

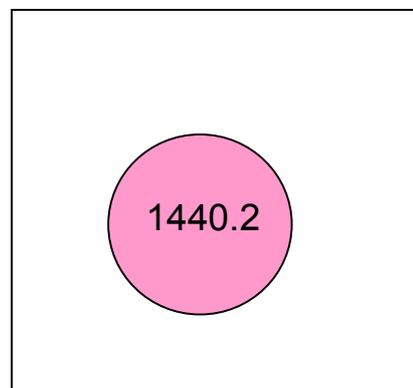
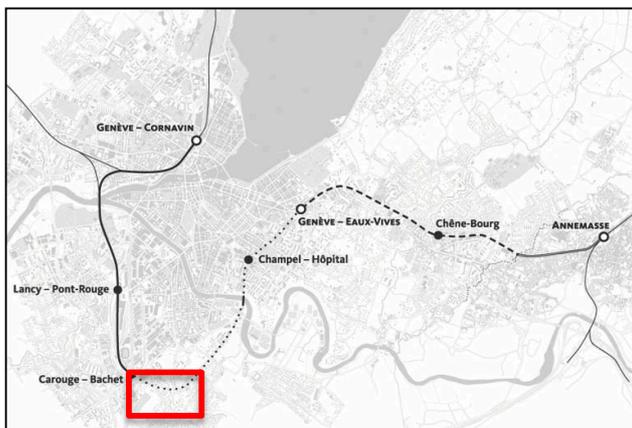


# CEVA

## Pinchat Ouest km 65.770 à 66.230

### RAPPORT TECHNIQUE

<b>CFF SA, Berne</b> Infrastructure-I-PJ-CEV <b>Projet CEVA</b> Le directeur de projet	<b>Canton de Genève</b> DETA – Projet CEVA  L'ingénieur cantonal	<b>Direction du projet</b>  Auteur(s) du projet
A. Da Trindade	C. Joseph	D. Calderara



Genève, le 14.12.2016

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Bases .....</b>	<b>3</b>
2.1	Lois et ordonnances .....	3
2.2	Normes .....	3
2.3	Documents de projet.....	3
2.4	Plans .....	4
<b>3</b>	<b>Interfaces .....</b>	<b>4</b>
3.1	Interfaces avec le génie-civil.....	4
3.1.1	Infrastructure de la voie en tunnel et tranchée couverte.....	4
3.1.2	Banquettes .....	4
3.1.3	Ponts.....	4
<b>4</b>	<b>Voie sans ballast (VSB) .....</b>	<b>5</b>
4.1	Introduction.....	5
4.2	Exigences fonctionnelles .....	5
4.3	Description des systèmes et déroulement des travaux .....	5
4.3.1	Types de pose .....	5
4.3.2	Répartition .....	7
4.5	Exigences techniques.....	8
4.5.1	Composants du système.....	8
4.5.2	Spécificités des zones de transition .....	9
4.5.3	Géométrie de la voie .....	10
4.5.4	Bétons .....	10
<b>5</b>	<b>Dalles flottantes (DFL).....</b>	<b>11</b>
5.1	Introduction.....	11
5.2	Exigences fonctionnelles .....	11
5.2.1	Généralités et principes de dimensionnement .....	11
5.2.2	Systèmes des dalles flottantes.....	12
5.3	Description des systèmes et déroulement des travaux .....	12
5.3.1	Dalle flottante légère type D.....	12
5.4	Dalles flottantes moyennes (DFL C) et lourdes (DFL B).....	14
5.4.1	Système B .....	14
5.4.2	Transitions entre types de VSB et types de dalles flottantes .....	16
5.5	Exigences techniques DFL.....	17
5.5.1	Nattes antivibratoires .....	17
5.5.2	Bétons pour dalles flottantes et prédalles.....	19
5.5.3	Béton dalle flottante.....	19
<b>6</b>	<b>Chambres de drainage .....</b>	<b>20</b>
6.1	Exigences fonctionnelles chambres de drainage .....	20
6.1.1	Description du système.....	20
6.1.2	Détails liées aux dalles flottantes .....	20
6.2	Exigences techniques chambre de drainages.....	20
<b>7</b>	<b>Sollicitation à jeune âge des dalles et bétons.....</b>	<b>21</b>
7.1	Circulation de chantier sur les dalles flottantes et béton de structure .....	21
7.2	Circulation de chantier sur la voie ferrée après réalisation du béton de calage ...	21
<b>8</b>	<b>Programme de réalisation .....</b>	<b>21</b>

# 1 Introduction

Le présent document décrit les systèmes de voie et de dalles flottantes prévues sur le projet CEVA ainsi que les travaux liés à ces éléments de technique ferroviaire

Les chapitres suivants donnent une description des éléments de voies prévus et précisent les conditions d'exécution.

<b>Abréviations</b>	
MO	Maitrise d'ouvrage (Direction de projet CEVA, Genève)
BAMO	Bureau d'assistance au maître d'ouvrage (RS Ingénieurs, Jongny VD)
MOE-VSB	Maitrise d'œuvre de la voie sans ballast (Aegerter & Bosshardt SA, Bâle)
MOE-DFL	Maitrise d'œuvre des dalles flottantes (Emch+Berger SA, Lausanne)
EG	Entreprise générale de technique ferroviaire
DFL	Dalle flottante
VSB	Voie sans ballast
LVT	Low Vibration Track
LVT-HA	Low Vibration Track High Attenuation

## 2 Bases

### 2.1 Lois et ordonnances

Selon convention d'utilisation (D 1400.5.2) §8.3.

### 2.2 Normes

Selon convention d'utilisation (D 1400.5.2) §8.4 et 8.5.

### 2.3 Documents de projet

<b><i>N° de document</i></b>	<b><i>Description</i></b>
1440.5.2	Convention d'utilisation du 04.11.2016
-	Courrier CFF I-AT-FBI du 21.11.2011 concernant les transitions entre systèmes de voie
-	
-	

## 2.4 Plans

<i>N° de document CEVA</i>	<i>Statut</i>	<i>Description</i>
1400.5.1	DAP mai 2008	Plan de situation de la voie ferrée
1440.4.3	Selon plan ci-joint	Plan synoptique de la voie ferrée
1440.4.4	Selon plan ci-joint	Profil normal de la voie ferrée

## 3 Interfaces

### 3.1 Interfaces avec le génie-civil

#### 3.1.1 Infrastructure de la voie en tunnel et tranchée couverte

L'infrastructure de la voie sera réalisée par les lots de génie civil.

Les interfaces détaillées sont indiquées dans les profils types. Tous les éléments en noir et gris sont réalisés par le génie-civil.

La tolérance de réglage de l'infrastructure en altitude demandée au génie-civil est +0/-4cm.

#### 3.1.2 Banquettes

Les banquettes sont réalisées par les lots de génie civil.

Les interfaces détaillées sont indiquées dans les profils types. Tous les éléments en noir et gris sont réalisés par le génie-civil.

La tolérance d'implantation des banquettes demandée au génie-civil est +2/-2cm, en altitude et en plan.

#### 3.1.3 Ponts

Le pont du Val d'Arve et celui de la Seymaz, y compris les banquettes et bossages, sont réalisés par le génie civil.

Les interfaces détaillées sont indiquées dans les profils types. Tous les éléments en noir et gris sont réalisés par le génie-civil.

La tolérance d'implantation des banquettes demandée au génie-civil est +2/-2cm, en altitude et en plan.

## **4 Voie sans ballast (VSB)**

### **4.1 Introduction**

Il est prévu de poser de la voie sans ballast dans la partie souterraine du CEVA, plus précisément du Km 65.675 à la frontière franco-suisse. La partie française sera également équipée de voie sans ballast.

La voie sans ballast sera de type LVT (Low Vibration Track). Ce système est actuellement employé dans le tunnel sous la Manche (1993) mais également en Suisse, par exemple dans les tunnels du Grauholz (1995), du Zimmerberg (2004), du Lötschberg (2004) et du Weinberg (2014). Il équipera également les tunnels du Gotthard (2016), du Ceneri (2019) et d'Eppenberg (2020).

### **4.2 Exigences fonctionnelles**

La voie sans ballast devra assurer le guidage des trains dans les conditions définies dans la convention d'utilisation, notamment en ce qui concerne :

- la géométrie du tracé,
- la charge à l'essieu admissible,
- le trafic prévisionnel,
- la durée de vie des composants de la voie,
- la réduction des vibrations,
- la transition progressive entre zones de rigidité différente.

Le choix de la voie sans ballast se justifie également par l'objectif de réduire le coût global du cycle de vie de la voie ferrée grâce à une réduction significative des coûts de maintenance.

La voie sans ballast sera construite :

- soit directement sur le radier du génie civil,
- soit sur un système de dalle flottante (voir §5 suivant),
- soit sur le tablier des ouvrages (pont du Val d'Arve et de la Seymaz).

Sur les ouvrages d'arts (pont du Val d'Arve et de la Seymaz) ainsi qu'au niveau des appareils de voie, une pose spéciale sera prévue. Le système mis en œuvre devra permettre de s'affranchir d'appareils de dilatation.

Le remplacement des blochets et traverses devra être possible par simple levage.

### **4.3 Description des systèmes et déroulement des travaux**

#### **4.3.1 Types de pose**

##### **4.3.1.1 Pose sur radier génie civil**

Dans les zones hors dalles flottantes et ouvrages d'art, la voie ferrée est posée directement sur le radier du génie civil.

La voie se compose alors :

- d'un béton de structure
- du système de voie LVT ou LVT-HA maintenu dans un béton de calage

#### **4.3.1.1.1 Construction du béton de structure**

La construction du béton de structure s'opère voie par voie selon le procédé suivant :

- réception du support génie civil (radier et banquettes), vérification de la qualité du support et des tolérances d'exécution
- nettoyage du support (poussière et eau stagnante)
- pose d'un film plastique contre la banquette
- coffrage de l'entrevoie et des chambres de drainage, pose des tuyaux de drainage
- bétonnage
- balayage de la surface du béton
- couverture avec un film plastique pendant 7 jours.
- fraisage des joints de retrait (intervalle de 4.80 m) dans les 12 heures suivant le bétonnage (alternative : pose d'un profilé sur le radier avant bétonnage pour assurer le contrôle de la fissuration)

#### **4.3.1.1.2 Construction du béton de calage**

La construction de la voie ferrée s'opère voie par voie selon le procédé suivant :

- réception du béton de structure vérification de la qualité du support et des tolérances d'exécution
- pose de la voie ferrée
- coffrage des chambres de drainage, réservation des rigoles, pose des caniveaux
- réglage approximatif puis réglage fin de la voie ferrée
- protection des rails et des blochets avec un film plastique
- humidification du béton de structure pendant 48h avant le bétonnage
- vérification finale de la géométrie de la voie et documentation
- bétonnage
- cure du béton
- décoffrage

#### **4.3.1.2 Pose sur dalle flottante (y.c. découplage des ponts)**

Dans le cas d'une pose sur dalle flottante, cette dernière se substitue au béton de structure.

La réalisation de la voie ferrée s'effectue alors selon les dispositions décrites au §4.3.1.1.2. Du fait de la présence de nattes (antivibratiles ou de découplage) le long des banquettes, la pose d'un film plastique sur ces dernières n'est pas nécessaire.

#### 4.3.2 Répartition

Le tableau suivant résume les différents cas de pose :

<b>Km</b>	<b>Type de voie</b>	<b>Infrastructure</b>
65'775 – 66'065	<b>DFL D</b>	Radier génie civil
66'065 – 66'255	<b>DFL B+</b>	Radier génie civil

Conformément aux charges de la DAP, des mesures de vibrations ont été effectués à la fin de réalisation du génie-civil.

Le présent document a été mis à jour pour le secteur considéré sur la base des résultats de mesures obtenus sur ce secteur (voir notice d'impact sur l'environnement N°1440.3).

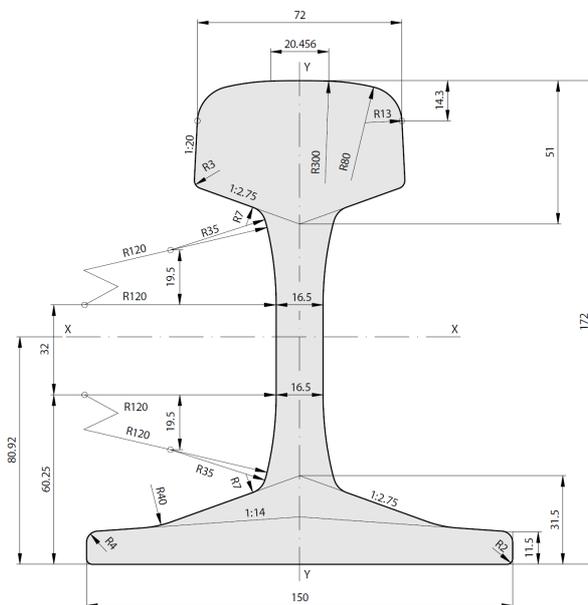
## 4.5 Exigences techniques

### 4.5.1 Composants du système

#### 4.5.1.1 Rails

Les rails répondront aux caractéristiques suivantes :

- profil : UIC 60E1 (SBB VI)
- dureté: R260VQ/R350HT, selon Plan de la Voie sans Joint (Pièce 215)
- soudure: selon règlement R RTE 22240. L'ensemble des soudures devront être réalisées par étincelage selon un procédé agréé en Suisse. Toute exception à cette règle devra faire l'objet d'une dérogation écrite de la part du maître d'ouvrage. Aucune soudure ne devra être réalisée dans les zones de transitions ainsi que dans un espace de 10m avant et après chaque zone de transition. Les contre rails ne seront pas soudés.
- longueur: 108m
- écartement: 1435mm



#### 4.5.1.2 Traverses et attaches

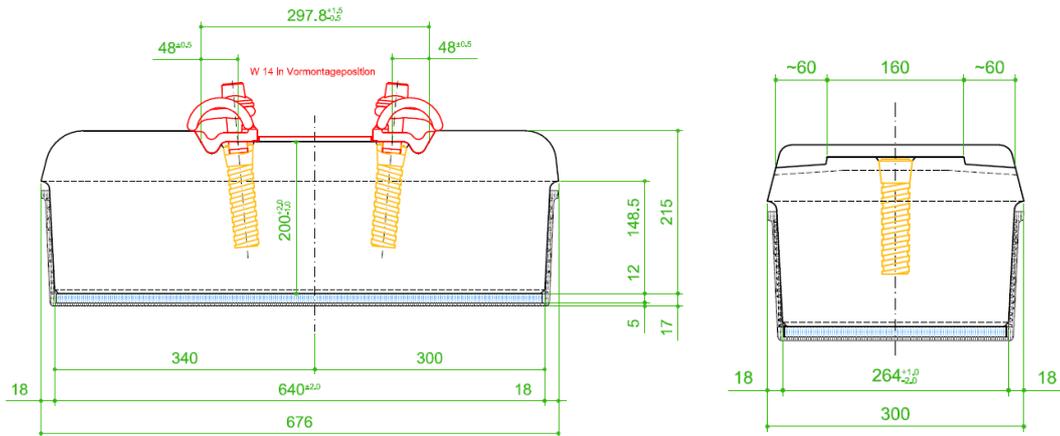
##### 4.5.1.2.1 Système LVT standard

Le système LVT standard se compose d'un blochet en béton armé (dimensions : 640\*264 mm) séparé du béton de calage par un chausson en caoutchouc. A l'intérieur du chausson, le blochet repose sur une semelle en élastomère dont la rigidité permet de mieux répartir les efforts dans le béton de calage tout en garantissant un amortissement des sons solidiens.

Le rail est maintenu sur le blochet grâce un système de fixations type Vossloh W14 constitué de :

- d'une semelle élastique type Zw 700 / 100 kN/mm
- de deux tirefonds ULS7
- de deux gaines Sdü9a ou 26
- de deux butées latérales Wfp14k
- de deux attaches élastiques Sk114.

Lors de la pose, le blochet est incliné de façon à ce que l'axe des rails soit incliné au  $1/40^e$ .



#### 4.5.1.2.2 Système LVT-HA

Les blochets LVT-HA sont identiques en tous points aux blochets LVT standard, mis à part leur dimension plus grande (640\*340 mm) destinée à accroître l'amortissement des sons solidiens.

#### 4.5.1.2.3 Pose pour appareils de voie

Dans les zones d'appareils de voie, on utilisera des traverses monobloc en béton armé (section : 200\*280/300mm) séparées du béton de calage de façon analogue au système LVT (chausson en caoutchouc et semelle en élastomère).

La longueur des traverses sera déterminée de façon à ce que la distance entre le bout de la traverse et l'axe de la voie la plus proche ne dépasse pas 1100mm.

Les systèmes d'attaches correspondront aux types standards utilisés pour les appareils de voie posés sur traverses béton.

#### 4.5.1.2.4 Pose spéciale sur le pont de la Seymaz

Sur le pont de la Seymaz, on utilisera des traverses monobloc en béton armé (section : 200\*280/300mm) séparées du béton de calage de façon analogue au système LVT (chausson en caoutchouc et semelle en élastomère).

La longueur des traverses est fixée à 2200mm.

Il n'est pas prévu d'appareil de dilatation.

Les attaches des rails présenteront une résistance réduite au cheminement : elles seront de type Skl 24 LT avec une semelle élastique type Zw 700. Ce système d'attache sera posé sur le pont ainsi que 40m de part et d'autre du pont.

Les selles utilisées garantiront l'inclinaison du rail au  $1/40^e$ . Les contre-rails resteront horizontaux.

#### 4.5.2 Spécificités des zones de transition

Entre deux zones de pose de voie différentes, il sera défini des zones de transition (longueur 25m) dans lesquelles la rigidité de la semelle en élastomère se trouvant dans le chausson en caoutchouc pourra varier par paliers de façon à assurer une transition progressive entre les zones de rigidité différente.

### 4.5.3 Géométrie de la voie

#### 4.5.3.1 Voie courante

La géométrie de la voie respectera le règlement CFF R I-22070 et les dispositions complémentaires énoncées ci-dessous

<b>Ecartement</b>	<i>Ecart ponctuel maximal par rapport à la valeur nominale (1435mm)</i>	+3 mm - 1 mm
	<i>Ecart moyen maximal par rapport à la valeur nominale (1435mm) mesuré sur une longueur glissante de 2000m avec un intervalle entre deux mesures consécutifs inférieur à 50cm</i>	+1.5 mm - 0.5 mm
	<i>Ecart-type maximal</i>	0.5 mm
<b>Dévers</b>	<i>Ecart ponctuel maximal par rapport à la valeur prescrite</i>	± 2 mm
<b>Gauche (base 3m)</b>	<i>Ecart par rapport à la valeur prescrite</i>	± 0.5 ‰
	<i>Valeur maximale</i>	2 ‰
<b>Dressage(*)</b>	<i>Marge (base 10m)</i>	3 mm
	<i>D1 : 3m &lt; λ ≤ 25m</i>	± 1.5 mm
<b>Dressage absolu</b>	<i>Ecart ponctuel maximal par rapport au point de repérage</i>	± 2 mm
<b>Nivellement longitudinal (*)</b>	<i>Marge (base 10m)</i>	3 mm
	<i>D1 : 3m &lt; λ ≤ 25m</i>	± 1.5 mm
<b>Nivellement longitudinal absolu</b>	<i>Ecart ponctuel maximal par rapport au point de repérage</i>	± 2 mm

(\*) λ = gamme de longueur d'ondes selon EN 13848-1. La valeur de D1 est déduite de la mesure de la corde de base 10m.

### 4.5.4 Bétons

Le béton de structure pourra être éventuellement armé. Le béton de calage ne sera pas armé.

Les bétons de structure et de calage présenteront une résistance minimale à la flexion de  $f_{cb, min} = 5.5 \text{ N/mm}^2$ .

Les fissures dans le béton de structures dont la largeur serait supérieure ou égale à 0.5mm seront injectées.

Pendant le bétonnage, la qualité du béton de calage, la géométrie de la surface et la formation d'éventuelles bulles sont à surveiller selon les dispositions décrites dans le plan de contrôle.

La surface des bulles d'air au contact de la sous-face du chausson en caoutchouc ne devra pas excéder 10% de la surface de cette sous-face. Le diamètre des bulles d'air ne devra pas excéder 3cm.

## **5 Dalles flottantes (DFL)**

### **5.1 Introduction**

Sur certains tronçons du projet CEVA des mesures complémentaires de réduction de vibrations et de bruits solidiens ont été définis dans le cadre de la procédure d'autorisation de construire pour répondre aux craintes et demandes des riverains. Sur ces tronçons la voie sans ballast est réalisée comme système masse-ressort, composé d'une dalle sans joints sur appuis élastiques, appelé ci-après dalles flottantes (DFL).

Selon les exigences des dalles flottantes de type léger (D) ou lourd (B+) sont prévues.

Les systèmes LVT et LVT-HA ne sont pas considérés comme DFL dans le cadre du présent projet, même s'ils ont également un effet de protection contre les vibrations.

### **5.2 Exigences fonctionnelles**

#### **5.2.1 Généralités et principes de dimensionnement**

Toutes les prescriptions et exigences relatives à la fonction de mesure de protection décrites ci-dessous, visant à la diminution des vibrations et des bruits solidiens, doivent être satisfaites pendant toute la durée de vie prévue en tenant compte des paramètres d'utilisation de l'exploitation ferroviaire.

Les éléments élastiques des systèmes masse-ressorts intégrés dans la voie devront être constitués des nattes USM éprouvées dans des projets comparables.

La fréquence propre requise des systèmes DFL doit être démontrée sous la charge du poids propre du système complet de voie et des charges variables, pour toutes les sections des tronçons de protection.

Les éléments de preuve statiques et dynamiques relatifs aux systèmes doivent être apportés en tenant compte des différents cas de charges axiales et de vitesses.

Les tronçons de protection à réaliser avec les différents types de DFL sont résumés sur le plan synoptique (document 1440.4.3).

Afin de garantir un drainage surfacique au niveau des nattes et d'assurer une évacuation ciblée de l'eau sur les radiers, ces derniers présentent une pente transversale vers le centre.

Les nattes USM ne devront pas empêcher cet écoulement et faire office de barrage. L'écoulement devra être garanti soit en prévoyant des passages drainants entre nattes, soit en utilisant des nattes avec des sous-faces drainantes.

La forme ou le profilé géométrique de la sous-face de la natte doit compenser les défauts de planéité du radier et garantir la protection constante donnée par les systèmes DFL.

La détermination des caractéristiques statiques et dynamiques des nattes sous les surcharges définies pour le projet, ainsi que le déroulement des essais de matériaux doivent se faire selon DIN 45 673 partie 7.

La reprise des efforts longitudinaux de température et de freinage est prévue continuellement par frottement sur le radier et contre les banquettes et non seulement en extrémité des tronçons de dalles flottantes.

La conception des transitions tient compte des exigences formulées au chapitre 5.4.2 du présent document.



### 5.3.1.2 Travaux préparatoires

Avant la pose des nattes les travaux suivants sont à réaliser :

- Prise de possession du génie-civil, contrôle de la qualité du support, contrôles géométriques
- Réalisation des rampes de transition entre les différents niveaux de radier de génie-civil
- Nettoyage du radier et des parois des banquettes (libérer les surfaces de la poussière et de l'eau stagnante)
- Préparation des raccordements aux conduites d'évacuation d'eau du génie-civil selon plan (pièce 212). Les raccordements devront être réalisés au moyen de manchons coulissants, afin d'absorber les mouvements de la dalle flottante.
- Couvrir la cunette centrale du radier génie-civil. Une position spécifique est prévue dans le devis descriptif pour la rémunération de l'ensemble de ces travaux préparatoires.

### 5.3.1.3 Pose des nattes

Les nattes de sol et les nattes contre banquettes sont à poser selon les instructions des fournisseurs. Il faut absolument éviter que des ponts acoustiques puissent apparaître pendant le bétonnage, notamment au niveau des bossages.

Les nattes devront également être fixées convenablement au sol et contre les banquettes pour ne pas bouger pendant le bétonnage.

L'extrémité supérieure des nattes placées contre les banquettes devra être étanchée avec des profils en Z selon indications des fournisseurs, pour éviter que de l'eau ou béton ne puisse s'infiltrer entre les nattes et la banquette.

Les essais de convenance des nattes sont à réaliser selon les instructions du fournisseur.

### 5.3.1.4 Bétonnage de la dalle flottante

#### Travaux préparatoires

- Nettoyage des nattes (libérer les surfaces de la poussière et de l'eau stagnante)
- Pose des tuyaux d'évacuation des eaux de la plate-forme y compris des avaloirs et raccordements aux conduites du génie-civil
- Rehaussement des chambres de drainage, avec joint élastique selon plan de détail.

#### Bétonnage de la dalle

La dalle est à réaliser en deux étapes transversales, une voie après l'autre. Les côtés intérieurs des virages doivent être réalisés en premier.

L'arrêt de bétonnage longitudinal qui découle de cette manière de faire sera traité et rendu rugueux pour assurer une liaison entre les deux parties. Les contrôles réguliers de la qualité du béton seront effectués selon le plan de contrôle.

L'armature devra reposer sur des taquets spécialement adaptés à la présence de nattes. L'armature devra être contrôlée avant bétonnage avec établissement d'un protocole de réception.

#### Traitement de surface et de cure

- Rendre rugueux la surface de contact entre le béton de la dalle flottante et le béton de calage (coup de râteau) afin de créer une liaison monolithique entre les deux bétons.
- Protection de la face supérieure avec du plastique de construction, pendant au moins 7 jours.
- fraisage des joints de retrait (intervalle de 4.80 m) dans les 12 heures suivant le bétonnage

- Les fissures avec des ouvertures > 0.5 mm devront être injectées à refus selon les règles de l'art.

## 5.4 Dalles flottantes moyennes (DFL C) et lourdes (DFL B)

### 5.4.1 Système B

#### 5.4.1.1 Description des systèmes

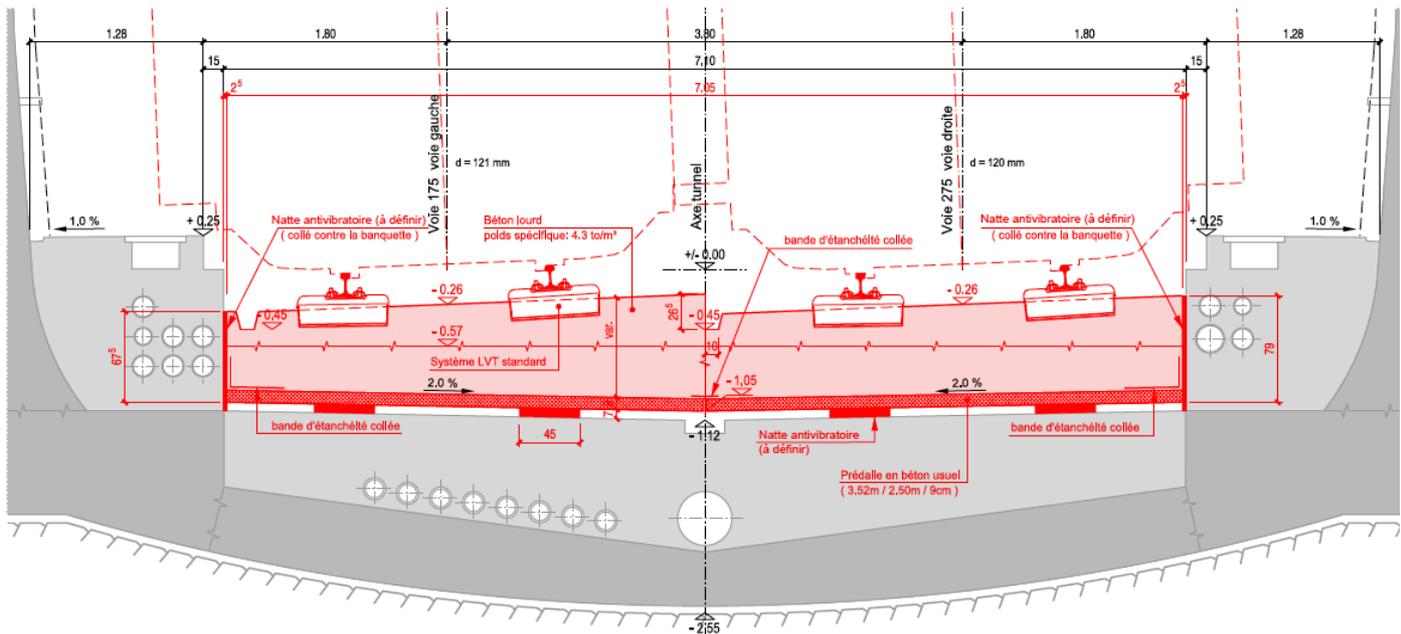
Le système lourd DFL type B+ est composé des éléments suivants :

- Nattes élastiques à effet longue durée posées par bandes longitudinales.
- Prédalles, comme coffrage perdu, posées directement sur les bandes élastiques.
- Dalle flottante entièrement armée
- Rails, blochets et béton de calage de la voie avec liaison monolithique avec la dalle flottante, selon chapitre

Le système B+ est un système B optimisé (performance des natte et poids propre de l'ensemble pré-dalle – béton de remplissage et ferrailage)

Profil B+

Profil DFL B+ ,  $d_{max.} = 121 \text{ mm} / 120 \text{ mm}$   
km 66055.00 à 66255.00



#### 5.4.1.2 Travaux préparatoires

Avant la pose des nattes les travaux suivants sont à réaliser :

- Prise de possession du génie-civil, contrôle de la qualité du support, contrôles géométriques
- Nettoyage du radier et des parois des banquettes (libérer les surfaces de la poussière et de l'eau stagnante).
- Rehaussement des chambres de drainage, avec joint élastique selon plan

#### 5.4.1.3 Pose des nattes

##### Travaux préparatoires avant la pose des nattes

Dans le tronçon à voie unique un mortier de réglage devra être posé sur le radier du génie-civil pour assurer une assise horizontale des prédalles.

Les nattes de sol et les nattes contre banquettes sont à poser selon les instructions des fournisseurs. Il faut absolument éviter que des ponts acoustiques puissent apparaître pendant le bétonnage.

Les nattes devront également être fixées convenablement au sol et contre les banquettes pour ne pas bouger pendant le bétonnage.

L'extrémité supérieure des nattes placées contre les banquettes devra être étanchée avec des profils en Z selon indications des fournisseurs, pour éviter que de l'eau ou béton ne puisse s'infiltrer entre les nattes et la banquette.

Les essais de convenance des nattes sont à réaliser selon les instructions du fournisseur.

#### 5.4.1.4 Fabrication et pose des prédalles

Les éléments préfabriqués servent de coffrage perdu pour le bétonnage de la dalle flottante. A l'état final ils contribuent à la reprise des efforts en liaison avec le béton de la dalle flottante.

##### Préfabrication des prédalles

La face supérieure devra être rugueuse (coup de râteau) de manière à obtenir une liaison monolithique avec le béton de la dalle flottante.

Les éléments devront avoir un âge d'au moins 28 jours avant de pouvoir être posés.

##### Travaux préparatoires avant la pose des prédalles

- Nettoyage des nattes (libérer les surfaces de la poussière et de l'eau stagnante).

##### Pose des prédalles

Le bon positionnement des prédalles et l'étanchement des joints de pose devront être contrôlés avant la mise en béton de la dalle flottante, selon les plans de contrôles (Pièce 202).

Comme pour le béton de la dalle flottante, les éléments devront être mis en place en deux étapes transversales, une voie après l'autre.

#### 5.4.1.5 Bétonnage de la dalle flottante

##### Travaux préparatoires

- Nettoyage des prédalles (libérer les surfaces de la poussière et de l'eau stagnante)
- Rehaussement des chambres de drainage, selon détail du plan correspondant.
- Pose des tuyaux d'évacuation des eaux de la plate-forme y compris des avaloirs et raccords aux chambres, selon détail du plan correspondant

### **Bétonnage de la dalle**

En principe la dalle est à réaliser en deux étapes transversales, une voie après l'autre. Les côtés intérieurs des virages doivent être réalisés en premier.

L'arrêt de bétonnage longitudinal qui découle de cette manière de faire devra être traité et rendu rugueux pour assurer une liaison entre les deux parties.

L'armature devra être contrôlée avant bétonnage avec établissement d'un protocole de réception, selon les plans de contrôles

Un contrôle régulier de la qualité du béton produit doit être effectué et documenté, selon les plans de contrôles

### **Traitement de surface et de cure**

- Rendre rugueux la surface de contact entre le béton de la dalle flottante et le béton de calage (coup de râteau) afin de créer une liaison monolithique entre les deux bétons.
- Protection de la face supérieure avec du plastique de construction, pendant au moins 7 jours.
- Fraisage des joints de retrait (intervalle de 4.80 m) dans les 12 heures suivant le bétonnage
- Les fissures avec des ouvertures > 0.5 mm devront être injectées à refus selon les règles de l'art.

## **5.4.2 Transitions entre types de VSB et types de dalles flottantes**

### **5.4.2.1 Traitements spécifiques des transitions**

Seules les transitions avec des différences d'enfoncement de voie > 0.5mm seront traitées avec des mesures constructives pour assurer le confort, les exigences géométriques et la sécurité structurale du rail.

Pour le secteur en question une transition du système DFL D au système DFLB+ est prévue.

### **5.4.2.2 Description des mesures constructives prévues**

Une manière de concevoir la transition entre les systèmes rigides et les dalles flottantes est représentée à titre d'exemple sur le plan AO-082-PN-ONL3-0223.

Le concept présenté prévoit une transition progressive en 3 pas, sur une longueur de 2 x 12.5 m = 25 m correspondant à la distance parcourue par un train pendant 1 s, en variant la rigidité du système, soit en agissant sur l'épaisseur des nattes, soit en changeant le type de nattes.

## 5.5 Exigences techniques DFL

### 5.5.1 Nattes antivibratoires

Les nattes antivibratoires devront répondre aux exigences minimales suivantes :

Description / attribut	Exigence	Contrôle / Justificatif
Système éprouvés et homologués	Références projets comparables	Références
Elasticité statique $C_{stat}$ N/mm <sup>3</sup>	Selon exigences des fréquences propres des types DFL et charges du projet  Variation max de 15% par rapport à la valeur moyenne	Rapport d'essais selon DIN 45-673-7  Taux de charge entre 0 et 0.2 N/mm <sup>2</sup>  Module séquent pour $C_{stat}$ entre 0.01 et 0.2 N/mm <sup>2</sup>
Elasticité dynamique $C_{dyn}$ N/mm <sup>3</sup>	Rapport entre élasticité dynamique et élasticité statique < 1.2  Variation max de 15% par rapport à la valeur moyenne	Rapport d'essais selon DIN 45-673-7  Paramètres Fréquence 5 ,10 et 20 Hz Vitesse : 7 à 10 mm/s Charge : 0.01 N/mm <sup>2</sup> Température : 23 +/- 3 °C
Capacité d'absorption d'eau	Modification du volume < 3%	Rapport d'essais selon DIN 45-673-7 , 7.5.2
Résistance à l'eau	Ecarts < 15% par rapport aux essais de traction et d'allongement sans eau.	Rapport d'essais selon DIN 45-673-7, 7.5.3
Résistance au gel		Rapport d'essais selon DIN 45-673-7
Durée de vie	Selon convention d'utilisation	Attestation du fournisseur

### 5.5.1.1 Concept de contrôle qualité pour les nattes

Le concept qualité se décline en 4 parties :

- Partie A : Acceptation
- Partie B : Essais de convenance supplémentaires
- Partie C : Essais réguliers de production
- Partie D : Essais externes

La fréquence minimum d'essai et les justificatifs demandés sont décrits ci-dessous :

Moment de l'essai	Exigences, essais	Responsable	Nombre d'essais
<b>Partie A : Acceptation</b> Avec la remise de l'offre	Contrôles internes fournisseur et contrôles externes de laboratoires agréés (EMPA, TUM) Essais selon DIN 45763-7	EG	
<b>Partie B : convenance</b> Avant le début de la production	Essais de convenance réalisés par laboratoire agréé (EMPA, TUM) -Rigidité statique $C_{stat}$ . -Rigidité dynamique $C_{dyn}$ . -Capacité d'absorption d'eau -Amortissement, coeff. de perte $\tan\phi$	EG	par type de natte  2 x, 2 x 1 x  2 x
<b>Partie C : contrôle régulier production</b> Au plus tard 1 semaine avant livraison sur chantier	Contrôles internes fournisseur -Rigidité statique $C_{stat}$ . -Rigidité dynamique $C_{dyn}$ .	EG	par type de natte  10.x 10 x
<b>Partie D : Contrôle externe MO</b> Après livraison, sur échantillons prélevés sur chantier	et contrôles externes de laboratoires agréés (EMPA, TUM) -Rigidité statique $C_{stat}$ . -Rigidité dynamique $C_{dyn}$ . -Amortissement, coeff. de perte $\tan\phi$	MO	par type de natte  2 x, 2 x 2 x

## 5.5.2 Bétons pour dalles flottantes et prédalles

Les types et les caractéristiques des bétons prévus sont définis di dessous.

### 5.5.2.1 Béton prédalles

- Type de béton: C40/50
- Classes d'exposition tronçons à ciel ouvert y c. premiers 500m à partir du portail : XC4 (CH), XF3 (CH)
- Classe d'exposition reste du tunnel XC4 (CH)
- Diamètre max. du granulat:  $D_{max} = 16$
- Teneur en chlorure: Cl 0.20

### 5.5.3 Béton dalle flottante

- Type de béton: C25/30
- Classes d'exposition tronçons à ciel ouvert y c. premiers 500m à partir du portail : XC4 (CH), XF3 (CH)
- Classe d'exposition reste du tunnel XC4 (CH)
- Diamètre max. du granulat:  $D_{max} = 32$
- Teneur en chlorure: Cl 0.20

## 6 Chambres de drainage

### 6.1 Exigences fonctionnelles chambres de drainage

#### 6.1.1 Description du système

Un système d'assainissement permettra d'évacuer l'eau ruisselant sur le béton de calage de la voie ferrée et évitera ainsi toute stagnation.

Ce ruissellement pourra avoir plusieurs origines :

- Pluie ou neige fondue apportée par le matériel roulant
- Eaux souterraines s'échappant de la voûte du tunnel
- Eau utilisée par les secours en cas d'incendie ou d'avarie

Un système de rigole (1 rigole en alignement, deux rigoles en dévers) sera mis en place dans le béton de calage. Dans les zones se trouvant en pente ou rampe, le fil d'eau de la rigole sera établi à PDR -0.45m. Dans les zones de pente longitudinale inférieure ou égale à 5‰, le fil d'eau de la rigole comportera une pente minimale de 5‰.

Lors du passage d'une zone en dévers à zone sans dévers, la rigole latérale sera rabattue au niveau de la chambre aval la plus proche.

Généralement les chambres de drainages seront établies dans l'entrevoie à une interdistance inférieure ou égale à 100m ainsi qu'aux points bas. Dans les zones en dévers, un avaloir prolongé avec une conduite rabattra l'eau de la rigole latérale jusqu'à la chambre de drainage (hauteur de construction sous PDR > 1.05 m).

Le calepinage des parties basses des chambres est réalisé par le GC

Les dimensions standards des chambres sont : L = 1.10 m et B = 0.75 m (cotes intérieures)

Les différents systèmes sont représentés sur le plan correspondant.

#### 6.1.2 Détails liées aux dalles flottantes

Deux détails méritent d'être relevés.

Pour les profils DFL de type D, avec les nattes surfaciques, le raccord horizontal entre la partie réalisée par le génie-civil et la surélévation réalisée par l'EG, devra être équipé d'un joint flexible pour assurer l'étanchéité du raccord tout en évitant de créer un pont de transmission des vibrations.

Pour les profils types DFL C et B, avec les prédalles comme coffrage perdu, ce détail est caduc.

### 6.2 Exigences techniques chambre de drainages

Description / attribut	Exigence	Contrôle / Justificatif
Avaloir	Couverture : grille Classe résistance grille : B 125 Longueur 1.0 m Hauteur max = 12 cm	Justificatif fournisseur Plans
Conduites de liaison avaloir – chambre/attente génie-civil	Matériau : HDPE Diamètre minimum : DN 160 Pente : min 1.5 %	Justificatif fournisseur Plans

Description / attribut	Exigence	Contrôle / Justificatif
Chambre	Couverture : grille Classe résistance grille : B 125 Dimensions intérieures minimum : L = 1.10 m, B = 0.75 m, chambres rectangulaires, cas général	Justificatif fournisseur Plans

## 7 Sollicitation à jeune âge des dalles et bétons

On appliquera la méthode observationnelle. En cas d'observation de fissures dues à une sollicitation trop précoce des bétons, il faudra soit prolonger les délais de restriction d'accès, soit améliorer le traitement de cure, soit réduire les charges de trafic de chantier.

### 7.1 Circulation de chantier sur les dalles flottantes et béton de structure

Âge du béton (*)	Sollicitations autorisées
< 24 h	Seuls les travaux de cure du béton et de fraisage des joints sont autorisés.
1 à 7 jours	Max. 1 kN/m <sup>2</sup> (circulation de chantier interdite)
8 à 27 jours	Max. 10 kN/m <sup>2</sup> ou charge à l'essieu de Qmax=2 t (vitesse maximale : 10km/h)
Après 28 jours	Max. 50 kN/m <sup>2</sup> ou charge à l'essieu de Qmax=10 t (vitesse maximale : 10km/h)

(\*) jours calendaires décomptés depuis la fin du bétonnage

### 7.2 Circulation de chantier sur la voie ferrée après réalisation du béton de calage

Âge du béton (*)	Sollicitations autorisées
< 24 h	Aucune
1 à 7 jours	Max. 3 kN/m rail (chariot de mesure)
8 à 27 jours	Max. 10 kN/m rail
Après 28 jours	Charges à l'essieu selon SIA 260 ff.

(\*) jours calendaires décomptés depuis la fin du bétonnage

## 8 Programme de réalisation

Selon programme général de réalisation du projet CEVA.