
Section projets routiers

Séminaire à l'attention des mandataires

Fribourg, le 26 novembre 2018

Standards techniques et légaux des ouvrages d'art

Patrick Buchs
Chef du Secteur surveillance et étude des ouvrages d'art

Version du 10.12.2018

1 Introduction

1.1 Sommaire

> Introduction

- Contexte, problématique
- Bases

> Standards techniques

- Généralités
- Mur de soutènement
- Pont

> Conclusion



1 Introduction

1.2 Contexte, problématique



Rôle de la DAEC, resp. du SPC

- > **La Direction de l'aménagement, de l'environnement et des constructions (DAEC), par le Service des ponts et chaussées (SPC), assure la gestion des ~640 km de routes cantonales.**
 - **SPC = propriétaire et maître d'ouvrage**
 - **Env. 1350 ouvrages d'art**
- > **La DAEC exerce le rôle de surveillance des routes publiques du canton.**
 - **Le SPC s'assure de la conformité des projets par rapport aux aspects légaux, normatifs et de règles de l'art.**
 - **Etablissement de préavis lors des phases de consultation.**

LR art. 127 et ss.

1 Introduction

1.2 Contexte, problématique

Qu'est-ce qu'un «ouvrage d'art» (pour le SPC)

- > **Ouvrage caractérisé par une composante structurelle plus ou moins importante servant la fonction de la route.** (source P. Buchs)
- > **Exemples :** **mais aussi...**



1 Introduction

1.2 Contexte, problématique

Catégories d'ouvrage d'art

> **Aqueducs**
(~ 380 ouvrages)



> **Murs (de soutènement)**
(~ 510 ouvrages)



1 Introduction

1.2 Contexte, problématique

Catégories d'ouvrage d'art

> **Ouvrages spéciaux**
(~ 240 ouvrages)



> **Parois antibruit**
(~ 20 ouvrages)



1 Introduction

1.2 Contexte, problématique

Catégories d'ouvrage d'art

- > **Ponts**
(~ 200 ouvrages)

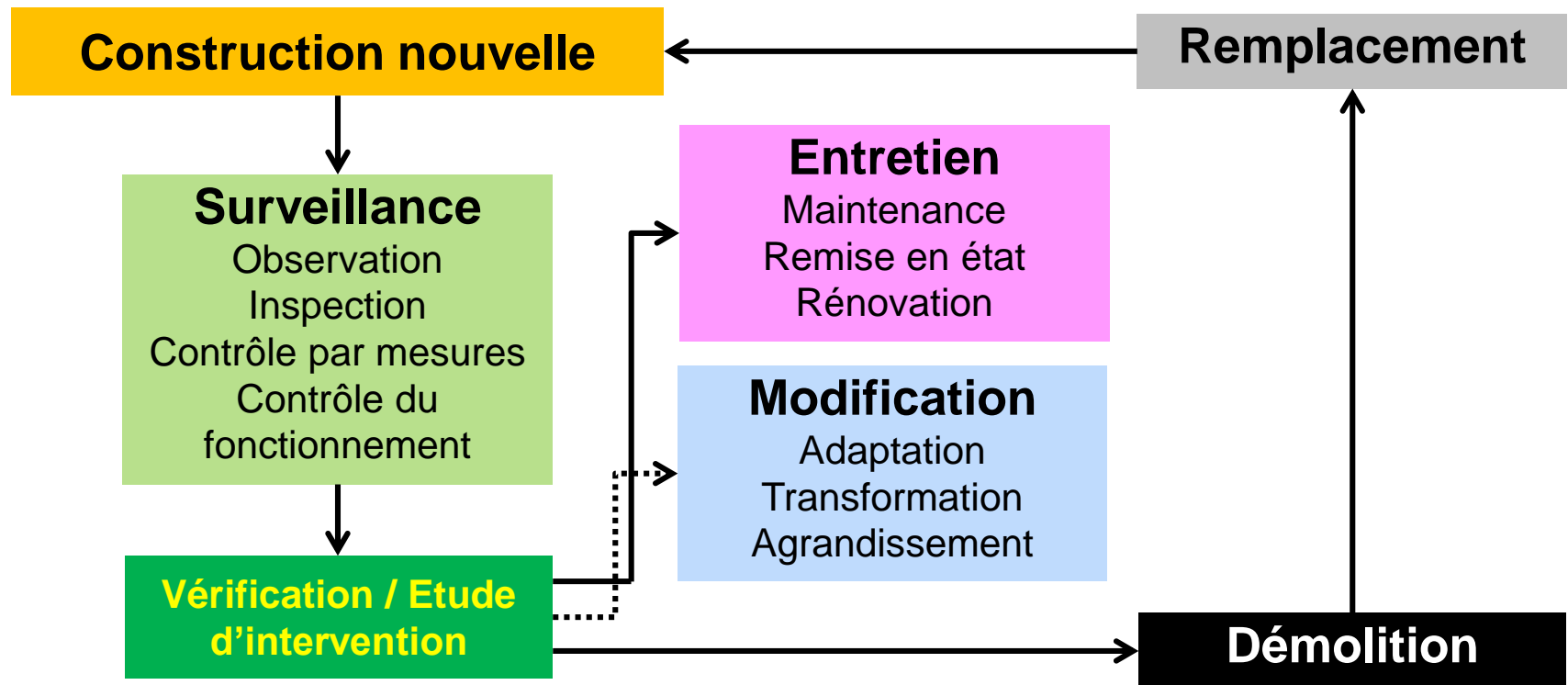


- > **Tous ces ouvrages d'art bénéficient d'un traitement identique en termes de :**
 - **Surveillance**
 - **Entretien (conservation)**
- > **Respect complet des exigences légales et normatives.**

1 Introduction

1.2 Contexte, problématique

Cycle de vie d'un ouvrage

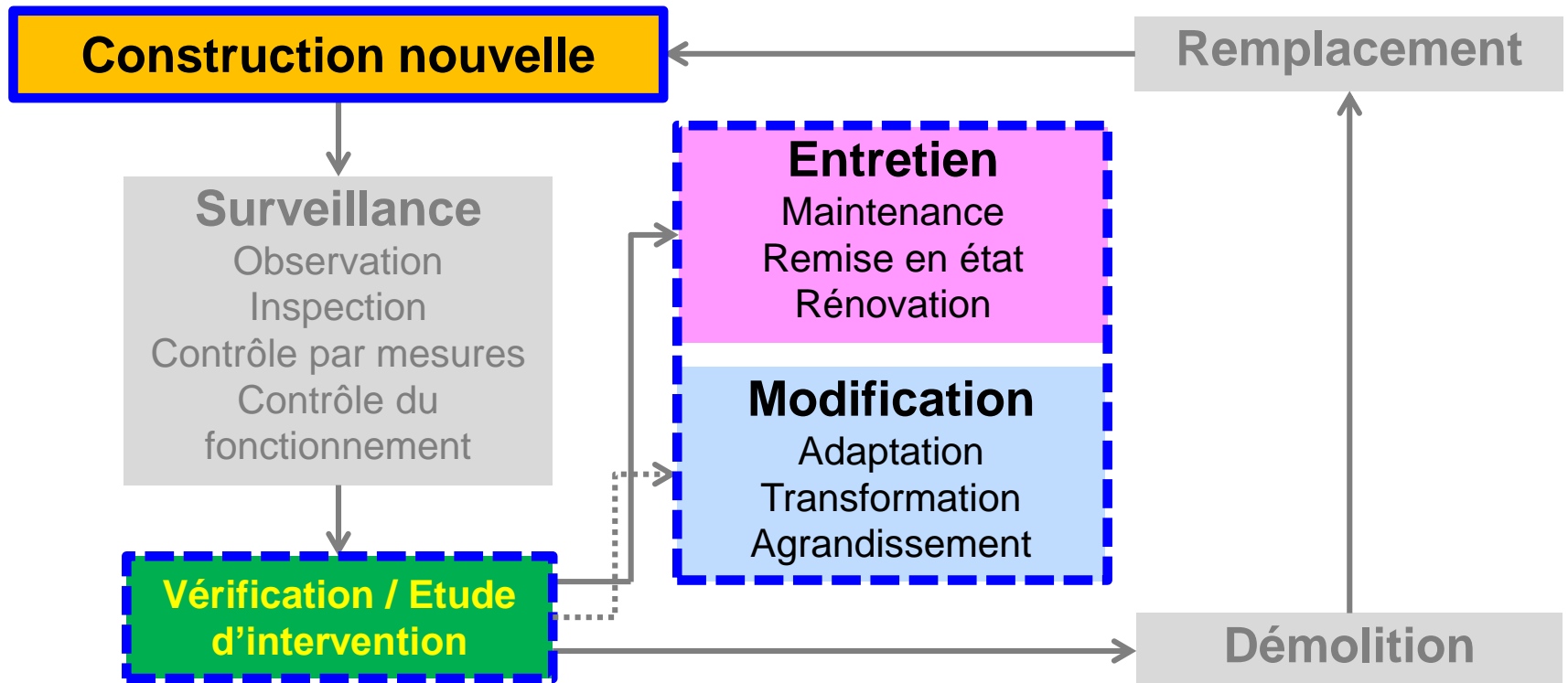


1 Introduction

1.2 Contexte, problématique

Cycle de vie d'un ouvrage

Intervention
«ponctuelle»
des mandataires
APr / (DLT)



1 Introduction

1.3 Bases

Principe

- > **Pour rappel : Le SPC n'a, en principe, pas d'exigences particulières mais demande un strict respect des lois, normes, directives et autres documents de référence.**
→ *Dérogations à identifier, justifier et annoncer au ChP-OA.*
- > **Les exigences légales, normatives et liées au respect des règles de l'art sont à considérer pour tous les ouvrages d'art, sans distinction de taille.**
→ *Il n'y a pas de «petits» ouvrages d'art (moindre importance)*

1 Introduction

1.3 Bases

Principales références

- > **Loi sur les routes (LR)**
- > **Règlement d'application de la loi sur les routes (RELR)**
- > **Norme SIA 261:2014 «Actions sur les structures porteuses» et ss.**
- > **Norme SIA 262:2013 «Structure en béton»**
- > **Norme SIA 269:2011 «Bases pour la maintenance des structures porteuses» et ss.**
- > **Norme VSS 640 383a «Ouvrages de soutènement»**
- > **Norme VSS 640 450 «Systèmes d'étanchéité et couches bitumineuses sur ponts avec tablier en béton»**
- > **Directive OFROU 12004 «Détails de construction des ponts»**
- > **Manuel technique OFROU 22001 «Ouvrages d'art» (FHB K)**
- > ...

2 Standards techniques

2.1 Généralités

Convention d'utilisation (1/2)

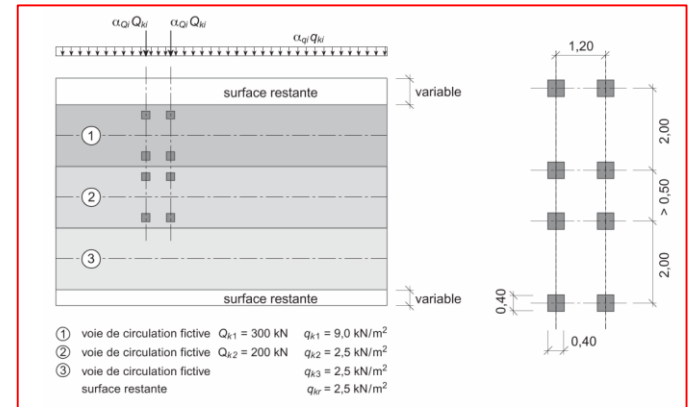
- > **Etablissement systématique pour tous les ouvrages d'art**
- > **Document à établir en étroite collaboration avec le **ChP-OA****
- > **Compte-rendu concis des exigences du MO**
- > **Respect des chapitres donnés par **SIA 260:2013, chiffre 2.2****
- > **Pour les ponts, document de base du SPC**
- > **La convention d'utilisation doit être signée par le MO (et l'**APr**).**

Doc. 1065f

2 Standards techniques

2.1 Généralités

Convention d'utilisation (2/2)



- > **Indications à préciser spécifiquement (notamment) :**
 - **Mention complète des modèles de charge du trafic routier**
→ Indications nécessaires pour le suivi des ouvrages (cas des actions actualisées selon **SIA 269:2011**) :
→ schéma
→ valeurs Q_{k1} , Q_{k2} , q_{k1} , q_{k2} , q_{ki} et q_{EK}
→ coefficients admis (notamment α_{Qi} , α_{qi} , α_{qr})
 - Indications détaillées des mesures admises pour limiter l'ouverture des fissures (exigences normales / accrues / élevées, ouverture de fissures nominales considérée, etc.).
 - Types de bétons et coffrages (aspect).

2 Standards techniques

2.1 Généralités



Base de projet

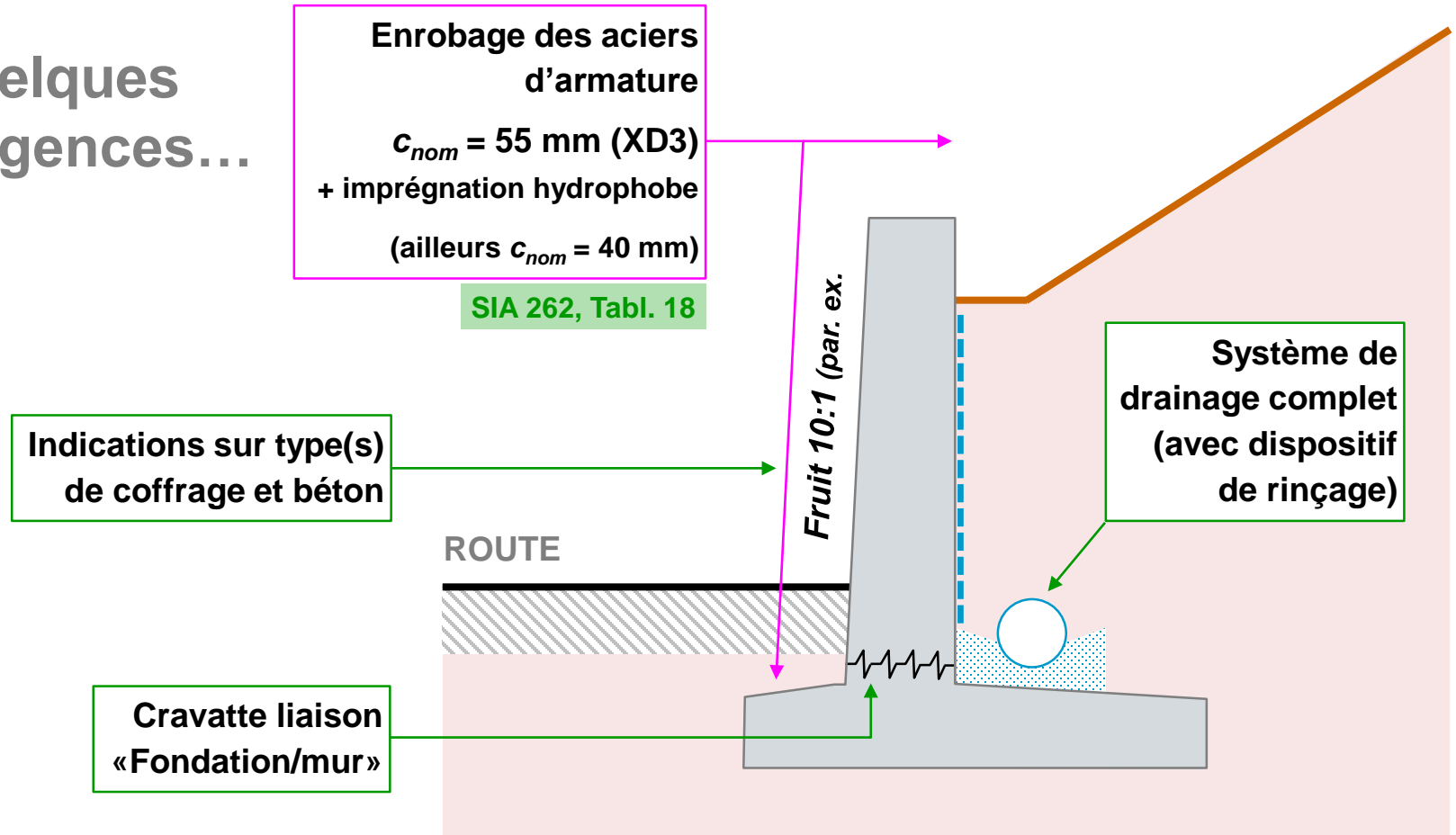
- > Document constituant la «réponse» de l'APr aux exigences du MO (convention d'utilisation)
- > Compte-rendu des hypothèses admises par l'APr
- > Pour les ponts, document de base du SPC
- > La base de projet n'est pas signée par le MO (uniquement l'APr).

Doc. 1064f

2 Standards techniques

2.2 Mur de soutènement

Quelques exigences...

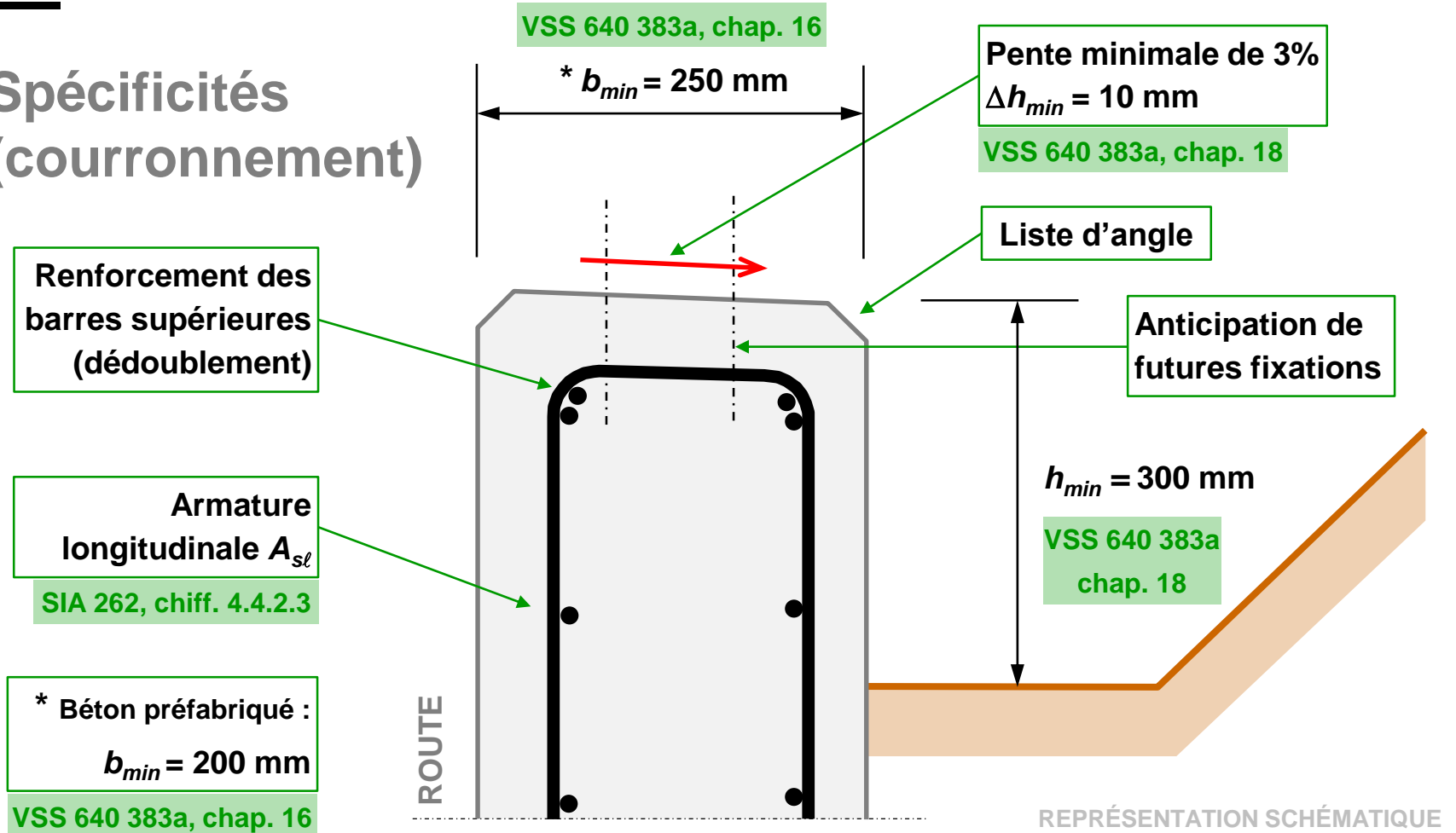


REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE

2 Standards techniques

2.2 Mur de soutènement

Spécificités (couronnement)

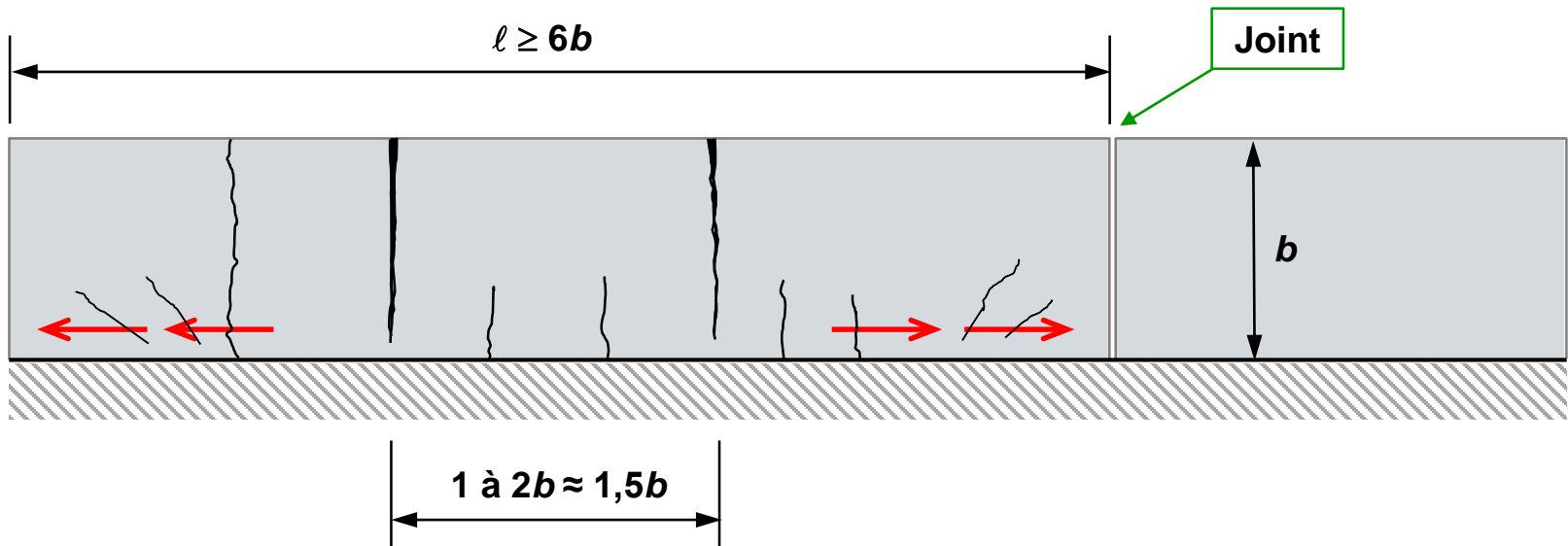


2 Standards techniques

2.2 Mur de soutènement

Armature minimale de fissuration (A_{sl})

- > Dans le cas des murs trapus, la mise en place de joints de dilatation n'empêche pas la création de fissures de retrait.



Référence : Traité de génie civil de l'EPF Lausanne, Vol. 8,
«Dimensionnement des structures en béton», avril 1997

2.2 Mur de soutènement

— Armature minimale de fissuration (A_{sl})

- > Un joint de dilatation «efficace» devrait ainsi être disposé à un intervalle de $\sim 1,5b$ → pas réaliste.
- > Dans une structure hyperstatique (→ cas du comportement longitudinal des murs de soutènement), les déplacements imposés (dilatation thermique, retrait) provoquent des sollicitations.
- > Une armature minimale de fissuration peut limiter l'ouverture des fissures en améliorant leur répartition. SIA 262:2013, 4.4.2.3.2
- > La norme SIA 262:2013 précise les exigences détaillées.



Un correctif traitant (notamment !) de ce sujet a été édité en février 2017.

2.2 Mur de soutènement

Armature minimale de fissuration (A_{sl})

- > **Objectif** : Limiter l'ouverture des fissures (sous déformations imposées ou entravées [...]) lorsque f_{ctd} est atteint.
- > **Exigences** $\rightarrow \sigma_s \leq \sigma_{s,adm}$ (accrues/sévères) Correctif C1
SIA 262:2013, tableau 17
- > **Ouverture nominales des fissures à considérer** :
 - **Exigences normales** : $w_{nom} = 0.7$ mm (implicites)
 - **Exigences accrues** : $w_{nom} = 0.5$ mm SIA 262:2013, 4.4.2.2.3
 - **Exigences sévères** : $w_{nom} = 0.2$ mm
- > w_{nom} : valeur théorique, ne correspond pas à l'ouverture des fissures à la surface du béton.

2.2 Mur de soutènement

Armature minimale de fissuration (A_{sl})

- > Détermination de $\sigma_{s,adm}$ (contrainte admissible)

$$\sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{9 \cdot E_s f_{ctm} w_{nom}}{\phi_s}} \leq f_{sd}$$

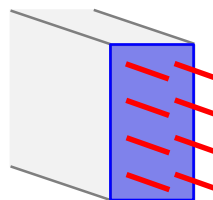
Correctif C1
SIA 262:2013, équation 100a

→ $\sigma_{s,adm}$ fonction de :

- w_{nom}
- f_{ctm}
- E_s
- ϕ_s ⚠

Ouverture nominale des fissures
Résistance à la traction du béton
Elasticité de l'acier d'armature
Diamètre des armatures

- > Principe : Equilibre de forces internes : Béton Acier arm.

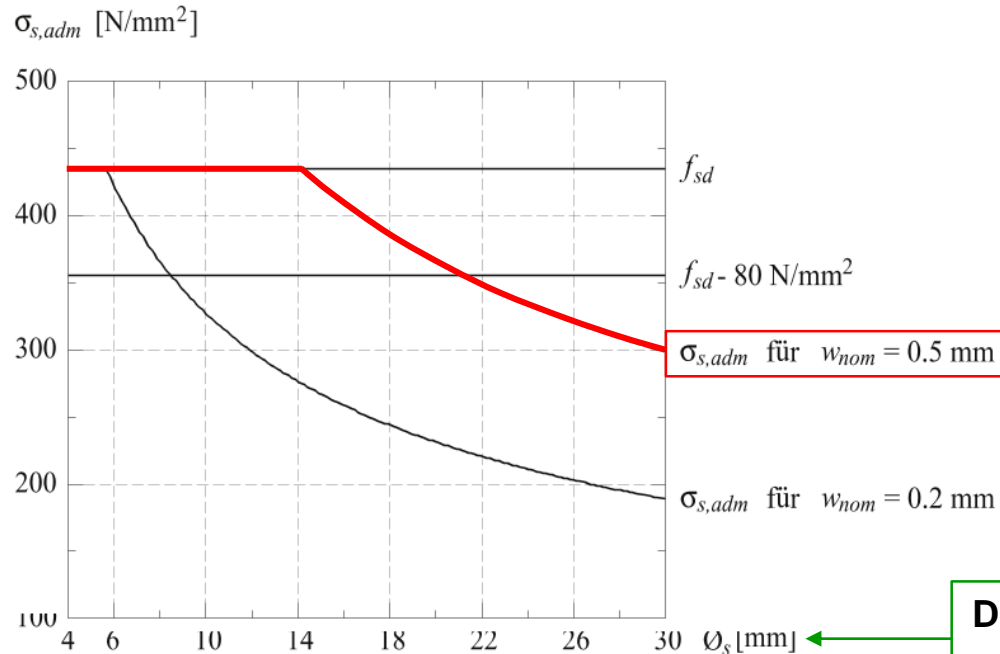


$$\begin{array}{ccc} \downarrow & & \downarrow \\ F_{ct} & \leq & F_{sl} \\ f_{ctd} \cdot A_c & \leq & \sigma_{s,adm} \cdot A_{sl} \end{array}$$

2 Standards techniques

2.2 Mur de soutènement

Armature minimale de fissuration (A_{sl})



Correctif C1
SIA 262:2013, figure 31

Graphique :

Béton C30/37

$f_{ctm} = 2.9$ N/mm²

Exigences accrues

$w_{nom} = 0.5$ mm

2.2 Mur de soutènement

Armature minimale de fissuration (A_{sl})

> Quelques commentaires

$$\sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{9 \cdot E_s f_{ctm} w_{nom}}{\phi_s}} \leq f_{sd}$$

> Résistance du béton



$\sigma_{s,adm}$ ↗

> Diamètre des armatures



$\sigma_{s,adm}$ ↘

> D'une manière générale :

Résistance du béton



Armature de fissuration



→ *Résistance du béton souvent supérieure à la classe spécifiée. Mesures à coordonner avec le **ChP-OA**.*

OFROU
FHB K
22 001-14211

> Déformations entravées : Phénomène finalement complexe

→ méthode de calculs avancée pour les structures sensibles.

> **Grande influence de la qualité du traitement de cure !**

C1 SIA 262:2013
Tableau 17

2.3 Ponts



Rappel légal

> **Règlement d'exécution de la loi sur les routes**

RELRL

Art. 26 Accotements sur et sous les ponts (art. 24 al. 3 LR)

¹ Lors de leur construction ou de leur reconstruction, les ponts routiers sont obligatoirement munis d'accotements, même si les routes d'accès n'en sont pas pourvues.

² Pour les ponts des routes communales principales et des routes cantonales, la largeur des accotements est, de chaque côté, de 1,65 m au moins entre le bord de chaussée et le parapet.

...

⁴ Les accotements peuvent être aménagés en trottoir ou en bande cyclable. (...).

2 Standards techniques

2.3 Ponts

Rappel légal

> Règlement d'exécution de la loi sur les routes

RELRL

Art. 26 Accotements sur et sous les ponts (art. 24 al. 3 LR)

...

⁵ Sur les routes communales de faible importance, les ponts sont au moins munis, de chaque côté, d'un refuge de 75 centimètres de largeur.

> Loi sur les routes

LR

Art. 49 Frais à charge du compte de la route

⁴ Sur les ponts et dans les tunnels, les frais relatifs à la construction des trottoirs sont portés au compte de la route.

2 Standards techniques

2.3 Ponts

Rappel légal

- > Exemple d'application
- Profiter de ces trottoirs pour les mettre à profit de la sécurisation de l'ouvrage
- bordure bouleroue
 $h < 200$ mm +
garde-corps

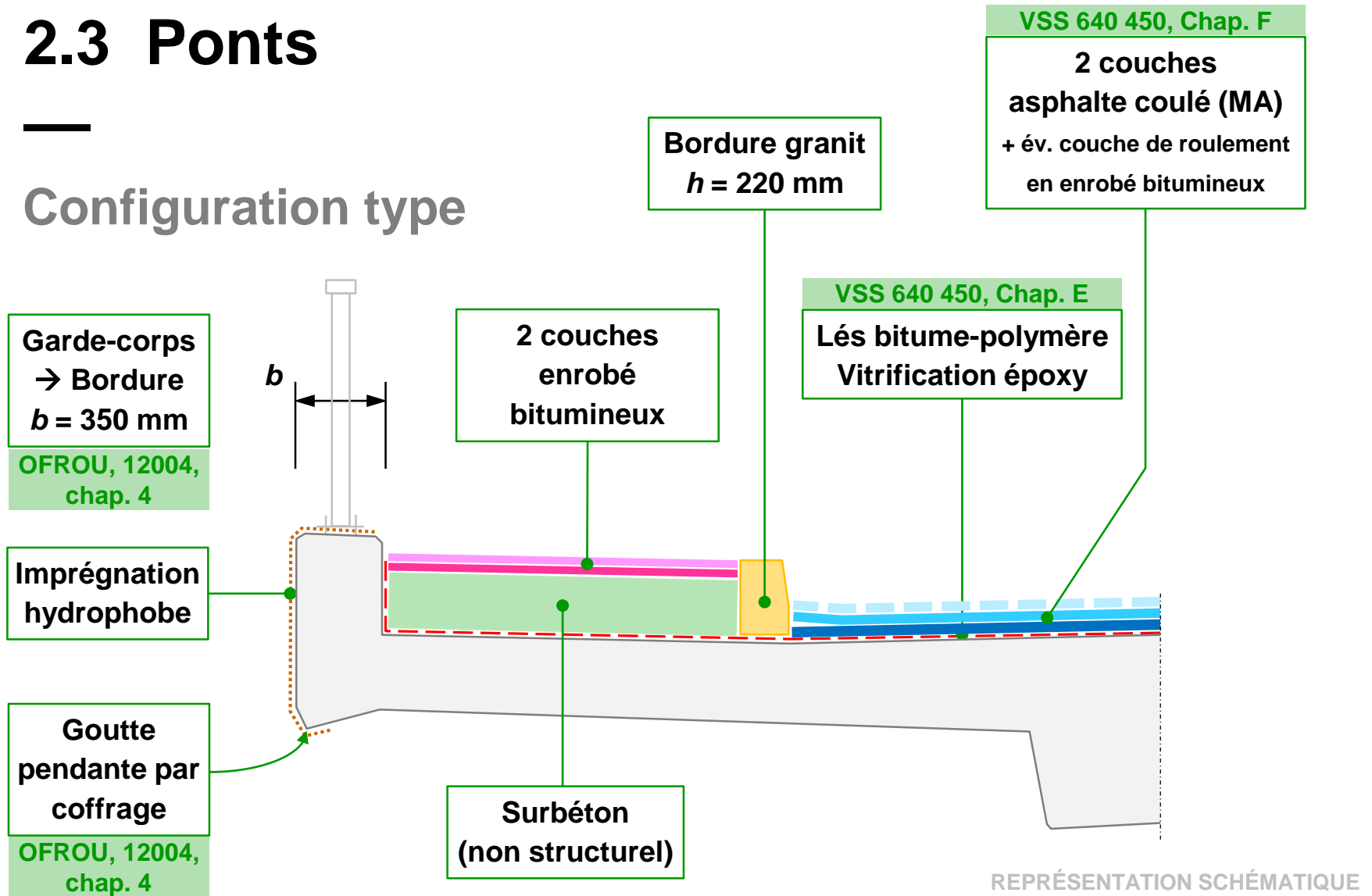


$h < 200$ mm

2 Standards techniques

2.3 Ponts

Configuration type



3 Conclusion

3.1 Conclusion

Principes généraux

- > **Pour le SPC, chaque intervention sur un ouvrage représente une «étape» de sa vie.**
- > **Le développement d'un projet doit viser ainsi à atteindre une qualité irréprochable permettant d'atteindre l'objectif principal de la conservation des ouvrages, à savoir :**

Assurer une durabilité maximale

... par le respect des standards légaux, normatifs et liés au respect des règles de l'art.

- > **L'ouvrage d'art le plus durable est celui que l'on évite.**

3 Divers sujets, conclusions

3.2 Conclusion



Fin de la présentation



Questions ?