérieure du ballast ou le recouvrement doivent généralement être compactés. Il convient d'utiliser à cet effet des vibrateurs à plaques légères (100 kg).

Pour des mâts de ligne de contact, les supports de banquette ne doivent pas être fixés directement à la fondation sous peine de nuire à la stabilité de la fondation des mâts.

A partir d'une longueur de 50 m, les supports de banquette doivent être définis en concertation avec les spécialistes environnementaux de I-PJ-ENG-UMW pour savoir s'il faut utiliser un support de banquette optimisé pour les reptiles et s'il peut être compté comme mesure de remplacement dans le projet. La réalisation d'une variante optimisée pour les reptiles génère un surcoût en termes de temps et d'argent par rapport à la variante standard. Elle doit donc être réservée aux cas justifiés sous l'angle de l'environnement.

Conformément à la norme SN 640 568 «Sécurité passive dans l'espace routier – Garde-corps», des protections anti-chute ne sont pas nécessaires pour des hauteurs de chute ≤ 1 m sur des murs de soutènement et des parois rocheuses. Par conséquent, elles sont généralement inutiles pour des supports de banquette. Dans certains cas, p. ex. en cas de surplomb de routes, lignes ferroviaires, de rivières ou de talus hauts, la nécessité d'un garde-corps devra être contrôlée au cas par cas.

5.2. Protection contre la corrosion

Les éléments en acier des supports de banquette doivent être protégés de la corrosion pour la durée d'utilisation prévue (DE-OCF, art. 25 - 11).

Le tableau suivant présente les exigences applicables aux supports de banquette en termes de protection contre la corrosion.

Tableau 2: Exigences de protection contre la corrosion

Revêtement de zinc (galvanisation à chaud):		
Uniquement pour des grillages/arceaux d'ancrage avec des fils de diamètre (d) > 6 mm. Les grillages doivent être nus, c'est-à-dire soudés et cintrés avant la galvanisation.		
Conformément à la norme SN EN ISO 1461	Épaisseur locale	min. 70 µm
	Épaisseur moyenne	min. 85 µm
	Masse locale	min. 505 gm ⁻²
	Masse moyenne	min. 610 gm ⁻²
Revêtement aluminium-zinc (p. ex. grilles internes)		
Les grillages en fil avec revêtement d'aluminium-zinc peuvent être fabriqués jusqu'à un diamètre max. d = 8 mm en fil pré-revêtu, puis soudés et cintrés ultérieurement. Cela vaut en particulier pour les grillages de type «Monogitter».		
Pour un diamètre de fil > 8 mm, la parfaite résistance à la corrosion au niveau des cintrages et des points de soudure doit être démontrée.		
Les fils d'un diamètre d ≤ 6 mm ne peuvent être utilisés qu'avec un revêtement aluminium-zinc.		
Conformément à la norme EN 20244-2	Épaisseur	min. 40 µm
	Masse	min. 280 gm ⁻²

Plus le fil est mince, plus il est difficile d'appliquer une quantité de zinc donnée, c'est-à-dire que pour des fils de faible section, seules des épaisseurs de couche réduites sont possibles. Un revêtement aluminium-zinc est plus résistant qu'un traitement par galvanisation. Par conséquent, l'épaisseur de couche d'un revêtement aluminium-zinc peut être plus faible.

Des pieux en anciens profils de rails ne posent pas de problèmes de corrosion du fait de leur section importante. Partant d'un taux normal d'enlèvement d'acier de 0,02 mm/an, il est possible d'atteindre une durée d'utilisation de 100 ans.

Pour des ancrages arrière (pieux de traction non tendus), la protection contre la corrosion doit être définie au cas par cas avec le fournisseur.

Du fait du milieu corrosif, les éléments en acier ne doivent pas être en contact direct avec la terre végétale.

Les éléments doivent être galvanisés individuellement. Il est interdit de les empiler au moment de la galvanisation et du séchage pour éviter tout point de contact ou de pression non galvanisé.

5.3. Mesure de protection électrique

5.3.1. Principes

Pour des supports de banquette en grille métallique (grillages coudés, gabions, grillages écologiques Ribbert), il convient de contrôler la nécessité de mesures de protection électriques. Les prescriptions correspondantes sont définies dans le manuel des mises à terre D RTE 27900 (base: norme EN 50122-1, 2010).

On distingue les zones suivantes.

Zone 1 = Zone de ligne de contact et zone de captage du courant (voir aussi D RTE 27900, chap. 4.5.1)

Les limites de cette zone ne sont en général pas franchies par une ligne aérienne de contact rompue.

Cas normal: zone de 3 m à partir de l'axe de la voie (voir illustration 4)

Extension du côté intérieur de la courbe pour des rayons < 1500: zone de 4 m à partir de l'axe de la voie

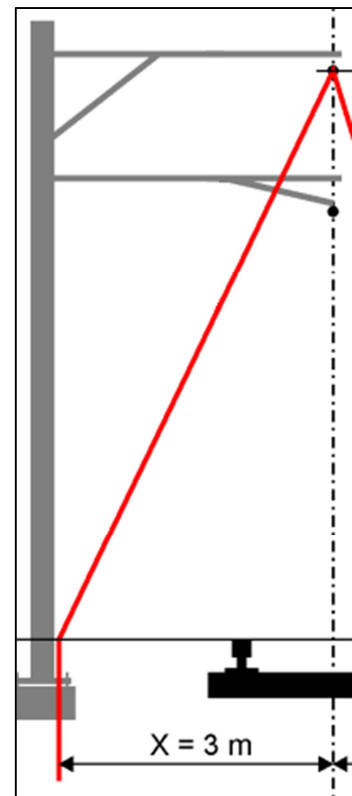


Illustration 4: Zone 1, cas normal

L'élément décisif pour les supports de banquette est la distance entre l'axe de la voie et l'élément métallique libre le plus proche. La distance horizontale est déterminante (le dévers en courbe n'est pas à prendre en considération).

- Grillage coudé, grillage écologique Ribbert: la distance entre l'axe de la voie et l'arête supérieure du grillage frontal est déterminante.
- Gabion: la distance entre l'axe de la voie et l'arête intérieure de la surface de grillage libre est déterminante. Pour un recouvrement du grillage par une

couche de 10 cm de ballast concassé, la distance applicable est la distance entre l'axe de la voie et l'arête extérieure du gabion ou jusqu'à la fin du recouvrement.

Zone 2 = Zone d'entrée en contact simultanée (voir aussi D RTE 27900, chap. 4.5.2):

Conditions pour la zone 2: un objet relié à la terre-rail (p. ex. grillage coudé dans la zone 1) et un système de mise à terre étranger (p. ex. alimentation du réseau local 50 Hz, éclairage routier, etc.) se trouvent à moins de 1,75 m l'un de l'autre. En cas de distance < 1,75 m, une personne pourrait toucher simultanément les deux objets conducteurs.

Une isolation est alors indispensable. Lors de l'étude de projet, il faut contacter les spécialistes de PJ-Courant de traction.

5.3.2. Mesures pour des supports de banquette

Tableau 3: Mesures pour des supports de banquette (grillages coudés, gabions, grillages écologiques Ribbert) en fonction de la zone et de la longueur du support de banquette.

Au sein de la zone 1	En dehors de la zone 1	Au sein des zones 1+2
<ul style="list-style-type: none"> - Mesure de protection électrique nécessaire lorsque le support présente une longueur de plus de 15 m (support = structure en partie conductrice) - Raccordement à la prise de terre-rail env. tous les 300 m ; interruption du système conducteur tous les 300 m* 	<p>Longueur du support < 500 m: aucune mesure nécessaire</p> <p>Longueur du support > 500 m: Liaison à la prise de terre-rail tous les 250 m ou interruption du système tous les 500 m**</p>	<p>Mesure selon zone 1 + isolation nécessaire en supplément.</p> <p>Prendre contact avec PJ-Courant de traction</p>

* selon document FS 4324, chap. 2.4

** selon Manuel des mises à terre, chap. 11.2.3.2, comme pour les clôtures

Pour les supports de banquette, les possibilités de réalisation d'une mesure de protection électrique sont les suivantes:

1. Grillage coudé:

- fixer un conducteur de court-circuit (ou un fil d'acier supplémentaire faisant office de conducteur de court-circuit) tout en haut, le long du support de banquette.

- Pour le fil supérieur du grillage principal, réaliser la liaison des éléments de grillage au moyen de douilles à sertir si la section du fil supérieure est suffisante. Le fil supérieur joue ainsi le rôle de conducteur de court-circuit.

Les prescriptions et les variantes d'exécution figurent dans le document «FS 4324 Mesure de protection électrique: conducteurs de court-circuit sur les gabions et grillages coudés de murs de soutènement ou de banquettes».

2. Gabions: la présence de fils d'acier exposés au sein de la zone 1 est interdite. Dans cette zone, la structure en grillage doit être recouverte d'au moins 10 cm de ballast concassé. La variante avec un conducteur de court-circuit ne doit pas être utilisée pour des gabions en raison du risque de trébuchement.
3. Grillage écologique Ribbert: la section du carré creux du cadre suffit pour la fonction de conducteur de court-circuit. La liaison des éléments avec un élément en acier enfoncé est suffisante pour assurer une liaison conductrice. Le retour de courant et l'interruption du système doivent être réalisés conformément au document FS 4324, chap. 2.4.

6. Supports de banquette – Systèmes

6.1. Systèmes autorisés

6.1.1. Grillage coudé «Standard»

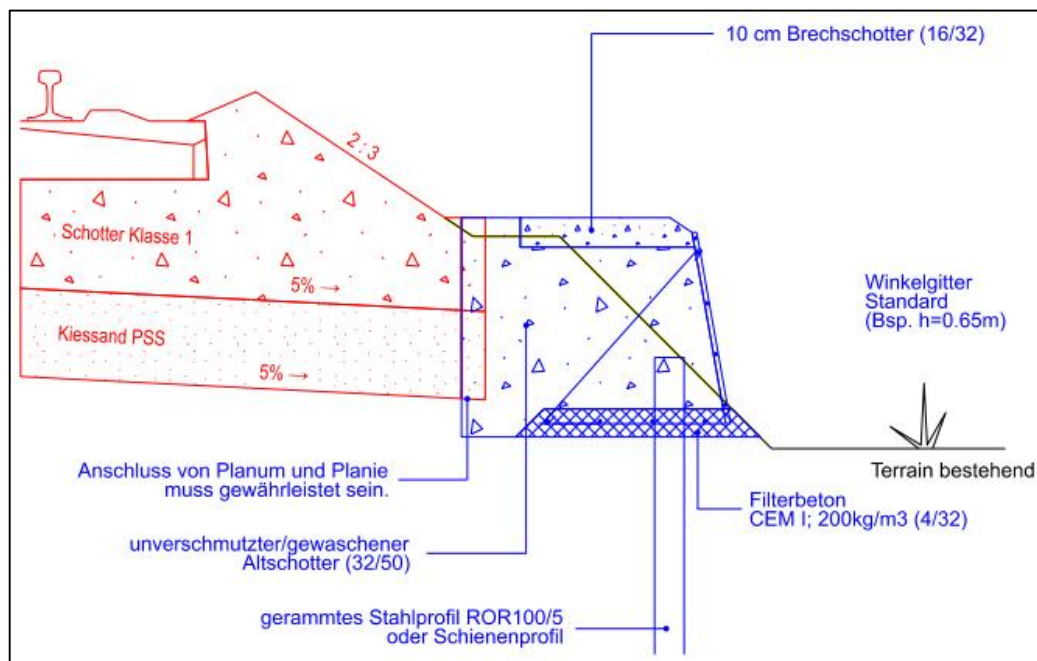


Illustration 5: Profil normal de grillage coudé standard

Les grillages coudés se composent d'éléments tels que représentés sur l'illustration 6 et qui présentent les caractéristiques décrites dans le tableau 4:

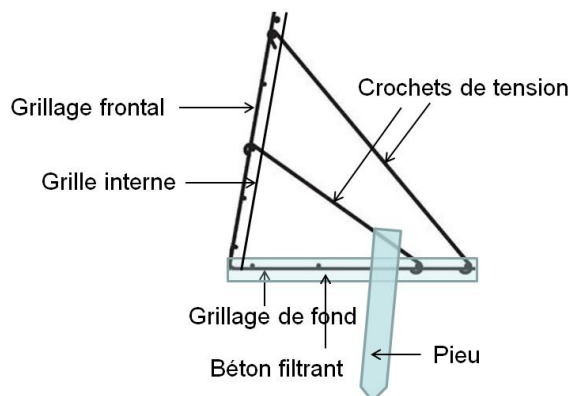


Illustration 6: Composants des grillages coudés

Tableau 4: Exigences imposées au grillage coudé Standard

Élément	Matériau, propriétés, dimensionnement
Grillage principal oblique (= grillage coudé) comprenant: - un grillage de fond - un grillage frontal	<ul style="list-style-type: none"> - Tiges en acier rond soudées, courbées - Résistance à la traction min. des fils $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$ - Écartement des mailles max. $250 \times 250 \text{ mm}$ - Diamètre du fil 8-12 mm - Inclinaison 80° - Hauteurs de grillages: 35-100 cm
Grillage interne (= insert grillagé en face avant = grillage ondulé = grillage fin)	<ul style="list-style-type: none"> - Écartement des mailles min. $25 \times 25 \text{ mm}$ - Écartement des mailles dans 1 direction max. 30 mm - Diamètre du fil min. 3 mm - possible sous forme soudée ou en tant que grillage ondulé sans soudage des points de croisement
Crochets de tension (= tirants diagonaux = ancrages de traction = entretoises)	<ul style="list-style-type: none"> - 1 tirant diagonal pour hauteurs jusqu'à 65 cm - 2 tirants diagonaux pour hauteurs à partir de 70 cm - Résistance à la traction min. des fils $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$ - Diamètre du fil min. 8 mm - Rayon de cintrage des crochets 15-20 mm
Liaison des éléments	<ul style="list-style-type: none"> - Les fils longitudinaux doivent être reliés de manière durablement rigide au niveau des raccords des grillages; liaison des éléments p. ex. avec des manchons coulissants/de petits tubes. - Garantir la rigidité des bords; autrement dit, une liaison au grillage frontal est nécessaire.

Remplissage	<ul style="list-style-type: none"> - Ballast usagé lavé, non pollué 32/50, ballaste de voie de classe 2, ballast concassé 32/50 - Exigences relatives aux matériaux conformément à la spécification technique
Recouvrement	<ul style="list-style-type: none"> - En règle générale, ballast concassé 16/32 ou 8/32 - Épaisseur de couche env. 10-15 cm - Exigences relatives aux matériaux conformément à la spécification technique
Béton drainant (= béton filtrant)	<ul style="list-style-type: none"> - Le pied (le grillage de fond) doit être bétonné - Épaisseur de couche 10-20 cm (mise en place 5-10 cm en dessous, 5-10 cm au-dessus du grillage de fond) - Granulométrie 4/16 ou 4/32 (également 16/32 mm en cas de mise en œuvre rapide sans retardateur) - Ajout d'un retardateur en fonction de la plage de temps du mélange au départ de l'usine jusqu'à la mise en place - Teneur en ciment CEM I 200 kg/m³
Pieux	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation de pieux et dimensionnement selon chap. 7.4.4-7.4.6 - Inclinaison 0-5° par rapport au talus
Ancrage arrière (=ancrage) en cas de conditions critiques	<ul style="list-style-type: none"> - Pour augmenter la stabilité, uniquement en cas de conditions critiques
Protection/sécurité:	Exigence
Protection contre la corrosion	<ul style="list-style-type: none"> - Tous les éléments en acier doivent être protégés contre la corrosion selon le chap. 5.2
Mesure de protection électrique	<ul style="list-style-type: none"> - Selon le chap. 5.3
Dimensionnement	<ul style="list-style-type: none"> - Selon le chap. 7.4

Il ne faut pas utiliser de géosynthétiques à la place du grillage interne. Les géosynthétiques sont combustibles et la durabilité à long terme est limitée (sensibilité aux rayons UV). Le géosynthétique peut provoquer une retenue d'eau et une accumulation de matériau fin. En cas de rupture du géosynthétique, il n'y a plus aucune retenue du matériau de remplissage. De plus, le géosynthétique forme une barrière pour les petits animaux et les reptiles.

Pose

La plate-forme doit être déduite avec une précision de ± 1 cm. Elle doit être plus large d'au moins 5 cm par rapport à la voie et d'au moins 10 cm par rapport au talus que le fond en grillage.

Les pieux sont enfoncés jusqu'à ce que la tête de pieu dépasse encore de 20-30 cm la base du grillage. Si possible, ils doivent présenter une légère inclinaison (env. 5°) par rapport au talus pour une meilleure stabilité.

Pour des hauteurs de grillage ≥ 80 cm, le grillage coudé ne doit pas immédiatement être rempli de ballast après le bétonnage du grillage de fond. En cas de renouvellement avec mise hors service partielle de la voie, le ballast est rempli dans un premier temps uniquement sous la ligne prolongeant l'épaule de ballast. Avec un tel profil de ballast, l'exploitation ferroviaire est à nouveau autorisée. Il faut ensuite attendre que le béton drainant ait suffisamment pris pour que le grillage coudé ne bascule pas vers l'extérieur sous la charge du ballast. Au bout d'un ou deux jours, le grillage peut être entièrement rempli.

Afin de garantir l'écoulement de l'eau, le support du côté extérieur ne doit pas être recouvert de matériau fin au-dessus de la couche de béton drainant. La couche de béton drainant peut être recouverte d'une couche meuble de quelques centimètres d'épaisseur lorsque cela s'avère nécessaire du point de vue de l'aménagement du paysage. Toutefois, ce matériau ne doit pas être en contact direct avec les éléments en acier.

6.1.2. Grillage coudé «optimisé pour les reptiles».

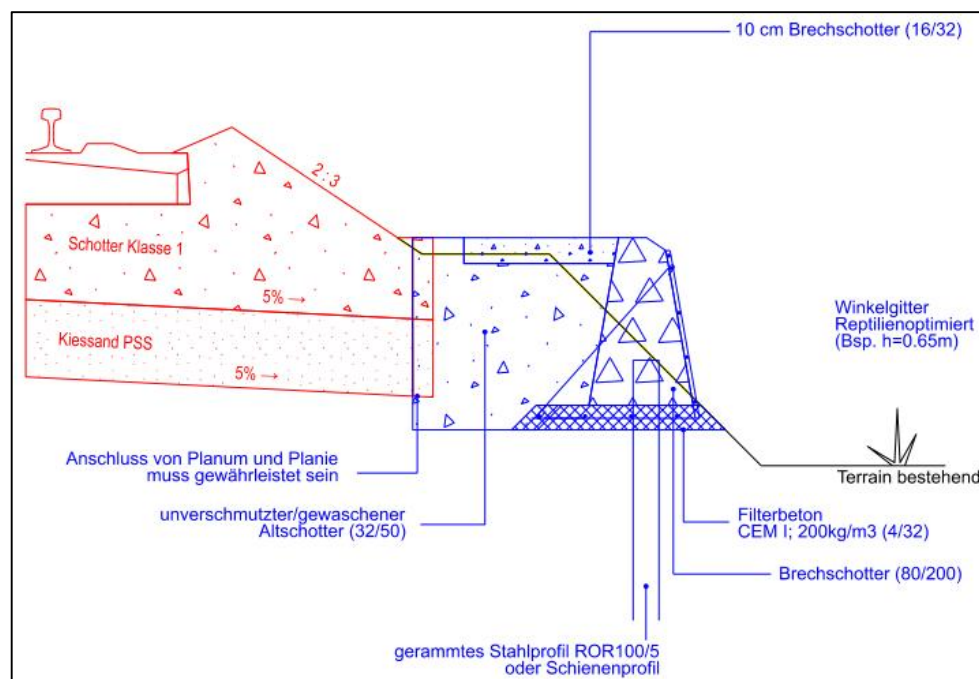


Illustration 7: Profil normal de la grillage coudé «optimisé pour les reptiles».

Les grillages coudés avec un écartement de mailles de 5 cm et remplis de pierres concassées de taille 80/200 (blocs de roche) peuvent être utilisés pour valoriser l'habitat et sont favorables au passage de reptiles.

D'une manière générale, les grillages coudés optimisés pour les reptiles sont soumis aux mêmes exigences que les grillages coudés standards. Le tableau 5 présente uniquement les particularités du grillage coudé optimisé pour les reptiles par rapport au grillage coudé standard.

Dans le cas du grillage coudé optimisé pour les reptiles, la zone frontale est remplie de matériau de granulométrie grossière. Le remplissage avec des pierres

à gros grains de taille 80/200 ne doit pas être recouvert directement par du matériau de banquette, car le matériau de recouvrement fin grenu tombe rapidement dans le remplissage grossier. Cela dégrade la praticabilité de la banquette et il reste moins de cavités libres pour les reptiles. Les blocs de roche ne doivent donc être utilisés que sous forme de coin au niveau de la face avant en grillage. La banquette est ainsi 20 cm plus large que pour un grillage coudé «standard». Si la largeur plus importante de la banquette provoque un surcoût notable, le support de banquette peut, après consultation avec I-AT-FW-TAFB-UGT, être réalisé comme variante optimisée pour les reptiles, mais dans la largeur de la variante «standard». Un surcoût sensible peut survenir lorsque la place disponible est réduite, p. ex. lorsqu'un système de support de banquette plus haut aurait été nécessaire mais dépasserait la hauteur de banquette de 1 m, lorsque l'acquisition de terrain serait nécessaire, etc.

En ce qui concerne le remplissage, on veillera à ce que ce ne soit pas trop dense. Les pierres ne doivent pas être placées aussi « parfaitement » que possible, mais de manière à laisser de nombreux espaces entre elles.

Tableau 5: Exigences relatives au grillage coudé «optimisé pour les reptiles».

Élément	Matériau, caractéristiques, dimensionnement Grillage favorable au passage des reptiles
Grillage fin (= insert grillagé en face avant = grillage ondulé = grillage interne)	<ul style="list-style-type: none"> - Écartement de mailles entre 50 x 50 et 60 x 60 mm
Remplissage	<ul style="list-style-type: none"> - Pierres concassées (blocs de pierre) de granulométrie 80/200 dans la zone frontale (selon illustration 7), reste du remplissage avec du matériau comme pour le grillage coudé standard

6.1.3. Grillage écologique «standard» (Ribbert)

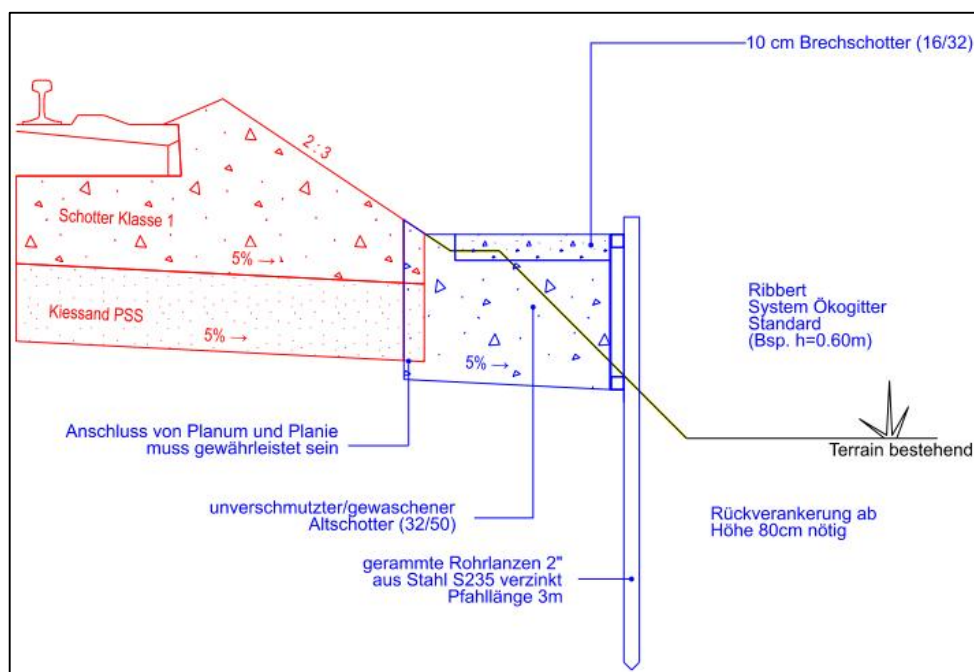


Illustration 8: Profil grillage écologique «standard»

Le tableau suivant cite les principales caractéristiques et exigences du grillage écologique.

Tableau 6: Exigences relatives au grillage écologique «standard»

Élément	Matériau, caractéristiques, dimensionnement
Cadre en acier	<ul style="list-style-type: none"> - Cadre de 400 x 40 cm ou 400 x 60 cm, avec 3 nervures - Hauteurs: 40-100 cm (disponibles en plus grandes dimensions, mais utilisation interdite en tant que support de banquette) - Cadre et nervures en profilé creux carré, 50 x 50 x 4 mm - Toutes les pièces en acier soudées entre elles - Cadre vertical (pas d'inclinaison)
Treillis (grille extérieure, directement derrière le cadre en acier)	<ul style="list-style-type: none"> - Écartement des mailles 15 x 15 cm - Diamètre du fil env. 10 mm
Grillage ondulé (grillage interne à mailles fines, derrière le treillis)	<ul style="list-style-type: none"> - Écartement des mailles 3 x 3 cm (standard) - Diamètre du fil 3 mm
Scellement	<ul style="list-style-type: none"> - Scellement sous le cadre en acier avec CEM II 32.5
Liaison des éléments	<ul style="list-style-type: none"> - Liaison des cadres au moyen de manchons d'emboîtement

Pieux	<ul style="list-style-type: none"> - Tubes de 2", acier 235, injectés avec CEM II 32.5 - En règle générale, longueur de pieux de 3 m en présence de conditions normales; en cas de terrains instables, la longueur des pieux doit être augmentée (justificatif de stabilité nécessaire) - Espacement normal des pieux de 2,00 à 2,50 m, selon la hauteur du support
Ancrage arrière	<ul style="list-style-type: none"> - Ancrage arrière pour des hauteurs > 60 cm - Avec fil en acier à l'intérieur, diamètre du fil env. 10 mm - Protection contre la corrosion: enveloppe en ciment
Remplissage	<ul style="list-style-type: none"> - Écartement des mailles 25 mm à 30 mm: Ballast usagé lavé, non pollué 32/50, ballaste de voie de classe 2, ballast concassé 32/50 - Exigences relatives aux matériaux conformément à la spécification technique
Recouvrement	<ul style="list-style-type: none"> - En règle générale, ballast concassé 16/32 ou 8/32 - Épaisseur de couche jusque 10 cm
Protection/sécurité	Exigence
Protection contre la corrosion	<ul style="list-style-type: none"> - Tous les éléments en acier doivent être protégés contre la corrosion selon le chap. 5.2
Mesure de protection électrique	<ul style="list-style-type: none"> - Selon le chap. 5.3

Afin de garantir un drainage parfait, l'excavation dans la zone de la banquette doit impérativement être réalisée jusqu'à la profondeur du bord inférieur du grillage. La largeur d'excavation nécessaire dans la zone de la banquette dépend du périmètre d'intervention des machines de chantier. Il ne doit pas rester de barrage en matériau fin grenu entre les abords des voies et le support de banquette.

6.1.4. Grillage écologique «optimisé pour les reptiles» (Ribbert)

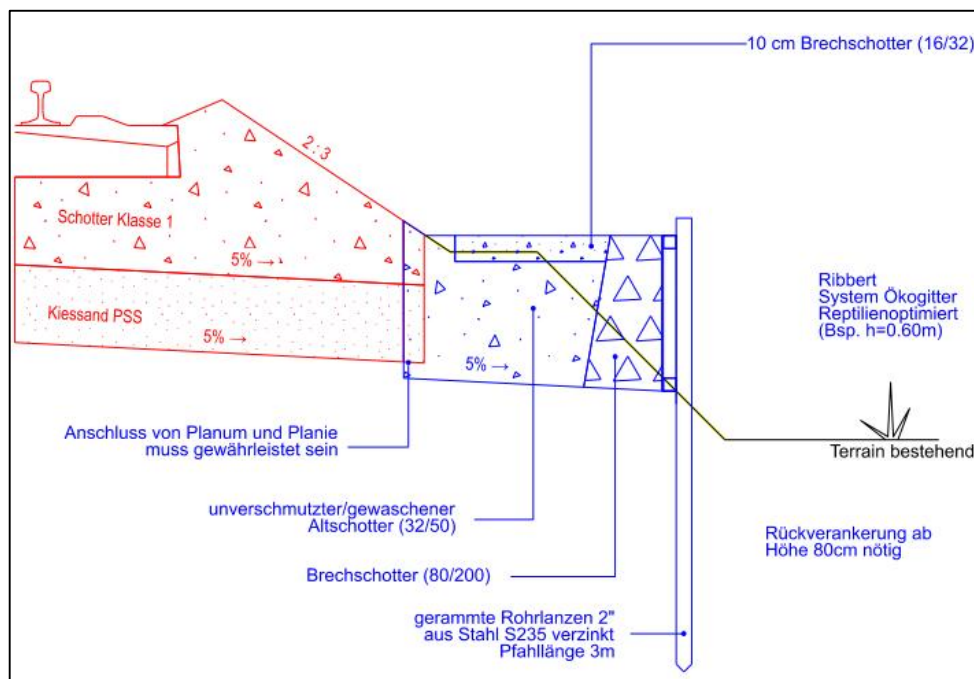


Illustration 9: Profil Ribbert, grillage écologique «optimisé pour les reptiles»

D'une manière générale, les grillages écologiques optimisés pour les reptiles sont soumis aux mêmes exigences que les grillages soudés standards. Le tableau 7 présente uniquement les particularités du grillage écologique optimisé pour les reptiles par rapport au grillage soudé standard.

La variante optimisée pour les reptiles doit être conforme au chapitre 6.1.2 Grillage écologique «optimisé pour les reptiles».

Tableau 7: Exigences relatives au grillage soudé «optimisé pour les reptiles».

Élément	Matériau, caractéristiques, dimensionnement Grillage favorable au passage des reptiles
Grillage fin (= insert grillagé en face avant = grillage ondulé = grillage interne)	<ul style="list-style-type: none"> - Écartement des mailles min. 50 x 50 mm - Diamètre du fil 4 mm
Remplissage	<ul style="list-style-type: none"> - Pierres concassées (blocs de pierre) de granulométrie 80/200 dans la zone frontale (selon illustration 9), reste du remplissage avec du matériau comme pour le grillage écologique standard

6.3. **Systèmes de support de banquette non admis ou admis sous réserve**

En principe, la création des systèmes suivants est interdite. Des mesures d'entretien (réparation) sont autorisées.

6.3.1. Gabions

Les gabions sont également appelés cages à ballast.

Le système se compose de corbeilles en fil remplies de pierres ou de ballast.

En règle générale, il convient de privilégier les grillages coudés en tant que supports de banquette. Elles sont surtout mieux adaptées en tant que supports de banquette en raison de leur stabilité (gonflement), de leur praticabilité et de leur mise à terre.

Toutefois, en cas de besoin et à titre exceptionnel, les gabions peuvent être utilisés en tant que support de banquette (p. ex. aménagement du paysage, en complément dans des tronçons avec des gabions existants).

Les exigences imposées aux gabions sont définies dans un document du 3.2.2006 sur les exigences produit et les prescriptions d'exécution des CFF pour les murs de soutènement en gabions le long de la voie et les parois antibruit en gabions, ainsi que dans les prescriptions d'exécution et de qualité (PEQ) «Constructions antibruit – parois en gabions».

Les gabions doivent être posés sur une fondation composée d'un lit d'au moins 5 cm de mélange graveleux ou de béton maigre et dont la largeur doit être supérieure d'au moins 10 cm de chaque côté à celle du mur en gabions.

Les gabions destinés à sécuriser les talus à flanc de coteau ou dans des tranchées ne sont pas considérés comme des supports de banquette et ne font pas partie des présentes PEQ. De tels gabions sont des murs de soutènement et doivent satisfaire aux exigences correspondantes des DE-OCF ainsi que des documents précités.

6.3.2. Supports de banquette de type barrière, en plaques de béton ou de fibre de verre (Ribbert, Melide)

Le principe repose sur des tubes d'acier enfoncés (Ribbert) ou des supports en acier à profil en H (Melide) combinés à des plaques en béton ou en fibre de verre (swissfiber).

En règle générale, il est préférable de renoncer à ces supports de banquette pour les raisons suivantes:

- Ils ne sont pas compatibles avec la protection de reptiles: une transformation de la banquette se traduit par une dégradation de la situation pour les reptiles (obstacle infranchissable). De ce fait, aucune autorisation n'est normalement accordée par les cantons.
- Accumulation d'eau/végétation: une accumulation d'eau peut provoquer une contamination de particules fines du lit de ballast, ce qui a des conséquences sur la stabilité de la voie. Si le drainage ne fonctionne pas correctement, il faut aussi s'attendre à une forte prolifération de la

végétation dans la zone de la banquette et donc à ce que la praticabilité de la banquette ne soit plus garantie. Le drainage doit donc être garanti; autrement dit, le matériau de banquette existant doit être remplacé au moins jusqu'au niveau de l'arête inférieure du support de banquette par un matériau grossier (selon chap. 3). Les conditions de drainage restent moins favorables qu'avec un grillage écologique Ribbert ou un grillage coudé.

La construction nouvelle d'un tel système comparable à une barrière ne peut être autorisée qu'à titre exceptionnel:

1. Sous réserve de ne pas avoir d'effets négatifs pour les petits animaux, c'est-à-dire:

- utilisation sur quelques mètres seulement ou
- à condition de prévoir d'autres possibilités de traversée en aménageant des espaces sous le support avec un passage jusqu'à la banquette, en remblayant régulièrement le gravier pour permettre le franchissement du support, en décalant l'élément ou en aménageant des aides à l'escalade ou
- si une concertation avec des spécialistes permet de conclure à l'absence de reptiles et d'amphibiens sur le tronçon concerné.

2. Si le drainage est garanti. Pour ce faire, la banquette doit être composée d'un matériau perméable au moins jusqu'à l'arête inférieure du support de banquette.

Le remplissage et le recouvrement doivent être réalisés avec un matériau selon le chapitre 3.

6.3.3. Stabilisation conventionnelle de la banquette avec des traverses en bois et des profils de rail enfoncés.

Il convient normalement d'éviter ce système, car les traverses en bois contiennent des polluants (HAP) et parce que la construction n'est souvent pas très stable (fléchissement).

Après concertation avec I-AT-FW-TAFB-UGT, il est possible – à titre exceptionnel – de reconstruire avec des traverses en bois des supports de banquette existants en traverses en bois, avec les restrictions suivantes:

- Utilisation exclusive de traverses en bois «à faible teneur en polluants», contenant peu de HAP (mise en place ou production postérieure à 1994).
- Les traverses ne doivent pas présenter de traces visibles de pollution (p. ex. traces de lubrifiant).
- La mise en place est uniquement autorisée en dehors de zones d'habitation et de zones de protection des eaux souterraines.
- Les traverses ne doivent pas être fragmentées.
- Pas d'utilisation aux endroits où un contact régulier et direct avec la peau est possible (cela ne s'applique pas à l'accès régulier à la banquette, aux travaux d'entretien ou activités similaires).
- La mise en place doit être enregistrée dans la DfA.

Des cas exceptionnels avec des supports de banquette en traverses en bois peuvent être p. ex. des aménagements provisoires (jusqu'à env. 5 ans) ou des lignes secondaires comportant déjà des supports de banquette en bois et où l'investissement financier doit être limité, etc.

Pour les bases relatives au droit environnemental et les indications d'exécution, se reporter au document «Supports de banquette avec traverses en bois, prise de position de I-RSQ-UM» du 04.8.2017 (annexe C).

6.3.4. Barre en béton drainant

Après concertation avec I-AT-KBN-NNR, il est possible d'utiliser exceptionnellement une barre en béton drainant pour réaliser une banquette anti-prolifération de la végétation. Elle ne doit toutefois pas servir de support en raison de sa mauvaise stabilité.

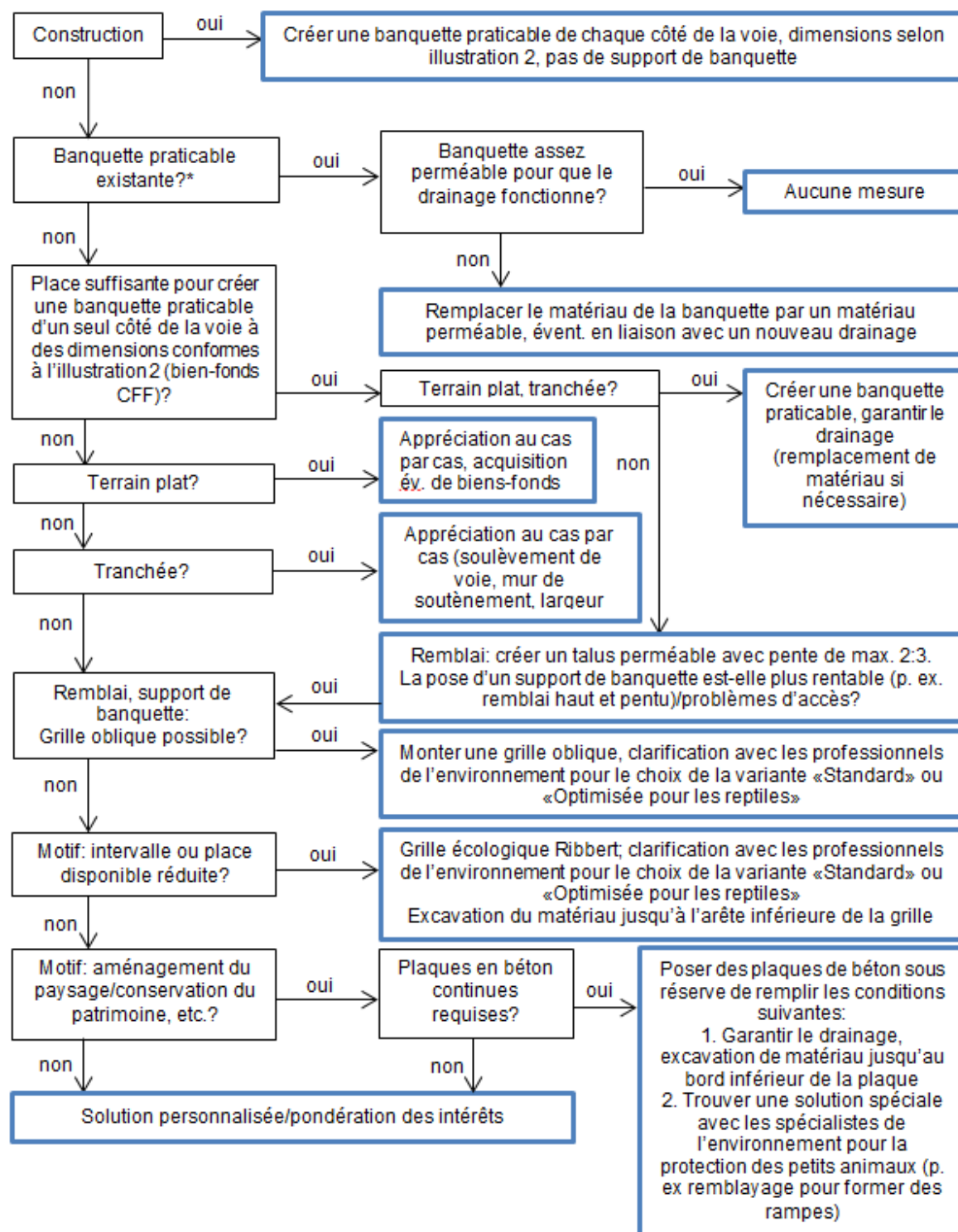
7. Étude et exécution du projet

Dans le cadre de mesures de maintenance relatives au lit de ballast, il convient d'analyser l'état de la banquette et de l'adapter lorsque c'est nécessaire.

En cas d'interventions dans la zone de la banquette, l'entretien de la végétation et les exigences légales (protection des eaux souterraines, protection du paysage, flore, faune, etc.) doivent être pris en compte et leur respect doit être documenté dans la procédure d'approbation des plans.

7.1. Choix du système de banquette – Diagramme des flux

Le choix du système de banquette s'effectue sur la base du diagramme des flux suivant:



*En règle générale, les dimensions d'une banquette praticable sont conformes à l'illustration 2. Toutefois, la création d'une nouvelle banquette est motivée par une largeur existante < 50 cm. Le dégagement de service minimal selon l'art. 18 des DE-OCF est systématiquement respecté.

7.2. Méthodes d'élargissement en cas de banquette pas assez large

Les méthodes suivantes sont proposées pour l'élargissement des banquettes existantes (leur liste n'est pas exhaustive):

- Élargissement du remblai par remblayage, éventuellement combiné avec des ouvrages de soutènement placés au pied de celui-ci
- Élargissement de la banquette par remblayage
- Élargissement de la banquette à l'aide d'ouvrages de soutènement ou supports de banquette:
 - grillages coudés, gabions
 - pieux battus (p. ex. tubes en acier, rails) et éléments longitudinaux préfabriqués
 - murs de soutènement.
- Écrans de protection végétalisés
- Abaissement de la voie combiné avec un renouvellement intégral et un renouvellement de la couche de fondation
- Reprise du talus en tranchée
- Construction d'un ouvrage de soutènement en tranchée
- Relevage de la voie en tranchée

7.3. Mise en place d'un caniveau à câbles

Le caniveau à câbles doit être mis en place conformément à la réglementation «3003.05 Protection des câbles: projet et construction» et «3003.10.1000 Catalogue du matériel, protection des câbles».

La position du caniveau à câbles est définie dans les profils normaux, dans l'annexe D.

Pour éviter la présence de ballast dans le caniveau à câbles, il ne faut pas le monter juste sous l'épaulement de ballast. Si la banquette se trouve 40 cm sous le niveau supérieur du rail, le caniveau à câbles doit être déplacé à une distance de 160 cm par rapport au rail (cas normal, profil selon annexe D). Si la banquette se trouve plus bas, le caniveau à câbles doit se trouver plus loin du rail.

L'arête supérieure du caniveau à câbles ne doit pas dépasser de plus de 10 cm du ballast/du matériau de la banquette afin de garantir la stabilité latérale (pas de basculement de côté). L'arête supérieure du socle doit, si possible, dépasser le matériau de la banquette de 2 cm seulement.

Lors de la mise en place du caniveau à câbles, il faut veiller à ce dernier repose sur une couche d'au moins 10 cm de matériau grossier et perméable (ballast de voie/ballast concassé/gravier) afin de garantir l'écoulement de l'eau.

Pour le déplacement des caniveaux à câbles, il est possible d'utiliser du gravier (matériau de nivelage, couche d'égalsation). L'épaisseur de couche est comprise entre 2 et 5 cm

Pour des supports de banquette, il faut utiliser un géosynthétique « Séparer » comme couche de séparation entre le ballast grossier et le gravier.

Lorsqu'il s'agit de talus, il est possible d'avoir recours à des caniveaux longs à fixation vers le bas. Cette solution est idéale en raison de sa stabilité, mais onéreuse.

7.4. Dimensionnement des grillages coudés

La condition requise pour le dimensionnement des grillages coudés suivant le présent chapitre est que la zone de la voie ou la zone de la banquette ne présente pas de tassements ou de déplacements notables permettant de conclure à une instabilité du remblai ou du talus. Si c'était le cas, il faudrait procéder à des études géotechniques et déterminer les mesures de sécurisation (pieux et éventuels tirants supplémentaires).

Du fait de leur surface d'appui, les grillages coudés sont auto-stables et peuvent absorber de manière limitée des forces de compression horizontales exercées par le remplissage. En combinaison avec des pieux – en règle générale des profils en acier battu – il est possible d'absorber des forces plus importantes et donc de sécuriser des banquettes même sur des talus plus raides.

7.4.1. Conditions-cadres générales

- Le talus ou le remblai actuel est stable et il est possible d'exclure une grande instabilité. Les grillages coudés doivent être utilisés pour stabiliser des banquettes, pas pour assainir des talus de remblais instables.
- Les surfaces horizontales de la banquette sécurisée peuvent supporter les forces maximales suivantes :

Grillage coudé sans pieux

Charges de surface	q_{vk}	=	2 kN/m ²	(200 kg/m ²)
Charges individuelles locales	Q_{kv}	=	5 kN	(500 kg)

Grillage coudé avec pieux

Charges de surface	q_{vk}	=	5 kN/m ²	(500 kg/m ²)
Charges individuelles locales	Q_{kv}	=	10 kN	(1000 kg)

- En fonction de son niveau par rapport à la voie et de sa hauteur de construction, le système de support de banquette doit présenter une distance minimale A par rapport à l'axe de la voie, de sorte qu'il se trouve hors de la zone d'influence directe de la charge des traverses et qu'il n'ait pas à absorber de charges ferroviaires.
- Afin de pouvoir garantir l'état de consolidation et l'aptitude au service pendant une durée d'utilisation prolongée, le pied du grillage coudé doit être noyé dans du béton filtrant. Cette semelle en béton permet aussi de transmettre les forces entre le grillage coudé et les pieux en limitant la transformabilité.

7.4.2. Bases pour la planification – Relevés de profils

Afin de pouvoir planifier correctement le support de banquette avec des grillages coudés, il est nécessaire de procéder à des relevés de profils jusqu'à une distance $A_s = 5,00$ m à partir du rail extérieur.

Ces relevés servent à déterminer le type de grillage nécessaire, la hauteur H en fonction de la distance horizontale A par rapport à l'axe de la voie et le décalage vertical V par rapport au rail proche de la banquette ainsi que les pieux nécessaires.

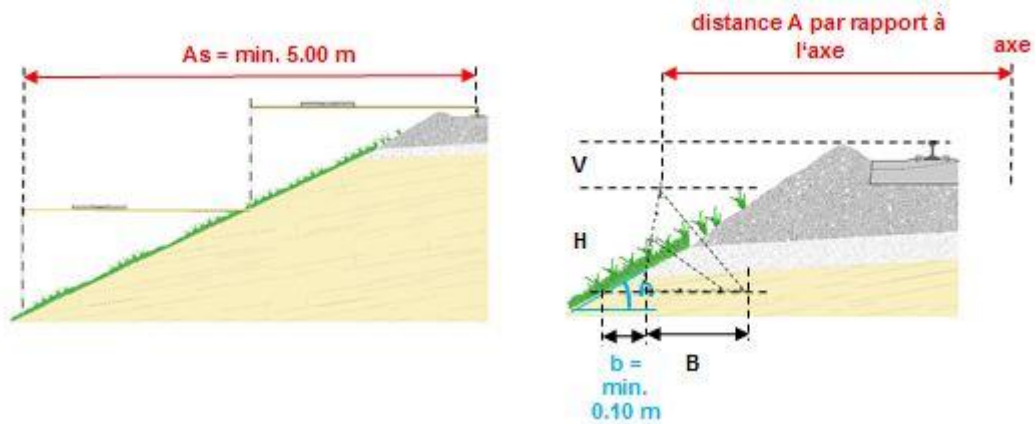


Illustration 10: Relevé topographique et choix du grillage et de la hauteur H

Le support de banquette doit être planifié de sorte à utiliser des grillages présentant des dimensions (hauteur H et largeur L) respectant la distance minimale A par rapport à l'axe de la voie en fonction du décalage vertical V . Une distance horizontale d'au moins $b = 0,10$ m entre le bord inférieur du grillage et l'arête du talus doit être respectée.

7.4.3. Distances minimales admissibles entre le grillage et l'axe de la voie

Les graphiques suivants donnent les distances minimales admissibles A entre la grille et l'axe de la voie en fonction de la hauteur au grillage H_{Grillage} et de la hauteur du décalage vertical V (arête supérieure du rail – arête supérieure du bord de la grille) de sorte que les indications suivantes soient valables pour l'utilisation du support de banquette avec et sans pieux.

Si ces distances minimales A ne peuvent pas être respectées (p. ex. pour des raisons de place), le système devrait absorber des forces de poussée plus importantes, car il se trouve dans la zone d'impact de la répartition de la charge sous la traverse. Selon les DE-OCF, les supports de banquette ne doivent pas absorber de charges ferroviaires.

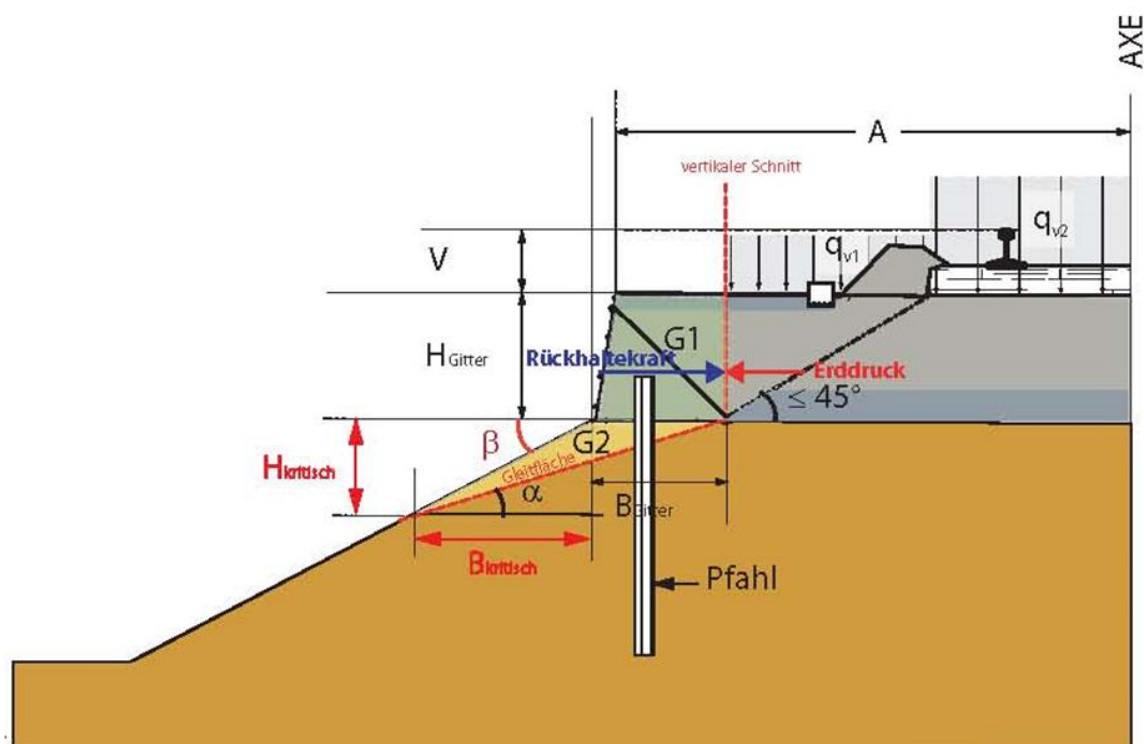


Illustration11: Représentation de la zone de transmission de la charge et de la poussée

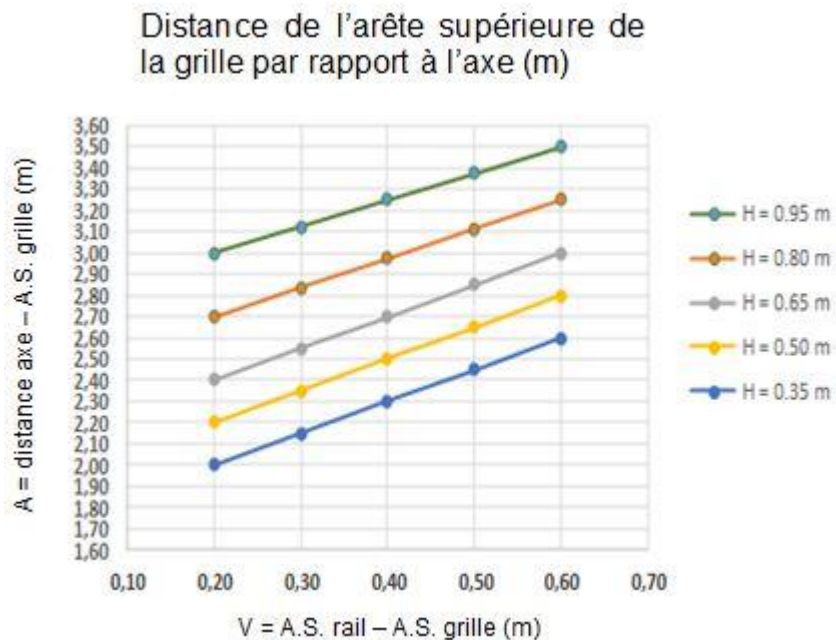


Illustration12: Distance minimale entre le bord supérieur de la grille et l'axe de la voie Il est possible d'interpoler des valeurs intermédiaires pour des hauteurs de grille entre 0,35 m et 1,00 m.

7.4.4. Critères décisionnels pour la nécessité de pieux

En règle générale, avec des talus peu pentus, il est nécessaire de monter des pieux stabilisateurs β devant le support de banquette pour éviter tout décalage du grillage sous l'effet de la poussée horizontale et veiller au maintien des règles de sécurité en matière de glissement et d'affaissement.

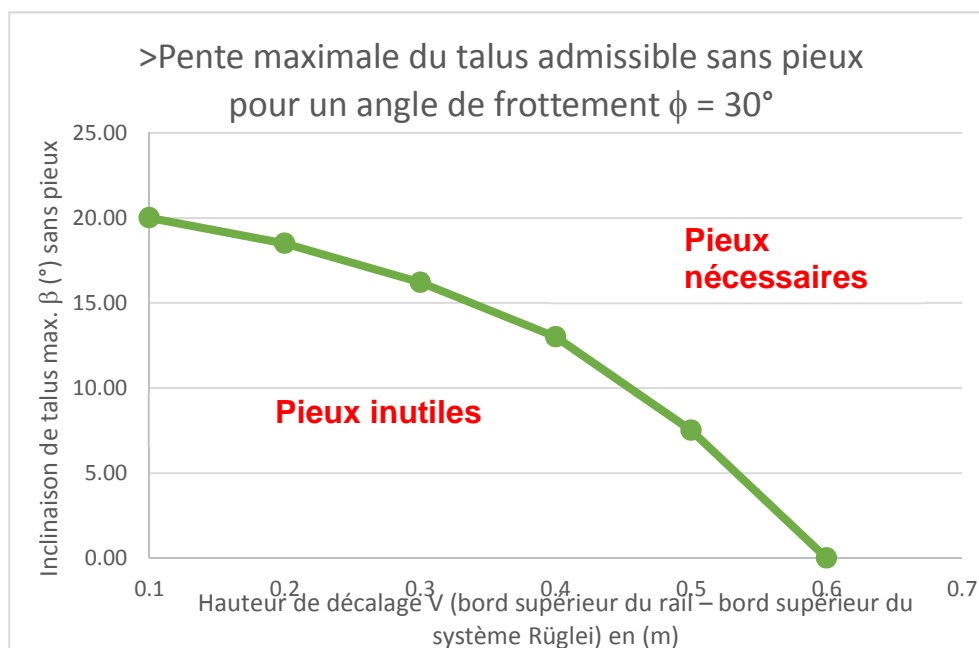


Illustration 13: Nécessité de pieux: La courbe verte s'applique aux sollicitations des surfaces horizontales de la banquette jusqu'à max. 2 kN/m^2 ou aux charges ponctuelles jusqu'à 5 kN . Pour des sollicitations plus importantes (charge surfacique jusqu'à 5 kN/m^2 ou charge ponctuelle jusqu'à 10 kN), il est impératif de prévoir des pieux, comme pour la hauteur de décalage maximale $V = 0,60 \text{ m}$. Cela s'applique indépendamment de la pente du talus β .

Pente maximale déterminante β pour une utilisation sans pieux:

soit:

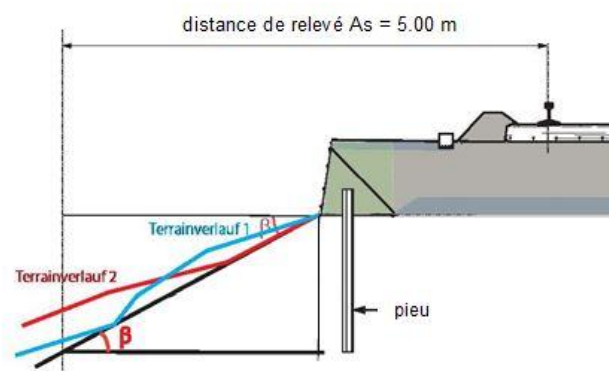
a) jusqu'à une distance de relevé
 $As = 5,00 \text{ m}$ de la pente β par
rapport au point le plus profond de
la surface du terrain

(= tracé du terrain 1)

soit:

b) la pente β du terrain arrive juste
au niveau du pied de la grille

(= tracé du terrain 2)



L'élément déterminant est la pente β la plus importante.

7.4.5. Exigences imposées aux pieux

Les pieux généralement utilisés sont en acier nu de qualité $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ ou 355 N/mm^2 . Les profils de rails souvent utilisés par le passé présentent une meilleure résistance.

Afin de pouvoir garantir la durée d'utilisation de 50 ans, on peut tabler – pour un taux de corrosion moyen statistique de $0,02 \text{ mm/an}$ – sur une réduction de section de seulement 1 mm sur toute la périphérie.

En d'autres termes, il faut déterminer aussi bien le moment d'inertie I que le moment de résistance W en se basant sur les sections réduites.

Il est possible d'utiliser différents profils, p. ex.:

- des tubes en acier,
- des profils en H (p. ex. HEA),
- des profils de rails (généralement des profils usagés).

L'épaisseur de paroi minimale d'un profil ne doit pas être inférieure à 5 mm.

Moment d'inertie I et moment de résistance W

Pour que le pieu présente une résistance à la flexion suffisante due à la force horizontale que la fixation ou l'ancrage dans le sous-sol exerce sur la tête via le pied de la grille, et pour que les déformations restent limitées, les exigences suivantes s'appliquent au moment de résistance W et au moment d'inertie I (les valeurs peuvent varier en fonction de la qualité de l'acier):

Acier 355 et plus	W_{\min}	$= 16 \text{ cm}^3$	$(16 \cdot 10^3 \text{ mm}^3)$
	I_{\min}	$= 65 \text{ cm}^4$	$(65 \cdot 10^4 \text{ mm}^4)$

Acier 235	W_{\min}	$= 24 \text{ cm}^3$	$(24 \cdot 10^3 \text{ mm}^3)$
	I_{\min}	$= 65 \text{ cm}^4$	$(65 \cdot 10^4 \text{ mm}^4)$

Ces valeurs doivent être démontrées avec la section réduite de 1 mm sur toute la périphérie.

Pour pouvoir activer une résistance du terrain suffisante, les pieux utilisés doivent présenter une largeur de profil B d'au moins 85 mm perpendiculairement à la stabilisation de la banquette, c'est-à-dire en direction du talus. Exemple de pieux adéquats:

- Tubes en acier ROR D = 88,9 mm/5 mm (acier 355)
- Profils en acier HEA 100 (acier 235)
- Anciens profils de rails (résistance à la traction en général $> 800 \text{ N/mm}^2$)

Remarque: par rapport aux tubes ROR 88,9 mm/5 mm, les profils en acier HEA 100 et plus ou les profils de rail présentent des moments de résistance et d'inertie

nettement plus élevés, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de produire des justificatifs spéciaux.

7.4.6. Détermination des distances entre pieux et des longueurs de pieux

La distance maximale admissible entre les pieux et leur longueur minimale requise dépendent de la hauteur de grillage H prévue et de la différence de hauteur V entre le bord supérieur du rail et le bord supérieur du support de banquette.

Par souci de simplification, les hauteurs de grillage ont été réparties en 4 catégories et le dimensionnement des pieux a été calculé pour la sollicitation maximale pour une différence de hauteur $V = 0,60$ m, et la charge admissible de la surface horizontale de la banquette a été calculée avec une charge surfacique jusqu'à 5 kN/m^2 ou une charge ponctuelle jusqu'à 10 kN .

Tableau 8: Exigences de longueur des pieux et écartements

Hauteur de grillage H [m]	Écartement max. des pieux [m] (N pieux sur 5,0 m)	Longueur min. de pieu à partir du pied de grille [m]	Longueur de pieu min. [m], y compris 0,2 m d'intégration dans la grille
Catégorie 1 $H \leq 0,40$ m	2,50 m 2 pièces	1,50 m	1,70 m
Catégorie 2 $0,40 \text{ m} < H \leq 0,65$ m	2,50 m 2 pièces	2,00 m	2,20 m
Catégorie 3 $0,65 \text{ m} < H \leq 0,85$ m	1,65 m 3 pièces	2,00 m	2,20 m
Catégorie 4 $0,85 \text{ m} < H \leq 1,00$ m	1,25 m 4 pièces	2,00 m	2,20 m

7.4.7. Exigences imposées aux grillages coudés

Les exigences suivantes s'appliquent afin de garantir la sécurité structurale et l'aptitude au service des grillages coudés pour des supports de banquette:

- Sécurité structurale (résistance ou rigidité suffisante)
- Aptitude au service (comportement aux déformations, protection contre la corrosion)

Dimensions des grillages

Pour des grillages présentant une hauteur $H = 0,35$ m jusqu'à $H_{\max} = 1,00$ m, le rapport suivant entre la largeur du pied B et la hauteur du grillage H doit être respecté par souci de conformité avec les bases de dimensionnement relatives à l'utilisation du système avec ou sans pieux:

$$B/H \geq 0,90$$

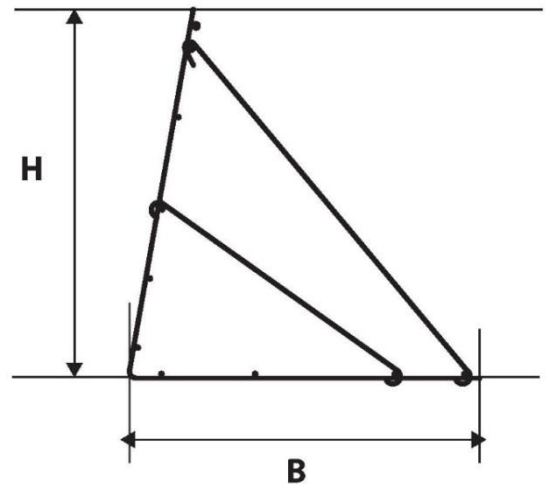
La trame des fils à action statique ne doit pas dépasser $0,25$ m x $0,25$ m.

L'épaisseur (rigidité) du grillage interne doit être harmonisée avec l'écartement des mailles du grillage coudé.

Épaisseur minimale de fil:

Fils principaux statiques du grillage coudé au moins $d = 8$ mm

Fils du grillage interne au moins $d = 3$ mm



Qualité de l'acier

Les fils utilisés doivent être en acier de construction et présenter la résistance à la traction minimale suivante:

$$f_{ymin} = 500 \text{ N/mm}^2$$

Rigidité

Pour que les grillages puissent être mis en place sans vraiment subir de déformation, ils doivent présenter une valeur minimale de résistance à la flexion en fonction de la distance des arceaux d'ancrage dans le sens horizontal (zone de bordure supérieure) et vertical (grillage frontal).

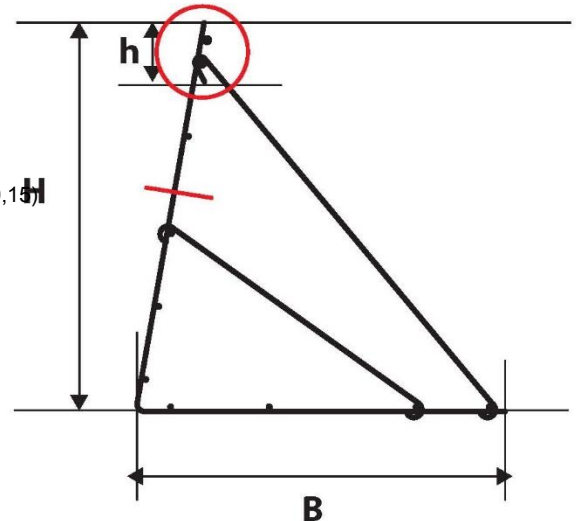
Les exigences suivantes de rigidité s'appliquent aux grillages présentant une distance entre arceaux $a_{\text{Arceau}} \leq 0,70$ m et pour lesquels 2 rangées d'arceaux sont montées verticalement à partir d'une hauteur $H > 0,65$ m.

Bord supérieur du grillage (1): pour une rigidité longitudinale minimale du bord supérieur du grillage, on prend en compte le moment d'inertie des fils longitudinaux de diamètre d (mm) présents à la hauteur $h = 0,15$ m du bord supérieur du grillage (n = nombre de tiges de diamètre d).

Exigence
en matière de moment d'inertie minimal $I_{(0,15)}$

$$I_{(0,15)} \geq 2000 \text{ mm}^4$$

avec $I_{(0,15)} = n_{(0,15)} * \pi * d^4 / 64 \text{ mm}^4$

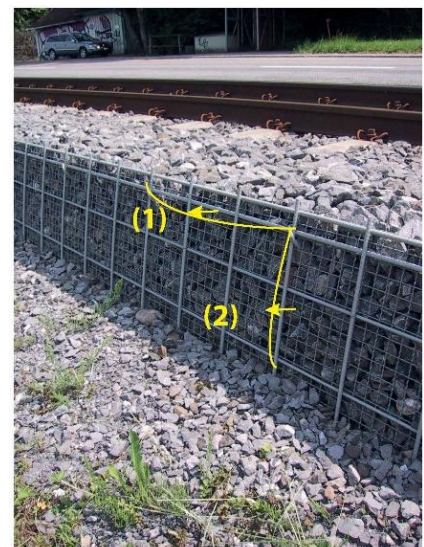


Rigidité frontale (angle) (2): la résistance à la flexion verticale du grillage frontal est déterminée via le moment d'inertie des tiges de diamètre d (mm) montées en face avant (n = nombre de tiges par m).

Exigence en matière de moment
d'inertie minimal $I_{(\text{Face avant})}$

$$I_{(\text{Face avant})} \geq 2200 \text{ mm}^4/\text{m}$$

avec $I_{(\text{Face avant})} = n_{(\text{Face avant})} * \pi * d^4 / 64 \text{ mm}^4 / \text{m}$



Remarque: un grillage interne mis en place séparément ne doit pas être pris en compte dans le calcul de la rigidité. Sont exclus les grillages de type «Monogitter» dans lesquels des tiges plus minces sont soudées de manière résistante avec le grillage principal au niveau de tous les points de croisement.

Déformations

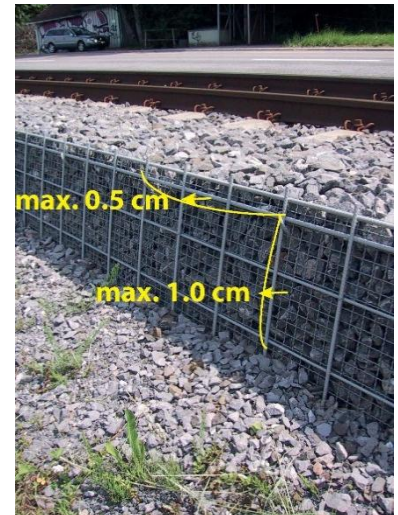
Si les exigences de rigidité des grillages sont remplies, il est possible de respecter – en présence de conditions de mise en place normales et d'un compactage minimal du ballast avec une plaque vibrante légère – les exigences suivantes en matière de déformations (gonflement):

Bord supérieur: gonflement horizontal maximal de la zone de bordure supérieure entre les crochets de tension dans le sens longitudinal:

$$a_{ah} \leq 0,5 \text{ cm}$$

Face avant: gonflement vertical maximal de la face avant entre les crochets de tension ou entre les arceaux d'ancrage et le pied du grillage

$$a_{av} \leq 1,0 \text{ cm}$$



7.4.8. Semelle en béton filtrant

Le pied du grillage doit être noyé dans une couche de béton filtrant. Cette semelle en béton est nécessaire pour éviter à long terme des déformations importantes et pour créer entre le pied du grillage et la tête de pieu une liaison à faible déformabilité sous l'effet de la transmission des efforts.

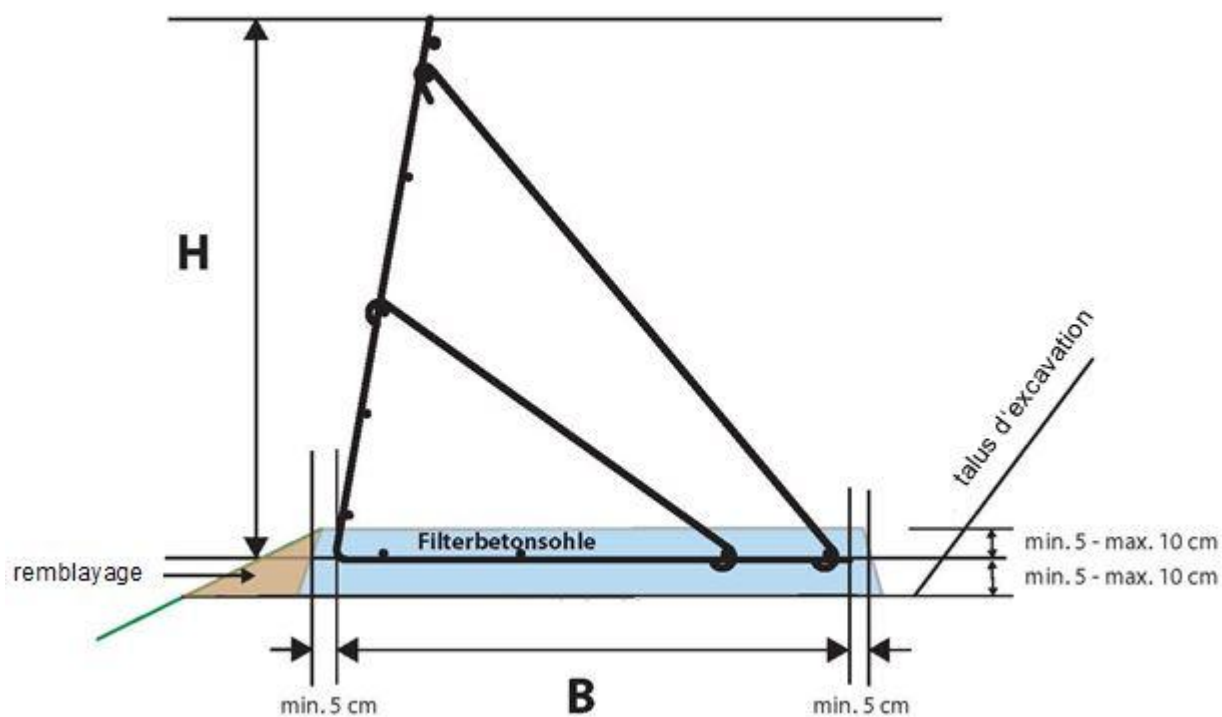
En règle générale, la semelle est en béton filtrant afin de permettre l'évacuation des eaux par cette couche. Au cas par cas, il est également possible d'utiliser un béton maigre.

Béton filtrant:

- Granulométries 4-16 mm ou 4-32 mm (également 16-32 mm en cas de mise en place rapide sans retardateur)
- Teneur en ciment CEM 200 kgm⁻³
- Un retardateur doit être ajouté en fonction de la plage de temps du mélange au départ de l'usine jusqu'à la mise en place

Épaisseurs de couche

- Épaisseur au-dessus du pied de la grille min. 5 cm-max. 10 cm
- Épaisseur au-dessous du pied de la grille min. 5 cm-max. 10 cm



Le remblayage de forme conique, généralement en matériau meuble peut être réalisé jusqu'au bord supérieur de la semelle en béton filtrant. Le grillage proprement dit ne doit pas être recouvert.

7.5. Tolérances de montage pour les supports de banquette

7.5.1. Exigences imposées à la plate-forme (grillage coudé, gabions)

Position haute inférieure à 3 m: $z_{\max} = \pm 2,0 \text{ cm}$

7.5.2. Position et hauteur du support (grillage coudé, gabions, systèmes Ribbert, système Melide)

Pour le système de stabilisation de la banquette, les tolérances suivantes s'appliquent au bord supérieur après la mise en place:

Position: écarts par rapport à la position théorique avec distance A par rapport à l'axe de la voie sur une longueur de 15 m: $\Delta A_{\max} = \pm 1,5 \text{ cm}$

Hauteur: écarts par rapport à la hauteur théorique avec décalage vertical V par rapport au rail proche de la banquette sur une longueur de 15 m $\Delta V_{\max} = \pm 1,5 \text{ cm}$

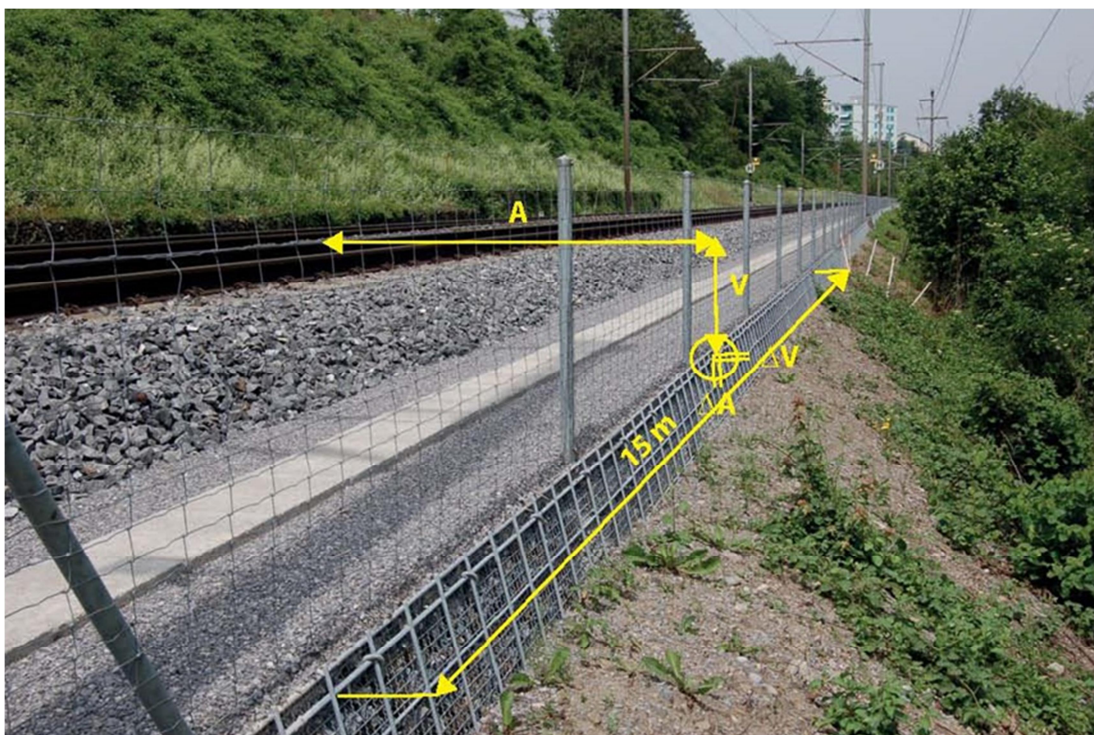


Illustration 14: Tolérances de pose – Position et hauteur

7.5.3. Déformations (grillage coudé, systèmes Ribbert, système Melide)

Les exigences en matière de déformations figurent au chapitre 7.4.7.

8. Bibliographie.

8.1. Réglementations souveraines

DE-OCF RS 742.141.11	Dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer	Version 1.7.2016
LEaux RS 814.20	Loi fédérale sur la protection des eaux (loi sur la protection des eaux)	Version 1.1.2011
OEaux 814.201	Ordonnance sur la protection des eaux	Version 1.8.2011
OTConst RS 832.311.141	Ordonnance sur la sécurité et la protection de la santé des travailleurs dans les travaux de construction (ordonnance sur les travaux de construction)	Situation 1.11.2011
ORRChim RS 814.81	Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques	Version 1.2.2017

8.2. Directives

Dir OFT	Directive de l'Office fédéral des transports (OFT) – Évacuation des eaux des installations ferroviaires	Édition 2014
Dir OFT	Directive de l'Office fédéral des transports (OFT) – Contrôle chimique de la végétation sur les voies ferrées et le long de celles-ci	Édition 2016

8.3. Normes

SN 640 568	Sécurité passive dans l'espace routier – Garde-corps	Édition 2013
SN 640 698	Faune et trafic, protection des amphibiens, bases et planification	Édition 2010
SN 640 699	Faune et trafic, protection des amphibiens, mesures	Édition 2010
SN 640 744	Surfaces de circulation à superstructure sans liants	Édition 1.2.2006
SN 670 110-NA (VSS) (EN 13450)	Granulats pour ballasts de voies ferrées	Édition 2004
SN 670 119-NA (VSS) (EN 13242/	Granulats pour matériaux traités aux liants hydrauliques et matériaux non traités utilisés pour les travaux de	Édition 2011

EN 13285)	génie civil et pour la construction des chaussées – Graves non traitées – Spécifications	
SN 670 902-1b (VSS) (EN 933-1)	Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats – Partie 1: Détermination de la granularité – Analyse granulométrique par tamisage	Édition 2006
SN 670 902-2a (VSS) (EN 933-2)	Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats – Partie 2: Détermination de la granularité – Tamis de contrôle, dimensions nominales des ouvertures	Édition 2004
SN 670 903-2c (VSS) (EN 1097-2)	Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques de granulats – Partie 2: méthodes pour la détermination de la résistance à la fragmentation	Édition 2011
SN 671 250b (VSS)	Écrans antibruit pour chemin de fer – Études et exécution	Édition 2005

8.4. Réglementations RTE

R RTE 22040	Guide pratique de la voie ferrée Écartement normal	Édition 1.12.2009
R RTE 21110	Infrastructure et ballast	Édition 1.6.2016
R RTE 20012	Profil d'espace libre	Édition 15.10.2012
R RTE 20100	Sécurité lors de travaux sur et aux abords des voies	Édition 1.7.2017
D RTE 27900	Manuel des conducteurs de retour de courant et des mises à terre	Édition 1.7.2014

8.5. Documents CFF

I-AT-FW-TAFB-UGT	Spécifications techniques «Matériaux drainants et matériaux de banquette»	Édition 2014
I-PJ-ENG-FBG-PFFB	«Aide à l'élaboration de projets de supports de banquette»	Édition 2014
I-AT-FW	Standards relatifs aux chemins piétonniers	Édition 2016
I-AT-FW	Standards relatifs aux chemins pour le personnel	Édition 2014

I-AT-FW	Objectif Réseau ferroviaire (ancienne stratégie d'investissement)	Édition 2015
K 021.2	Contrôle de la végétation CFF – Principes et méthodes	Édition 2016
AGRU 350	Directive d'entretien «Surveillance et travaux d'entretien pour le contrôle de la végétation aux abords des voies» (voie et banquette)	Édition 2015
I-AT-KBN-NNR (I-AT-IU-UMW)	FAQ «Banquettes anti-prolifération de la végétation»	Édition 2015
I-RSQ-UM	Supports de banquette avec traverses en bois, prise de position.	Édition 2017
FW-UA GR-005	Fiche Gabions	Édition 2006
PS-UA 1006	Écrans antibruit pour chemins de fer	Édition 2008
I-AT-KBN-IB (I-AT-IU-IB)	Exigences produit et prescriptions d'exécution des CFF pour les murs de soutènement en gabions le long de la voie et les écrans antibruit en gabions	Édition 3.2.2006
AQV, I-AT-KBN-IB (I-AT-IU-IB)	Prescriptions d'exécution et de qualité (PEQ) «Constructions antibruit – parois en gabions».	Édition 2011
I-AT-FS 3003.05	Protection des câbles: planification, construction	Édition 2011
3003.10.1000	Catalogue du matériel: protection des câbles	
FS 4324	Mesure de protection électrique: conducteurs de court-circuit sur les gabions et grillages coudés de murs de soutènement ou de banquettes	Édition 2016

9. Liste des modifications

Version	Entrée en vigueur:	Chapitre	Modification
1-0	30.09.2017		Première édition

Annexe A: Mesures dans la banquette en cas de maintenance de la voie (profondeur d'excavation)

Mesures nécessaires du point de vue géotechnique/profondeurs d'excavation:		
La première priorité consiste à respecter les recommandations du rapport géotechnique. S'il ne mentionne pas la banquette ou en l'absence de rapport géotechnique, les mesures ci-après doivent être appliquées. Si la largeur de la banquette est inférieure à 50 cm, caniveau à câbles compris, il faut dans tous les cas construire une nouvelle banquette.		
Mesure de transformation État	Remblai	Terrain plat/tranchée
Criblage du ballast/remplacement Évacuation des eaux de pluie de la voie ferrée, matériau de banquette perméable, pas de contamination de particules fines	<ul style="list-style-type: none"> • Normalement, pas besoin de mesures dans la banquette, Profondeur d'excavation en fonction de la végétation (tableau suivant) 	
Criblage du ballast/remplacement Accumulation d'eau ou contamination de particules fines, Faible perméabilité du matériau de la banquette	<ul style="list-style-type: none"> • Remplacement du matériau de banquette imperméable en règle générale jusqu'à la plate-forme pour des groupes de charge des voies E1/E2 (remblaiement de la banquette ou grillages coudés) • Pour des voies à faible charge, il est possible de réaliser une excavation moins profonde (tenir compte de la durée d'utilisation) • Remblai large: construire une canalisation d'évacuation des eaux ou solution spéciale avec galeries perpendiculaires en matériau perméable tous les 5 m après concertation avec AT-UGT 	<ul style="list-style-type: none"> • En cas de construction nouvelle d'un drainage (cas normal pour les groupes de charge des voies E1/E2), créer la banquette au-dessus du drainage. • En l'absence de construction nouvelle d'un drainage, aucune mesure n'est généralement nécessaire dans la banquette

Assainissement de l'infrastructure PSS Système de drainage existant et opérationnel	<ul style="list-style-type: none"> • Si le matériau de la banquette est perméable jusqu'à la plate-forme: normalement, pas besoin de mesures dans la banquette, profondeur d'excavation en fonction de la végétation (tableau suivant) 	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir le raccordement de la couche de base et de la plate-forme à la canalisation d'évacuation existante • Remplacer systématiquement l'enrobé drainant pollué par des particules fines, créer la banquette au-dessus du drainage existant • Normalement, pas besoin de mesures dans la banquette, profondeur d'excavation en fonction de la végétation (tableau ci-dessous) • Cas spécial pour lignes à simple voie, banquette existante de l'autre côté en tant que drainage existant: profondeur d'excavation en fonction de la végétation (tableau suivant)
Assainissement de l'infrastructure PSS Nouveau système de drainage nécessaire	<ul style="list-style-type: none"> • Remplacement du matériau de banquette imperméable jusqu'à la plate-forme (remblaiement de la banquette ou grillages coudés) • Remblai large: construire une canalisation d'évacuation ou solution spéciale avec galeries perpendiculaires en matériau perméable tous les 5 m après concertation avec AT-UGT 	<ul style="list-style-type: none"> • Construction nouvelle d'une canalisation d'évacuation des eaux, créer la banquette au-dessus du drainage (pour les lignes à simple voie, ne créer la banquette que d'un côté)
Assainissement de l'infrastructure AC Rail	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'AC Rail sur toute la largeur du remblai: créer la banquette sur AC Rail • Mise en place d'AC Rail uniquement sous la voie dans la zone de charge: voir mesures pour l'assainissement de l'infrastructure PSS 	<ul style="list-style-type: none"> • Voir mesures pour l'assainissement de l'infrastructure PSS



Profondeur d'excavation en fonction de la végétation	
Seulement peu de végétation ou existence d'une banquette de l'autre côté de la voie (pour lignes à simple voie)	Aucune mesure
En cas de mousses, algues, etc. (risque de glissade)	Remplacement de 10 cm du matériau
Végétation dense (la sécurité du personnel n'est pas garantie, risques de trébuchement, signaux masqués, etc.) et aucune banquette de l'autre côté de la voie (pour lignes à simple voie)	Remplacer env. 30 cm de matériau (excavation jusqu'à la couche de base)



Profondeurs d'excavation pour les supports de banquette	
Mesure de transformation État	Profondeur nécessaire de la plateforme dans la zone de la banquette (= profondeur du bord inférieur du support de banquette, p. ex. bord inférieur du béton drainant)
Assainissement de l'infrastructure	Au moins 5-10 cm sous la plate-forme de la voie ferrée (voir profils dans l'annexe D)
Remplacement/criblage du ballast <ul style="list-style-type: none"> Un assainissement de l'infrastructure sera probablement nécessaire dans moins de 40 ans Exemple: choix de la variante minimale avec traverses en bois, car un assainissement de l'infrastructure serait nécessaire en cas de mise en place de traverses en béton (voir avec l'objectif «Traverses en béton») 	Au moins 5-10 cm sous la future plate-forme de la voie ferrée (voir profils dans l'annexe D)
Remplacement/criblage du ballast <ul style="list-style-type: none"> Présence d'une couche de fondation existante Probablement pas besoin d'un assainissement de l'infrastructure avant env. 40 ans (autrement dit, pour des voies avec l'objectif «Traverses en béton», il n'est pas nécessaire de procéder à un assainissement de l'infrastructure lors de la mise en place des traverses en béton) 	Au moins 5-10 cm sous la plate-forme de la couche de fondation existante
Remplacement/criblage du ballast <ul style="list-style-type: none"> Probablement pas besoin d'un assainissement de l'infrastructure avant env. 40 ans (autrement dit, pour des voies avec l'objectif «Traverses en béton», il n'est pas nécessaire de procéder à un assainissement de l'infrastructure lors de la mise en place des traverses en béton) Le système de drainage existant au-dessus du remblai fonctionne, c'est-à-dire que le matériau de remblai est suffisamment perméable 	pour groupes de charge des voies E1 et E2: au moins 5-10 cm sous la couche de base de la voie pour groupes de charge des voies E3 et E4: pas d'exigences en matière de profondeur d'excavation (enlever la végétation)
Remplacement/criblage du ballast <ul style="list-style-type: none"> Infrastructure/sous-sol en matériau bien perméable ($k > 10^{-4}$) ou matériau de banquette au-dessus de la plate-forme en matériau bien perméable ($k > 10^{-4}$) Pas de contrainte environnementale exigeant une couche d'étanchéité 	Pas d'exigences en matière de profondeur d'excavation (enlever la végétation)

Annexe B: Check-list pour l'étude de projet de banquette

Généralités:

- ☐ Largeur de la banquette conforme aux exigences (60/90/100 cm)?
- ☐ Distance de sécurité de 1,5 m prise en considération?
- ☐ Banquette à 40-60 cm sous le niveau supérieur du rail?
- ☐ Drainage garanti? En cas d'obstacles tels qu'un caniveau à câbles vertical, au moins 10 cm pour l'écoulement de l'eau?
- ☐ Matériau de banquette entièrement perméable au-dessus de la plate-forme? (pas de marches/barrage en matériau fin grenu dans la banquette? Prise en compte de la portée des machines de chantier?)

En plus avec support de banquette

- ☐ Système autorisé?
- ☐ Hauteur du support de banquette ≤ 1 m?
- ☐ Respect de la protection de l'environnement? Système optimisé pour les reptiles nécessaire?
- ☐ Support de banquette vraiment nécessaire? ou serait-il possible ou plus rentable de créer une banquette par remblayage (élargissement de la banquette)?
- ☐ Relevés de profils réalisés comme bases pour l'étude de projet de grillages coudés (selon chap. 7.4.2)?
- ☐ Distance minimale admissible entre les grillages coudés et l'axe de la voie respectée (selon chap. 7.4.3)?
- ☐ Nécessité d'installer des pieux pour des grillages coudés contrôlée (selon chap. 7.4.4)?
- ☐ Mesures de protection électrique nécessaires (selon chap; 5.3)?

Annexe C: Supports de banquette avec traverses en bois, prise de position de I-AT-RSQ-UM.

Berne, le 4 août 2017

Supports de banquette avec traverses en bois

Prise de position de I-RSQ-UM

1. Situation initiale

À l'échelle du réseau, la banquette est sécurisée, selon la DfA, sur une longueur d'environ 360 km par des supports de banquette, dont env. 25% sont réalisés en bois (généralement avec des traverses). Si jamais les supports de banquette en bois sont à renouveler, la question se pose de savoir s'ils doivent et peuvent à leur tour être sécurisés à l'aide de traverses en bois. La présente prise de position définit la procédure admissible du point de vue de la législation relative à l'environnement.

La version actuelle tient compte des nouvelles bases légales et remplace la version du 6 mai 2015. Les modifications n'ont pas d'impact significatif sur l'utilisation des traverses en bois pour des supports de banquette

2. Bases

L'utilisation de bois traité est définie par l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim). En complément, l'OVEF a publié plusieurs rapports explicatifs:

- [1] *Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques, ORRChim du 18.5.2005 (état: 20 juin 2017), RS 814.81*
- [2] *OFEV: Restrictions concernant la remise et l'utilisation de bois imprégné d'huiles de goudron (traverses de chemins de fer), état: août 2015*
- [3] *OFEV: Restrictions concernant l'utilisation de l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques/législation suisse sur les produits chimiques/état: septembre 2015*
- [4] *Teneurs et émissions de HAP dans et en provenance de traverses en bois imprégné d'huiles de goudron, EMPA, OFEFP 2000*

CFF SA

Infrastructure, génie civil et environnement
Hilfigerstrasse 3 · 3000 Berne 65 · Suisse
Portable: +41 79 776 57 19
matthias.damo@sbb.ch · www.cff.ch

3. Autorisation légale d'utilisation de traverses en bois en tant que support de banquette

Les exigences légales relatives à l'utilisation de traverses en bois en tant que supports de banquettes se résument comme suit:

Tableau 1: Autorisation légale selon l'ORRChim [1]:

	Dans des zones habitées, ¹	En dehors de zones habitées
Traverses en bois à teneur élevée en² HAP	- Installations de voie ferrée	- Installations de voie ferrée
Traverses en bois à faible teneur en HAP³ («Traverses en bois à faible teneur en polluants»)	- Installations de voie ferrée - Socles de pylônes électriques	- Installations de voie ferrée - Socles de pylônes électriques - Ouvrages de consolidation des chemins et des routes - «autres installations ayant des fins comparables» [3]

Contrairement aux «Installations de voie ferrée»,⁴ où des traverses en bois peuvent être montées indépendamment de l'âge et de la position, leur utilisation comme support de banquette est soumise à des restrictions. Ainsi, il doit d'emblée s'agir uniquement de traverses en bois de production récente à faible teneur en HAP, et leur emploi dans des zones d'habitation et des zones de protection des eaux souterraines est interdit. Il n'y a pas d'obligation d'assainissement pour des traverses en bois montées avant 2012.

4. Directives pour les CFF

En vertu des dispositions légales, la pose de traverses en bois comme support de banquette est fondamentalement autorisée aux CFF. Toutefois, les obligations et restrictions suivantes sont applicables:

- Seules les traverses en bois «à faible teneur en polluants», en HAP (pose ou production postérieure à 1994⁵) sont autorisées.
- Ces traverses ne doivent pas présenter de traces de pollution visibles (p. ex. traces de lubrifiant).
- Ces traverses peuvent être uniquement posées en dehors de zones d'habitation et des zones de protection des eaux souterraines.
- Les traverses ne doivent pas être fragmentées [2].

¹ On entend par zones habitées des endroits où des personnes résident, autrement dit des zones d'habitation ainsi que des zones d'artisanat au sens de la législation sur l'aménagement du territoire. Sont assimilés aux zones habitées les quartiers comprenant des bâtiments scolaires et des jardins d'enfants ainsi que les habitations isolées. (cf. Anhang 1)

² HAP: hydrocarbures aromatiques polycycliques

³ Valeurs limites: 30 g de phénols solubles dans l'eau et 50 mg de benzo(a)pyrène (BaP) par kilogramme de produit pour la conservation du bois

⁴ Les supports de banquette entrent dans la catégorie de l'ordonnance ORRChim «Ouvrages de consolidation des chemins et des routes» et non dans la catégorie «Installations de voie».

⁵ À partir de 1995, les CFF ont adopté les traverses à faible teneur en polluants, avec une teneur en BaP <50 mg/kg (1995-1998 type WEI-B, à partir de 1999 WEI-C), cf. [4].

- Les traverses ne doivent pas être utilisées aux endroits où un contact régulier et direct avec la peau est possible (cela ne s'applique pas à l'accès régulier à la banquette, aux travaux d'entretien ou activités similaires)⁶.
- La pose doit être enregistrée dans la DfA.

sig. Saskia Günter
Responsable I-RSQ-UM

sig. Matthias Damo
Spécialiste environnemental Senior/CPrG Sites
contaminés

Annexes:

Anhang 1 Restrictions concernant la remise et l'utilisation de bois imprégné d'huiles de goudron (traverses de chemins de fer), OFEV, situation août 2015

⁶ Pour des raisons de prévention de la santé, il convient d'éviter les domaines d'application pour lesquels il est impossible d'exclure tout contact direct et régulier avec le bois traité. Conformément à l'Anhang 1, les traverses ferroviaires montées de telle sorte qu'un contact fréquent avec la peau est prévisible doivent être éliminées pour satisfaire au principe de précaution.

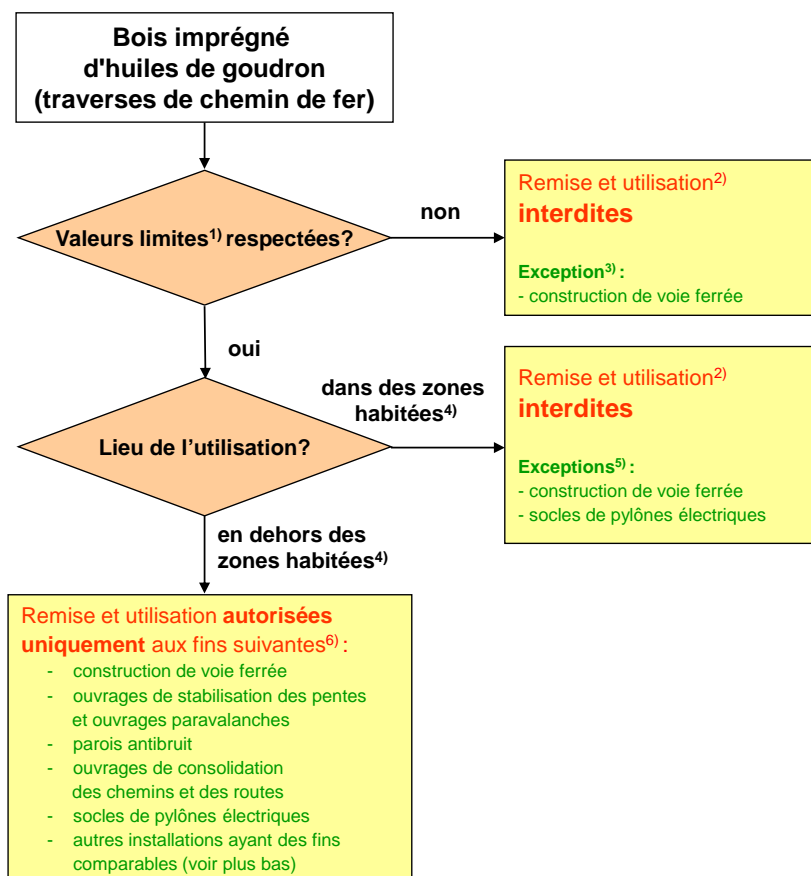


État en août 2015

Restrictions concernant la remise et l'utilisation de bois imprégné d'huiles de goudron (traverses de chemins de fer)

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) constituent l'un des principaux composants des huiles de goudron. Peu dégradables, ils sont toxiques pour les organismes aquatiques et peuvent s'accumuler dans les êtres vivants. Certains HAP contenus dans les huiles de goudron, par exemple le benzo[a]pyrène, sont en outre cancérogènes.

L'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim, RS 814.81, annexe 2.4) interdit, à **peu d'exceptions près, la remise et l'utilisation de bois imprégné d'huiles de goudron**. L'ordinogramme et les explications ci-après permettent d'avoir un aperçu du sujet.



¹⁾ Valeurs limites: 30 g de phénols solubles dans l'eau et 50 mg de benzo(a)pyrène par kilogramme de produit pour la conservation du bois (les deux valeurs limites doivent être respectées). ORRChim RS 814.81 annexe 2.4, ch. 1.3, al. 1, let. a

²⁾ Il n'y a pas d'obligation d'assainir pour le bois imprégné d'huiles de goudron utilisées avant 2012. ORRChim RS 814.81 annexe 2.4, ch. 7

³⁾ ORRChim RS 814.81 annexe 2.4, ch. 1.3, al. 2

⁴⁾ On entend par zones habitées des endroits où des personnes résident, autrement dit des zones d'habitation ainsi que des zones d'artisanat au sens de la législation sur l'aménagement du territoire. Sont assimilés aux zones habitées les quartiers comprenant des bâtiments scolaires et des jardins d'enfants ainsi que les habitations isolées.

⁵⁾ ORRChim RS 814.81 annexe 2.4, ch. 1.3, al. 3, let. b, ch. 1 et 5

⁶⁾ ORRChim RS 814.81 annexe 2.4, ch. 1.3, al. 3, let. b, ch. 1 à 6

Explications relative à l'ordinogramme

Le bois imprégné d'huiles de goudron est utilisé avant pour la construction de voies ferrées, mais aussi pour la fabrication de poteaux électriques et de pieux utilisés dans l'agriculture.

Il est par principe interdit de remettre et d'utiliser du bois traité avec des produits pour la conservation du bois contenant des huiles de goudron, si la concentration de l'huile dans le produit utilisé dépasse les valeurs maximales fixées pour les phénols solubles dans l'eau (30g/kg) et le bezo(a)pyrène (50mg/kg). Seules sont exclues de l'interdiction de remise les traverses qui sont livrées par une entreprise de chemins de fer à une autre pour la construction de voies ferrées.

Si les valeurs limites fixées sont respectées, il faut alors faire la différence entre l'utilisation dans des zones habitées et l'utilisation hors de celles-ci. Dans les zones habitées, l'utilisation de bois imprégné d'huiles de goudron est autorisée uniquement pour la construction de voies ferrées et de socles de pylônes électriques. Hors de ces zones, la remise et l'utilisation de bois imprégné d'huiles de goudron est autorisée pour la construction de voies ferrées, d'ouvrages paravalanches et de stabilisation des pentes, de parois antibruit, d'ouvrages de consolidation des chemins et des routes et de socles de pylônes électriques. Il s'agit ici d'installations importantes pour la sécurité qui présentent un intérêt public (ouvrages paravalanches et de stabilisation des pentes, parois antibruit, ouvrages de consolidation des chemins et des routes, socles de pylônes électriques) ainsi que d'infrastructures de transport (voies ferrées). Ces deux utilisations nécessitent du matériel ayant une longue durée de vie. En dehors des zones habitées, l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim) autorise, lorsque les valeurs limites sont respectées, la remise et l'utilisation de bois imprégné d'huiles de goudron pour les autres installations ayant des fins comparables, c'est-à-dire pour des installations importantes pour la sécurité qui présentent un intérêt public ou pour des infrastructures de transport.

La remise et l'utilisation de bois imprégné d'huiles de goudron sont notamment interdites pour:

- dans les parcs, les jardins publics, les places de pique-nique, les places de jeux, les préaux d'écoles, les installations pour les spectateurs dans les stades sportifs et les aires d'exposition ainsi que dans d'autres lieux d'accès public à usage comparable; notamment pour des sièges, des tables, des barrières et d'autres installations ;
- les bordures de composts dans les quartiers d'habitation et les zones artisanales ;
- les étais et constructions en contact avec l'eau sur les rives des lacs et des cours d'eau ;
- les jardins privés ;
- à l'intérieur ;
- les clôtures dans les prairies et pâturages ;
- les pieux dans les vergers ;
- les murs de soutènements dans les zones industrielles et artisanales ;
- pour les bordures de terrains équestres au niveau du sol ;
- ...

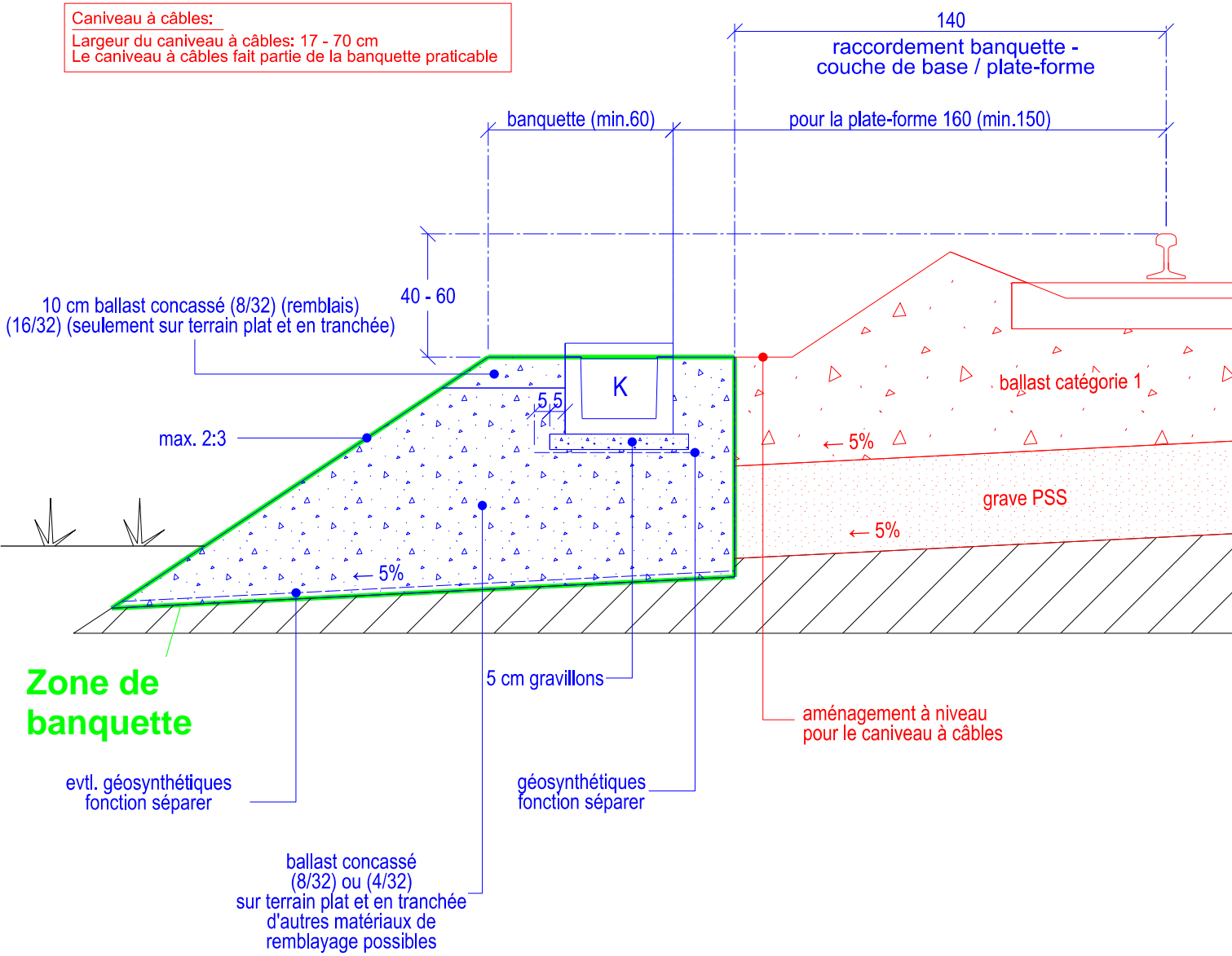
Indications et recommandations importantes

- Il est recommandé de porter des gants résistants aux produits chimiques lors de la manipulation de bois imprégné d'huiles de goudron.
- Le bois imprégné d'huiles de goudron ne doit pas être coupé car ces huiles risqueraient de s'échapper davantage par les surfaces de coupe.
- Les traverses de chemins de fer usagées imprégnées d'huiles de goudron constituent des déchets de bois problématiques et doivent être éliminées dans une usine d'incinération des ordures ménagères (UIOM), dans une cimenterie ou dans une autre installation appropriée. Il est interdit de brûler du bois imprégné d'huiles de goudron dans des chaudières à résidus et à bois usagé ou dans d'autres types de chaudières à bois, dans des cheminées ou en plein air. De tels déchets doivent être remis aux entreprises d'élimination ou de collecte agréées.
- Il n'y a pas d'obligation d'assainir le bois imprégné d'huiles de goudron qui a été utilisé à des fins de construction avant 2012. Toutefois, lorsque l'usage qui est fait de ce bois implique un contact fréquent avec la peau, il est recommandé de l'éliminer pour satisfaire au principe de précaution.

Contact: chemicals@bafu.admin.ch

Annexe D: Profils normaux

banquette avec caniveau à câbles



Normalienplan
Échelle 1: 20

banquette avec caniveau à câbles

Plan N° 4-2-1 banquette avec caniveau à câbles

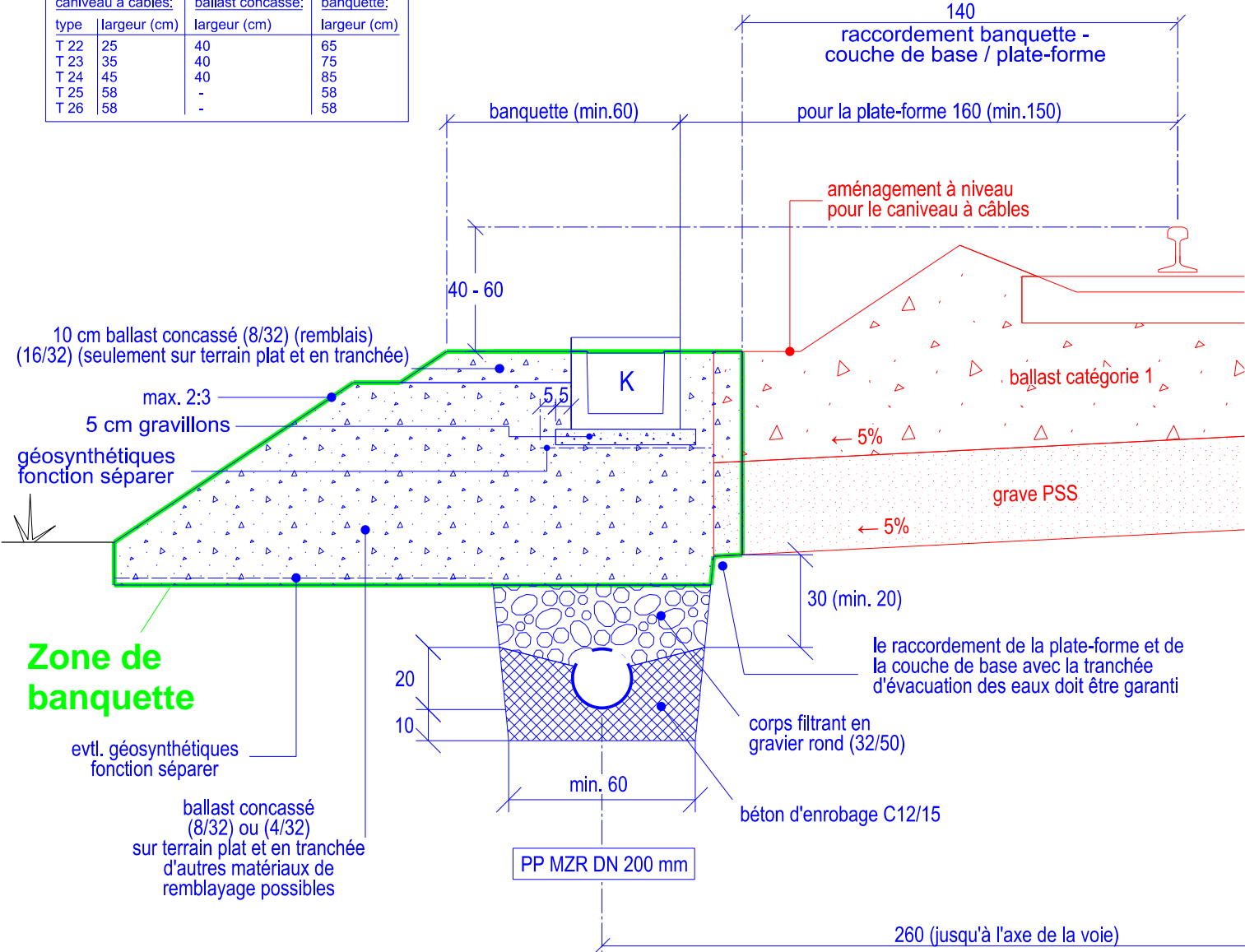
Index: Etabli le: Visa. Contrôle: Visa. Appr. Visa.
--- 24.08.17 mic

Format: A4

Etabli sur la base des données géographiques des CFF ©
Données géo swisstopo 5704003351 © Tous droits réservés aux CFF.
Il n'y a aucune garantie quant à l'exactitude et à la position
exacte des tracés souterrains.

banquette avec caniveau à câbles et évacuation des eaux

caniveau à câbles:		ballast concassé:	banquette:
type	largeur (cm)	largeur (cm)	largeur (cm)
T 22	25	40	65
T 23	35	40	75
T 24	45	40	85
T 25	58	-	58
T 26	58	-	58



SBB CFF FFS

Normalienplan Échelle 1: 20

banquette avec caniveau à câbles et évacuation des eaux

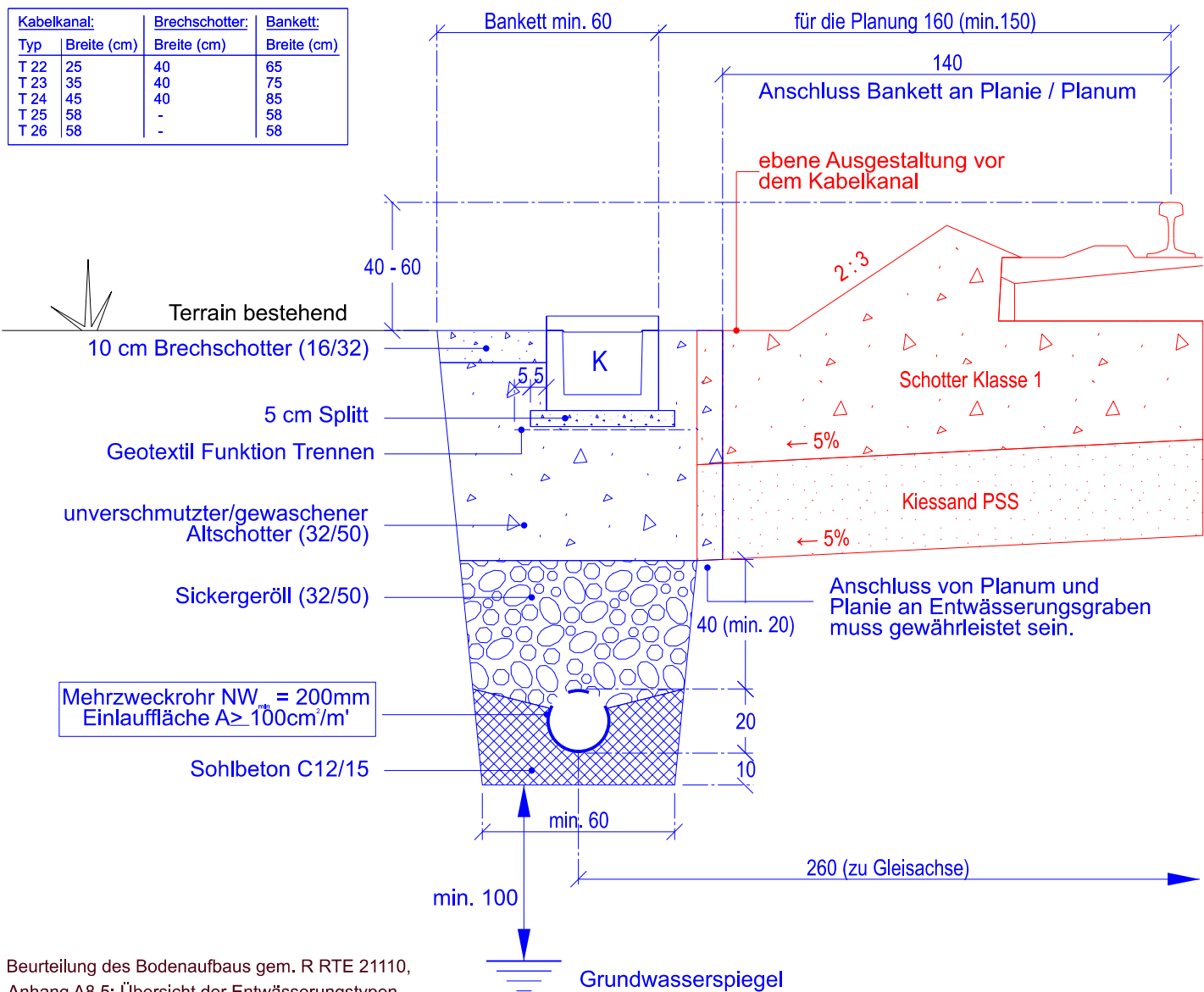
Plan N° 4-2-1 banquette avec caniveau à câbles et évacuation des eaux

Index: Etabli le: Visa. Contrôle: Visa. Appr. Visa.

--- 24.08.17 mic

Typ 4a

Kabelkanal:		Brechsotter:	Bankett:
Typ	Breite (cm)	Breite (cm)	Breite (cm)
T 22	25	40	65
T 23	35	40	75
T 24	45	40	85
T 25	58	-	58
T 26	58	-	58



Beurteilung des Bodenaufbaus gem. R RTE 21110, Anhang A8.5: Übersicht der Entwässerungstypen
Bei Typ 4a $\rightarrow k < 10^{-6} \text{ m/s}$



Normalienplan
Massstab 1: 20

Unterbausanierung mit Entwässerung

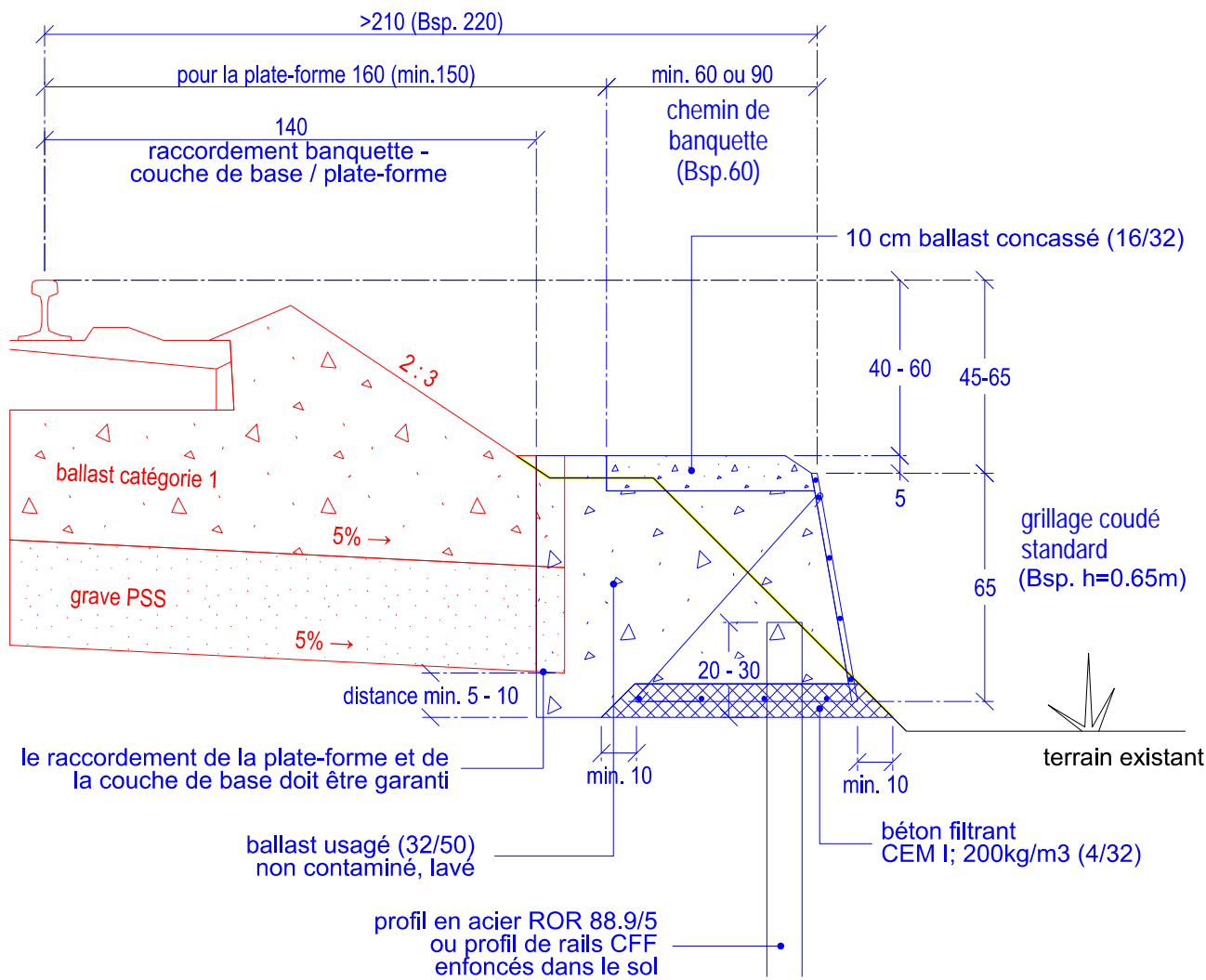
Entwässerung Typ 4a
gem. R RTE 21110 - Unterbau und Schotter

Plan Nr. 4-1-15 Graben Typ4a.dgn

Index:	Erstellt:	Vis.	Geprüft:	Vis.	Freigabe:	Vis.
---	30.01.15	NIB				
	24.03.16	mic				
	21.09.16	mic				
	27.10.16	mic				

Format: A4

Grillage coudé standard pour stabilisation de banquette sans caniveau à câbles



Normalienplan Échelle 1: 20

stabilisation de banquette avec grillage coudé
grillage coudé standard sans caniveau à câbles

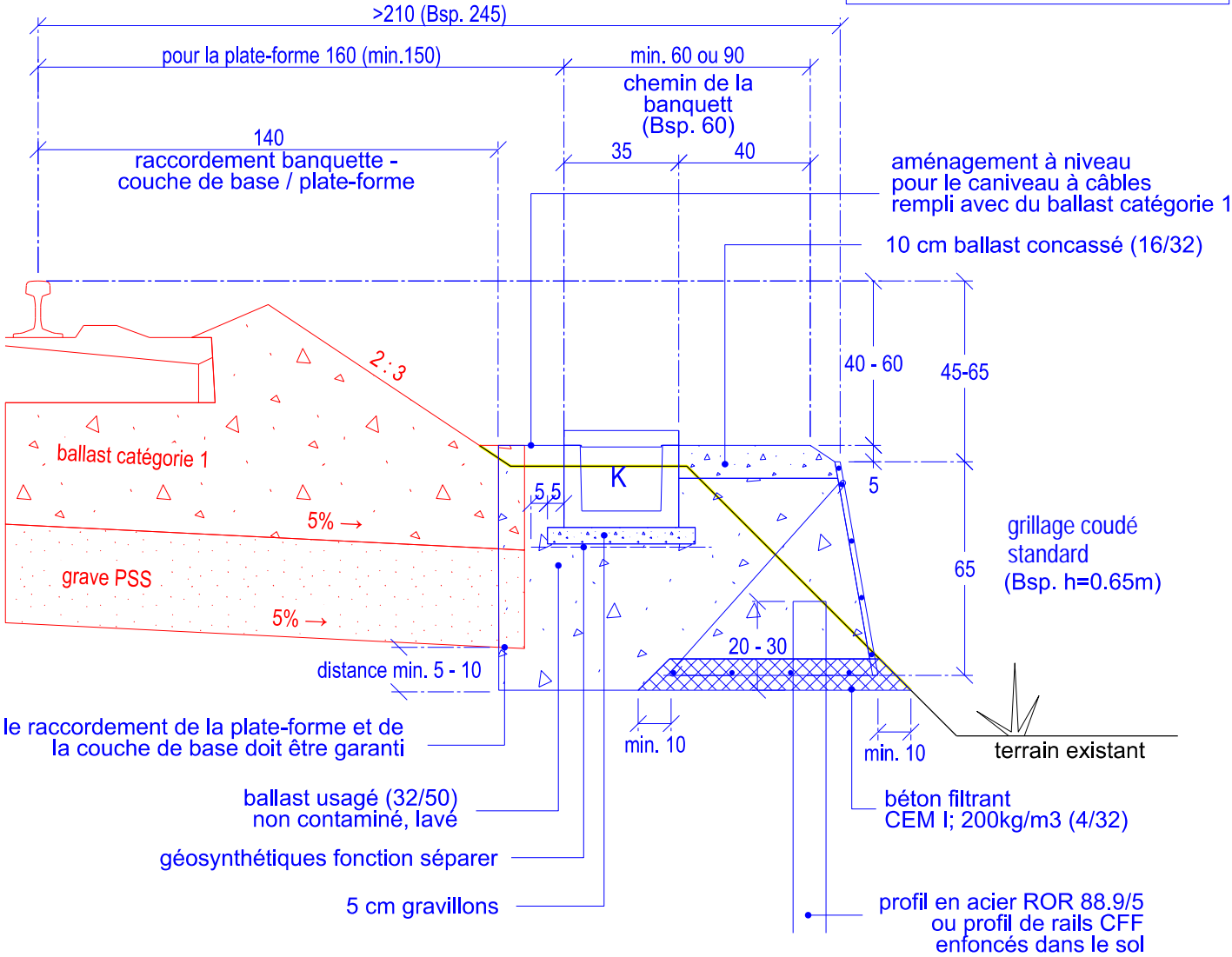
Plan N° 4-3-1 Treillis métallique standard sans caniveau

Index: Etabli le: Visa. Contrôle: Visa. Appr. Visa.

--- 24.08.17 mic

Grillage coudé standard pour stabilisation de banquette avec caniveau à câbles

caniveau à câbles:		ballast concassé:	banquette:
type	largeur (cm)	largeur (cm)	largeur (cm)
T 22	25	40	65
T 23	35	40	75
T 24	45	40	85
T 25	58	-	58
T 26	58	-	58



Normalienplan Échelle 1: 20

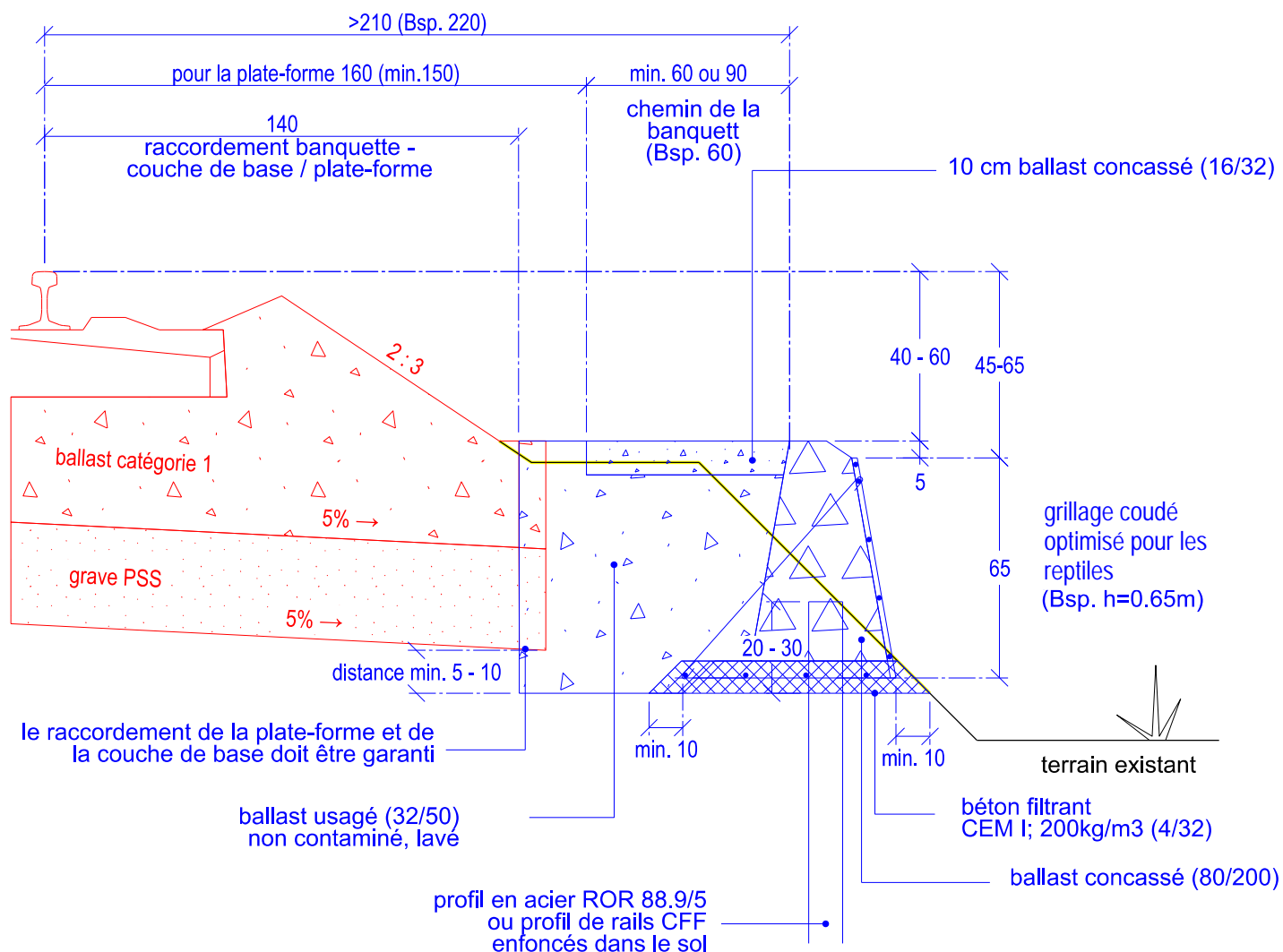
stabilisation de banquette avec grillage coudé
grillage coudé standard avec caniveau à câbles

Plan N° 4-3-2 Treillis métallique standard avec caniveau

Index: Etabli le: Visa. Contrôle: Visa. Appr. Visa.

--- 24.08.17 mic

Grillage coudé standard pour stabilisation de banquette optimisé pour les reptiles



Normalienplan Échelle 1: 20

stabilisation de banquette avec grillage coudé

grillage coudé optimisé pour les reptiles sans caniveau à câbles

Plan N° 4-3-4 Treillis métallique optimisé pour les reptiles sans caniveau

Index: Etabli le: Visa. Contrôle: Visa. Appr. Visa.
--- 24.08.17 mic

Format: A4

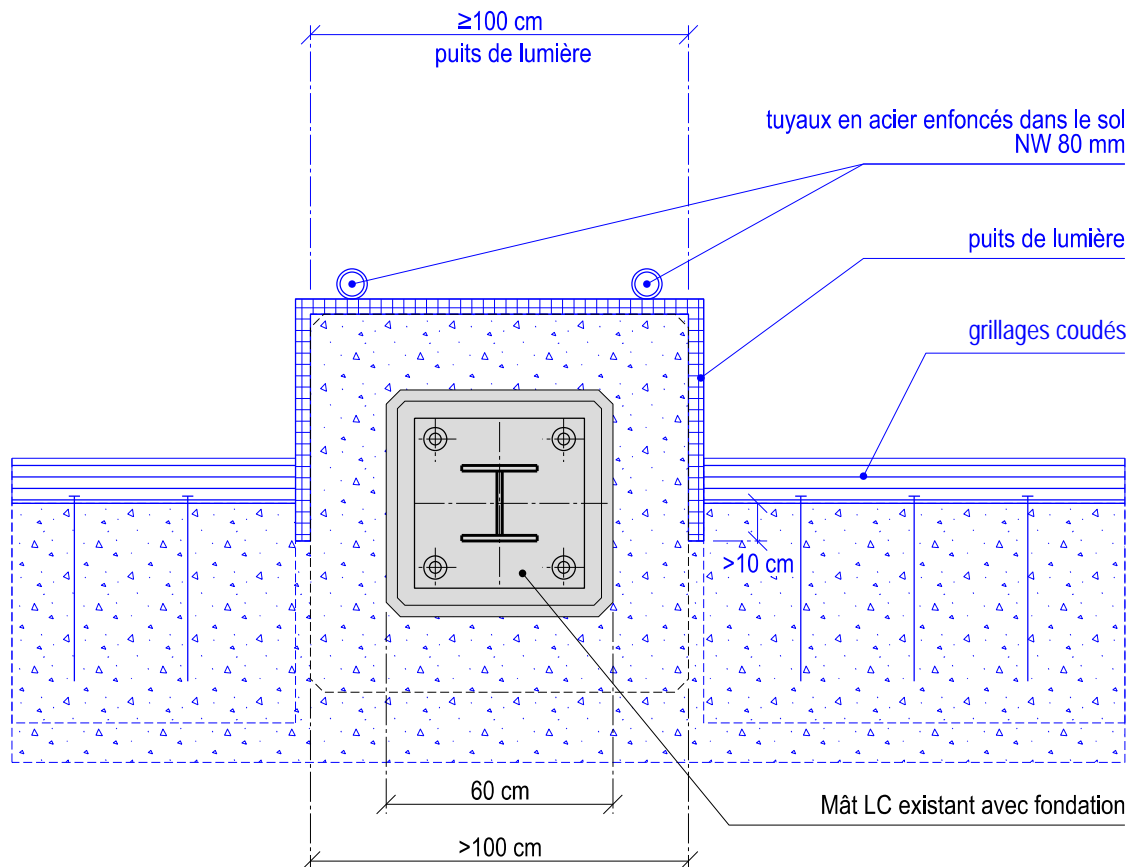
Etabli sur la base des données géographiques des CFF ©
Données géo swisstopo 5704003351 © Tous droits réservés aux CFF.
Il n'y a aucune garantie quant à l'exactitude et à la position exacte des tracés souterrains.

caniveau à câbles:		ballast concassé:	banquette:
type	largeur (cm)	largeur (cm)	largeur (cm)
T 22	25	40	65
T 23	35	40	75
T 24	45	40	85
T 25	58	-	58
T 26	58	-	58



Etabli sur la base des données géographiques des CFF ©
Données géo swisstopo 5704003351 © Tous droits réservés aux CFF.
Il n'y a aucune garantie quant à l'exactitude et à la position
exacte des tracés souterrains.

raccordement des grillages coulés au puits de lumière



Normalienplan Échelle 1: 20

stabilisation de banquette avec grillage coulé

raccordement des grillages coulés au puits de lumière

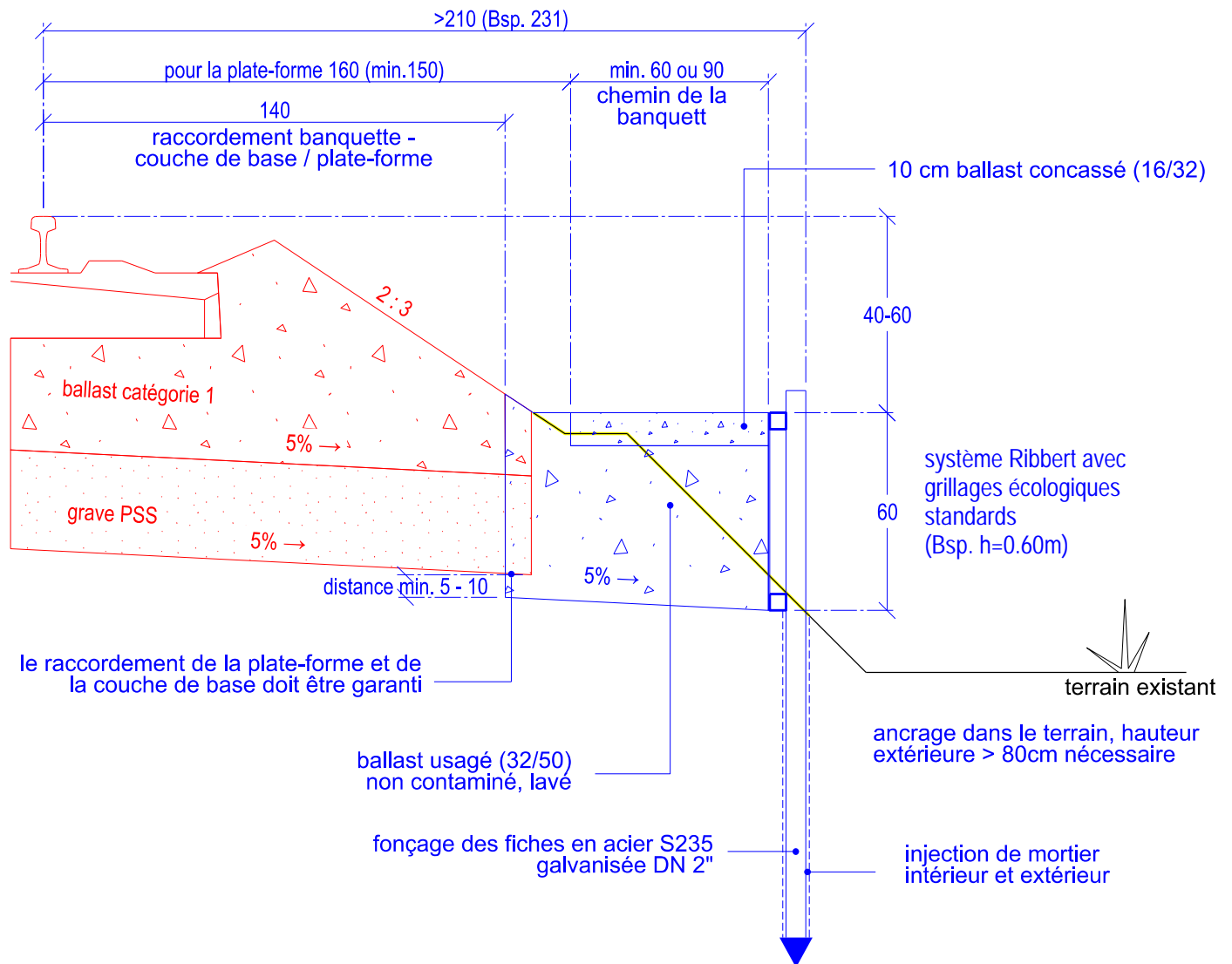
Plan N° 4-3-7 puits de lumière

Index: Etabli le: Visa. Contrôle: Visa. Appr. Visa.
--- 30.08.17 mic

Format: A4

Etabli sur la base des données géographiques des CFF ©
Données géo swisstopo 5704003351 © Tous droits réservés aux CFF.
Il n'y a aucune garantie quant à l'exactitude et à la position
exacte des tracés souterrains.

Système Ribbert avec grillages écologiques standards



Normalienplan

Échelle 1: 20

stabilisation de banquette avec le système Ribbert

système de grillages écologiques standards

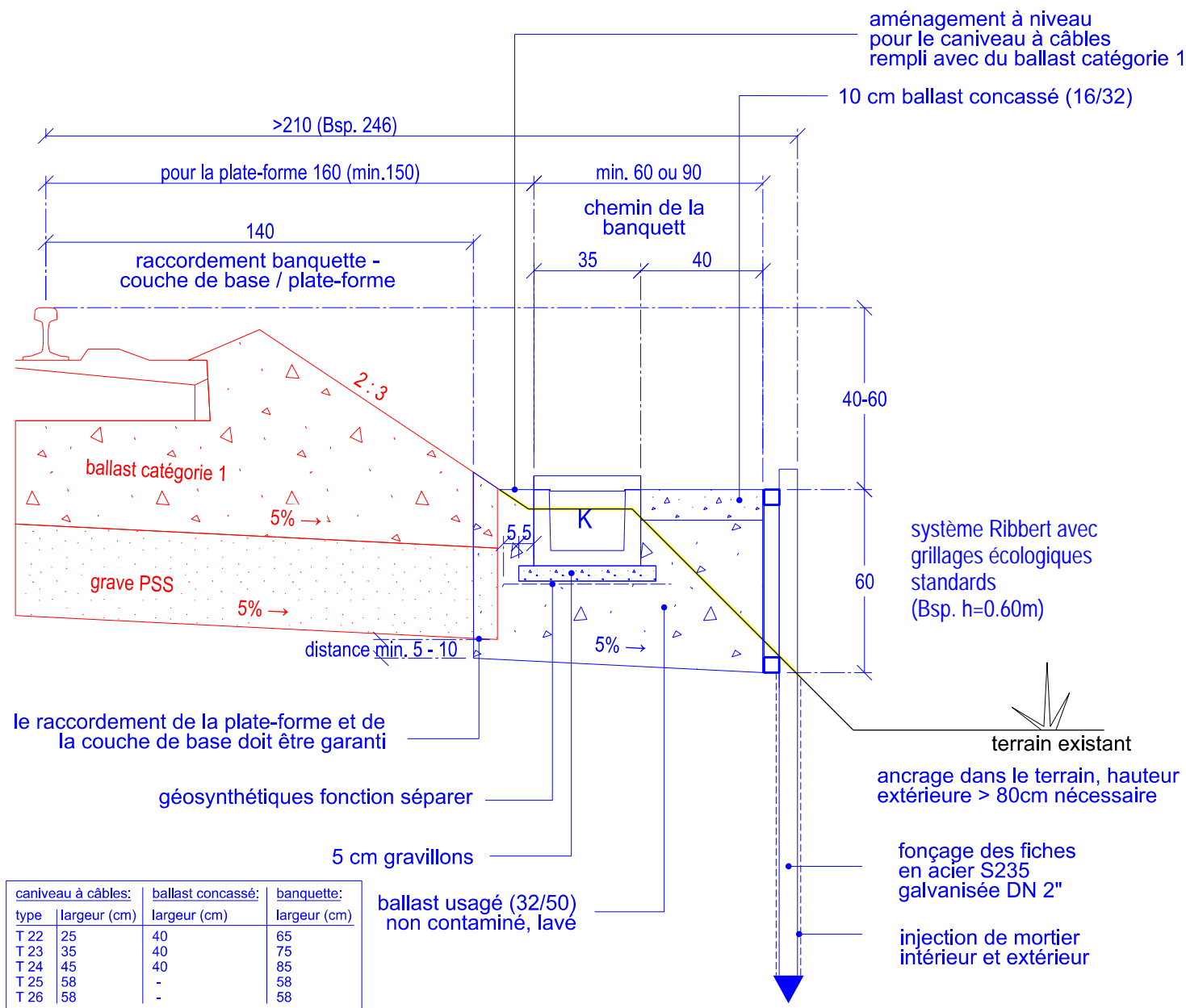
Plan N° 4-3-12 ribbert avec grilles écologistes standards sans caniveau

Index: Etabli le: Visa. Contrôle: Visa. Appr. Visa.
--- 30.08.17 mic

Format: A4

Etabli sur la base des données géographiques des CFF ©
Données géo swisstopo 5704003351 © Tous droits réservés aux CFF.
Il n'y a aucune garantie quant à l'exactitude et à la position
exacte des tracés souterrains.

Système Ribbert avec grillages écologiques standards et caniveau à câbles



caniveau à câbles:		ballast concassé:	banquette:
type	largeur (cm)	largeur (cm)	largeur (cm)
T 22	25	40	65
T 23	35	40	75
T 24	45	40	85
T 25	58	-	58
T 26	58	-	58



Normalienplan Échelle 1: 20

stabilisation de banquette avec le système Ribbert

système de grillages écologiques standards avec caniveau à câbles

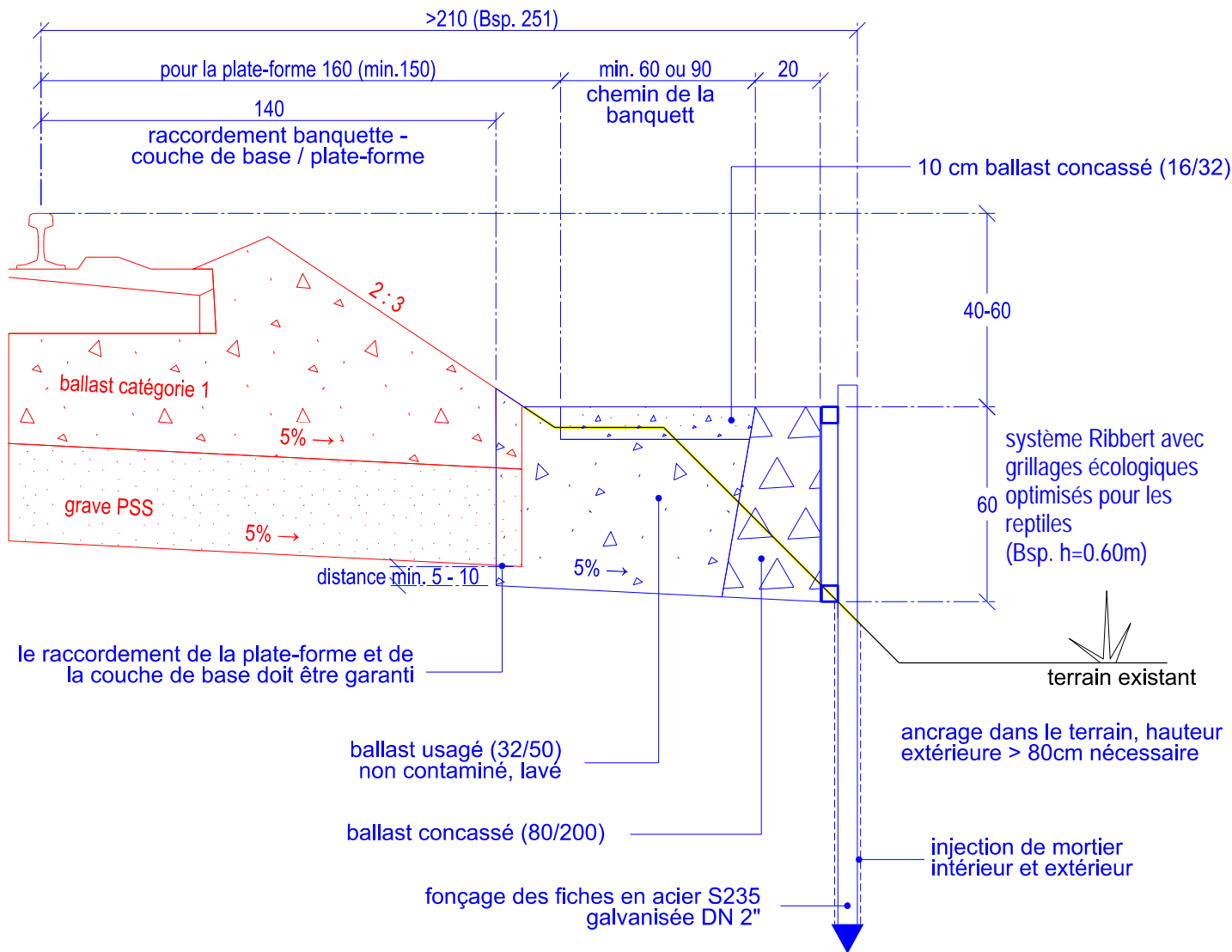
Plan N° 4-3-13 ribbert avec grilles écologistes standards avec caniveau

Index: Etabli le: Visa. Contrôle: Visa. Appr. Visa.
--- 30.08.17 mic

Format: A4

Etabli sur la base des données géographiques des CFF ©
Données géo swisstopo 5704003351 © Tous droits réservés aux CFF.
Il n'y a aucune garantie quant à l'exactitude et à la position
exacte des tracés souterrains.

Système Ribbert avec grillages écologiques optimisés pour les reptiles



SBB CFF FFS

Normalienplan Échelle 1: 20

stabilisation de banquette avec le système Ribbert

système de grillages écologiques optimisés pour les reptiles

SBB, Infrastruktur Projekte
Postfach, 6003 Luzern

Plan N°

4-3-10 ribbert avec grilles écologistes pour les reptiles sans caniveau

Index: Etabli le:

Visa.

Contrôle:

Visa.

Appr.

Visa.

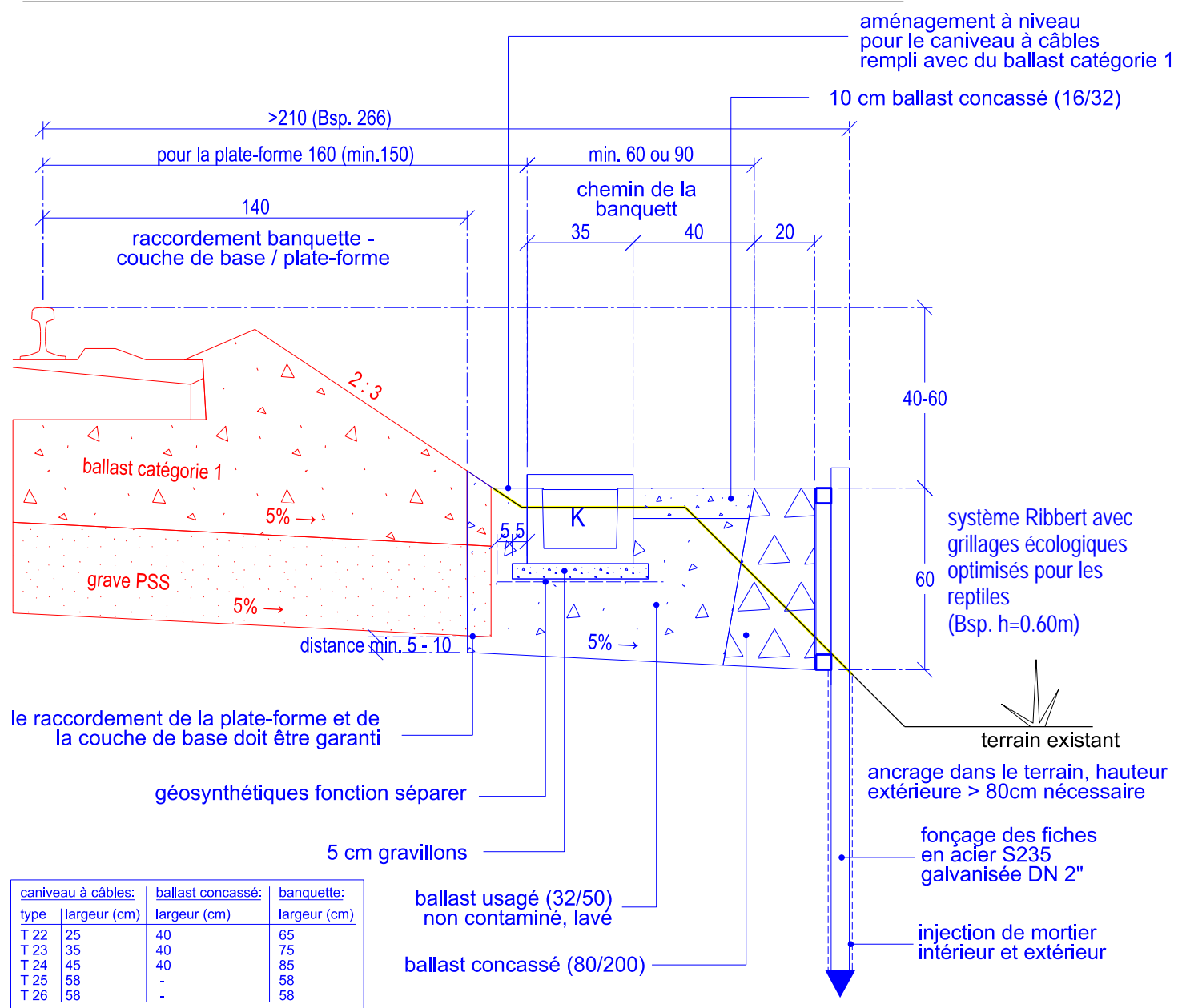
30.08.17

mic

Format: A4

Etabli sur la base des données géographiques des CFF ©
Données géo swisstopo 5704003351 © Tous droits réservés aux CFF.
Il n'y a aucune garantie quant à l'exactitude et à la position
exacte des tracés souterrains.

Système Ribbert avec grillages écologiques optimisés pour les reptiles et caniveau à câbles



Normalienplan Échelle 1: 20

stabilisation de banquette avec le système Ribbert

système de grillages écologiques optimisés pour les reptiles avec caniveau à câbles

SBB, Infrastruktur Projekte
Postfach, 6003 Luzern

Plan N° 4-3-11 ribbert avec grilles écologistes pour les reptiles avec caniveau

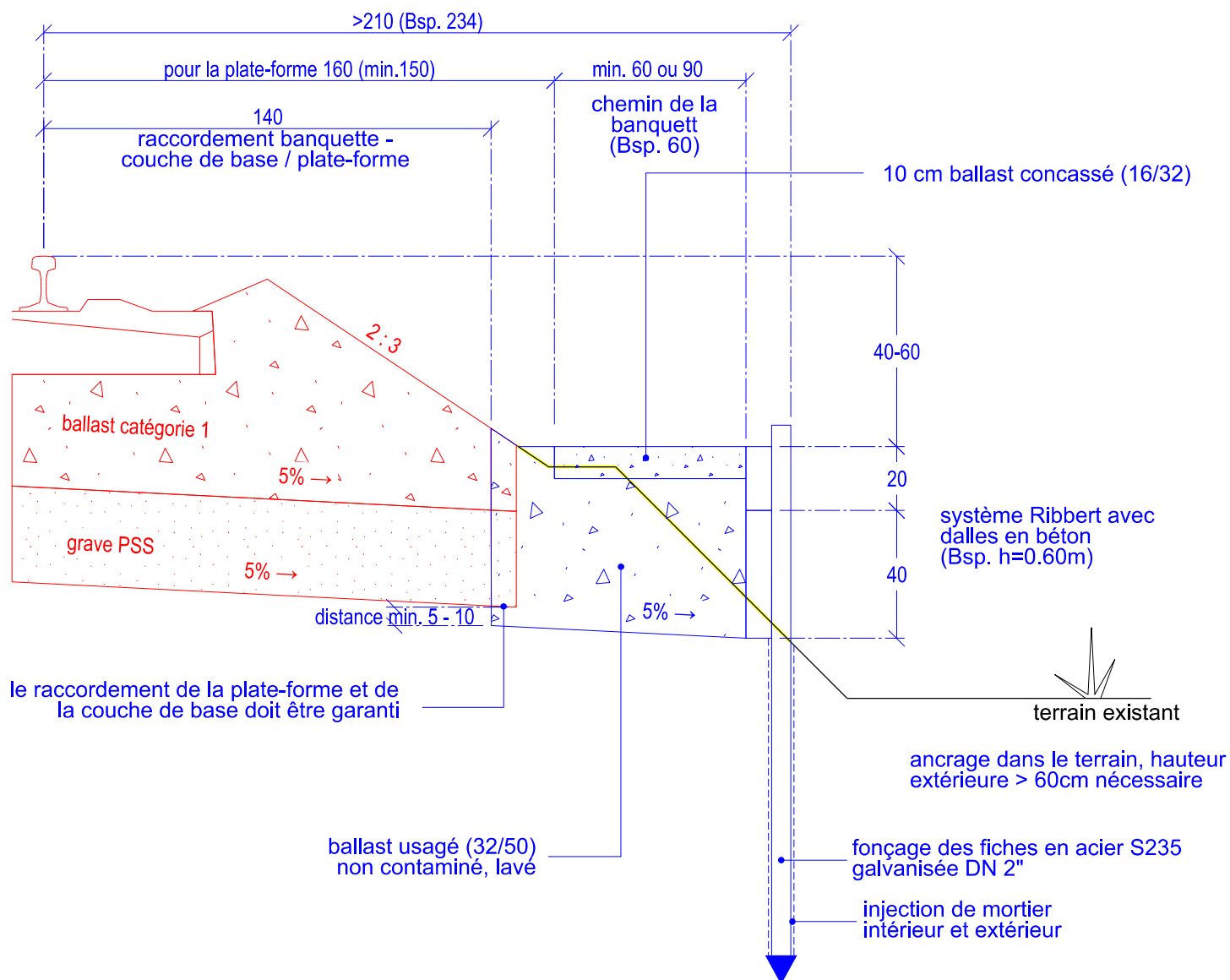
Index: Etabli le: Visa. Contrôle: Visa. Appr. Visa.

--- 30.08.17 mic

Format: A4

Etabli sur la base des données géographiques des CFF ©
Données géo swisstopo 5704003351 © Tous droits réservés aux CFF.
Il n'y a aucune garantie quant à l'exactitude et à la position exacte des tracés souterrains.

Système Ribbert avec dalles en béton



Normalienplan

Échelle 1: 20

stabilisation de banquette avec le systèm Ribbert

systeme de dalles en beton

SBB, Infrastruktur Projekte
Postfach, 6003 Luzern

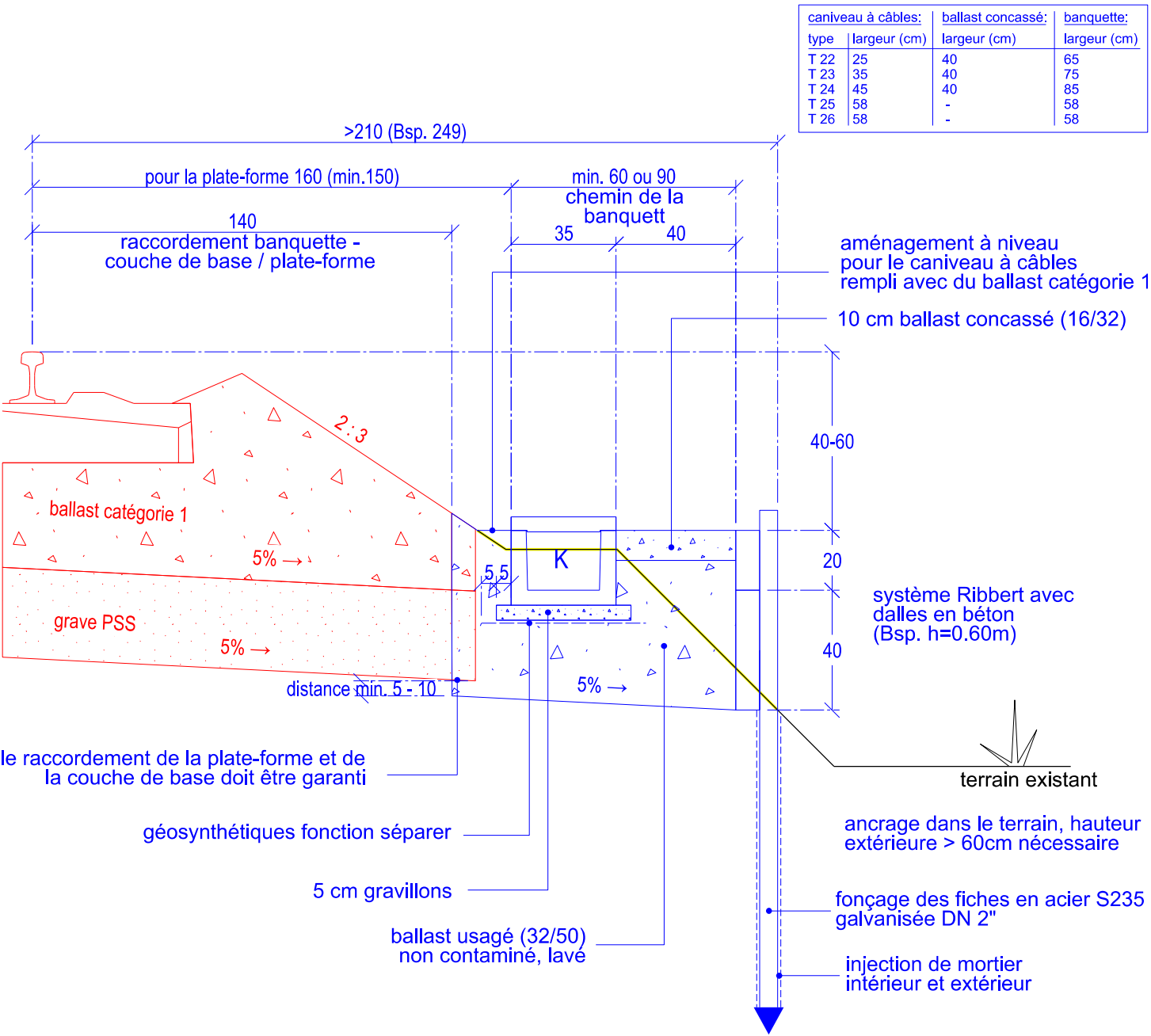
Plan N° 4-3-8 ribbert avec dalles en béton sans caniveau

Index: Etabli le: Visa. Contrôle: Visa. Appr. Visa.
--- 30.08.17 mic

Format: A4

Etabli sur la base des données géographiques des CFF ©
Données géo swisstopo 5704003351 © Tous droits réservés aux CFF.
Il n'y a aucune garantie quant à l'exactitude et à la position
exacte des tracés souterrains.

Système Ribbert avec dalles en béton et caniveau à câbles



Normalienplan Échelle 1: 20

stabilisation de banquette avec le système Ribbert

système de dalles en béton avec caniveau à câbles

SBB, Infrastruktur Projekte
Postfach, 6003 Luzern

Plan N° 4-3-9 ribbert avec dalles en béton avec caniveau

Index: Etabli le: Visa. Contrôle: Visa. Appr. Visa.
--- 30.08.17 mic

Format: A4

Etabli sur la base des données géographiques des CFF ©
Données géo swisstopo 5704003351 © Tous droits réservés aux CFF.
Il n'y a aucune garantie quant à l'exactitude et à la position
exacte des tracés souterrains.