RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

juin 2025

Guide technique

CHAMOA – PRAD

CHaîne Algorithmique Modulaire Ouvrages d'Art

Programme de calcul des ouvrages de type PRAD

Page laissée blanche intentionnellement

CHAMOA – PRAD CHaîne Algorithmique Modulaire Ouvrages d'Art – Programme de calcul des ouvrages de type PRAD

Collection les outils

Le programme PRAD, composant de la CHaîne Algorithmique Modulaire Ouvrages d'Art (Chamoa), a été développé au CEREMA par :

Angel-Luis Millan (Sétra / CTOA (2007-2014))
Pierre Perrin (ex CTOA (2008-2015))
Sylvain Rigole (ex CTOA (2015-2018)
Luc Muller Ripalda (ex CTOA (2018-2021))
Corentin Mestre (CEREMA - ITM / DTOA (2021-))
Gaël Bondonet (CEREMA - ITM / DTOA (2007-))

L'application est désignée sous le sigle "CHAMOA" pour Chaîne Algorithmique Modulaire de calcul des Ouvrages d'Art. Ce nom et ce sigle ont été déposés à l'Institut National de la Propriété Industrielle dans les classes suivantes :

9 : logiciels (programmes enregistrés)
42 : programmation pour ordinateur.

Toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle de cette documentation et/ou du logiciel, faite sans le consentement du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire est illicite (loi du 11 mars 1957, alinéa 1er de l'article 40).

Sommaire

Chapitre 1 – Conception générale des ouvrages de type PRAD 7

Chapitre 2 – Méthode de calcul des ouvrages de type PRAD en application des Eurocodes 9

1 - Actions prises en compte 10

2 - Calculs de structure et Modélisation 11

3 - Optimisations 20

4 - Principes de justifications 21

Chapitre 3 – Description des données nécessaires au calcul d'un ouvrage de type PRAD par la chaîne CHAMOA 42

5 - Description des données 42

6 - Données administratives 45

7 - Géométrie de l'ouvrage 45

8 - Charges permanentes 60

9 - Actions variables hors trafic 62

10 - Charges d'exploitation 63

11 - Matériaux et critères réglementaires 66

12 - Modification des valeurs par défaut 75

Chapitre 4 – Note de calculs commentée 80

13 - Description de 3 exemples d'application : ouvrages de type PRAD et PRAD TDC 80

14 - Introduction à la note de calculs commentée 113

15 - Fichiers de données bruts 113

16 - Note de calculs commentée 122

17 - Fichiers intermédiaires 287

Annexes 327

18 - Annexes génériques 327

19 - Annexe - Calcul des matrices de rigidité des appuis pour les ouvrages encastrés 327

20 - Annexe - Vérification manuelle des calculs d'une section composite ... 337

21 - Annexe - Récapitulatif des limites sous sollicitations normales pour CHAMOA-P PRAD et PRAD_TDC 355

Avant-propos

La CHaîne Algorithmique Modulaire Ouvrages d'Art (Chamoa) est destinée à justifier les ouvrages courants conformément aux règles Eurocodes. Ce projet s'inscrit dans la continuité des programmes de ponts types de la DTecITM du CEREMA (ex-Sétra) qui ont permis de justifier plusieurs milliers d'ouvrages courants depuis les premiers programmes des années 1970.

Compte tenu des fortes modifications apportées par les normes européennes, cette chaîne est entièrement nouvelle.

Le calcul des ouvrages de type PRAD est une extension du champ d'application inital de CHAMOA-P, dont la première version se limitait au calcul des ouvrages les plus courants que sont les ponts cadres et portiques de type PICF et PIPO et les ponts dalles de hauteur constante de type PSIDA et PSIDP.

Deux programmes distincts sont prévus pour l'exécution des calculs PRAD :

- Le programme « PRAD » destiné au calcul des ouvrages à poutres précontraintes par adhérence PRAD dits « classiques », à savoir consitués d'un hourdis général coulés en place sur une alternance de poutres et de coffrages perdus.

- Le programme « PRAD_TDC » qui traite des ouvrages à poutres précontraintes par adhérence PRAD de type Tablier Dalle Composite : ces ouvrages sont constitués de poutres en T inversé accolées sur lesquelles on coule un hourdis pour obtenir une structure de dalle pleine.

Comme les autres programmes de Chamoa-P, le composant PRAD permet de calculer les ouvrages et de vérifier les éléments résistants principaux. Il fournit les justifications détaillées conformes aux règles de l'Eurocode des différentes parties de l'ouvrage. Il ne permet pas, dans cette première version, de proposer des principes détaillés de ferraillage, ce qui fera l'objet de développements ultérieurs, notamment de dessin.

Chapitre 1 – Conception générale des ouvrages de type PRAD

La conception des ponts types a fait l'objet de nombreuses publications de la DTecITM du CEREMA (ex-Sétra) depuis la fin des années 1970.

Les versions les plus récentes des guides ont été publiées après la parution des règlements aux États Limites (BAEL et BPEL).

Les guides de conception traitent :

- d'une présentation générale (morphologie de la structure, domaine d'emploi) en situant la structure parmi la panoplie des ouvrages courants
- de conception générale, permettant de fixer les options principales de l'ouvrage (implantation, géométrie générale, disposition des appuis, des murs et de leurs fondations, variantes constructives, esthétique).
- de conception détaillée, permettant de fixer les dimensions de détail des différentes parties d'ouvrage, de préciser les options de ferraillage ou de câblage, de faire les choix pour les équipements et superstructures,
- un chapitre sur l'exécution et sur la pathologie de la structure, complète le guide.

Les guides de calcul sont assortis au programme de pont type correspondant. Pour les PRAD, la dernière version est le guide associé au programme PRAD-EL.

Il est encore trop tôt pour connaître l'impact des Eurocodes sur le dimensionnement général des ouvrages. Les règles de prédimensionnement contenues dans les guides de conception peuvent donc être considérées comme valables.

Pour les ouvrages de type PRAD les documents suivants pourront être utilisés :

[1] PRAD - Guide de conception (SETRA - Septembre 1996)

[2] Programme PRAD-EL - Guide de calcul (SETRA - Janvier 2001)

[3] Guide technique PRAD-Portique V1 : Mise à jour du guide de calcul PRAD-EL pour la version PRAD-Portique (SETRA - Mars 2010)

Chapitre 2 – Méthode de calcul des ouvrages de type PRAD en application des Eurocodes

Présentation du programme

Le Programme permet le calcul aux Eurocodes des ponts routes et passerelles de type pont à poutres préfabriquées précontraintes par adhérence.

Les ouvrages sont supposés à une seule chaussée (sans terre-plein central) et calculés pour un biais entre 70 et 100 grades.

Les phases de justification possibles sont :

- Phases d'exécution (mise en tension et relâchement de la précontrainte sur banc, pose sur appuis provisoires, coulage du hourdis, transfert sur appuis définitifs, …).
- Phase d'exploitation définitive (toujours définie), c'est la phase où l'ouvrage est en service avec son profil en travers final.
- Phase d'exploitation provisoire (optionnelle), c'est la phase où l'ouvrage peut avoir un profil en travers spécifique et où circulent des charges spécifiques (généralement phase chantier où la structure de l'ouvrage est terminée avec circulation de dumpers sur une chaussée réduite).

Le programme calcule les efforts en flexion longitudinale et transversale en travée. Il justifie l'ouvrage en flexion et à l'effort tranchant. Il calcule automatiquement les quantités d'aciers passifs.

Les options ou restrictions suivantes peuvent être rencontrées :

- la précontrainte peut être vérifiée (dimensionnement non disponible à ce jour)
- un calcul avec réduction de continuité sur les appuis peut être effectué
- le calcul des chevêtres incorporés n'est pas traité (développement ultérieur)
- le poinçonnement des appareils d'appuis n'est pas traité

Plusieurs types d'ouvrages PRAD peuvent être calculés : les ouvrages PRAD classique, les PRAD TDC (Tablier Dalle Composite), ou encore les PRAD dits « portiques » avec encastrement du tablier sur les appuis. Dans tous les cas le nombre de travées peut varier de 1 à 6.

1 - Actions prises en compte

1.1 - Actions permanentes

1.1.1 - Actions communes

Les charges prises en compte sont :

- le poids propre et la précontrainte (le phasage de construction est pris en compte)
- les charges de superstructures (chaussée, étanchéité, trottoir, réseau, bande de chargement, dalles de transition le cas échéant)
- les charges permanentes variables :
  - *Température (dilatation et gradient) : en flexion longitudinale seulement (faute de méthode).*
  - *Retrait, Fluage du béton et Relaxation de la précontrainte).*

1.1.2 - Tassements d'appuis

Pour les Ponts dalles, il faut tenir compte d'une autre action permanente variable, les tassements d'appuis.

Les tassements d'appuis sont décrits par deux types de tassement par ligne d'appuis. EN1990 Annexe A2 §A2.2.1 (17)

- les tassements probables T_{pj}de chaque ligne d'appui *j*
- les tassements aléatoires $\pm T_{aj}$ de chaque ligne d'appui *j*

Pour prendre en compte le tassement, il faut prendre en compte :

- le tassement probable T_{pj}<u>simultanément</u> de toutes les lignes d'appuis j
- toutes les combinaisons simultanées de tassements aléatoires $\pm T_{aj}$pour 2 lignes d'appuis *j*

Ainsi si on a *n* appuis, on considère 2 lignes d'appuis distinctes *i* et *j*=*i*+1. On prend l'enveloppe de l'effet des tassements de ces 2 appuis ($\pm T_{ai}$;$\pm T_{aj}$) et on balaie l'ensemble des appuis *i*=1 à *n*-1 pour avoir l'enveloppe des tassements aléatoires. En effet on peut se contenter d'étudier 2 appuis successifs car ils donnent les effets les plus défavorables.

1.2 - Charges d'exploitation mobiles

Les charges prises en compte sont celles des Eurocodes et du fascicule 61, titre II. Les charges exceptionnelles D et E de l'Annexe Nationale de l'Eurocode 1991-2 (circulaire 20 juillet 83 sur les transports exceptionnels) peuvent être prises en compte ou peuvent être directement définies par l'utilisateur.

2 - Calculs de structure et Modélisation

2.1 - Modélisation de type « poutre-échelle »

2.1.1 - Principe général

Modèle

Le calcul des PRAD sous charges permanentes est réalisé au moyen d'un modèle de type « poutre-échelle » tenant compte des différentes phases de construction. Un tel modèle est nécessaire afin d'évaluer avec précision les effets liés à l'évolution des matériaux avec le temps :

- Retrait et fluage du béton des poutres
- Retrait et fluage du béton du hourdis après clavage
- Relaxation des aciers de précontrainte

Un modèle poutre-échelle est construit pour une file de poutre isolée. Toutefois, les poutres courantes d'un ouvrage étant nécessairement toutes identiques, on ne construit que 3 modèles différents :

- File de poutre courante
- File de poutre de rive gauche
- File de poutre de rive droite

Dates du phasage de construction

L'évolution de la structure au fil du temps est évaluée au moyen d'un phasage ST1. Les différentes phases sont les suivantes :

Phases	Matériau activé
Mise en tension des armatures sur le banc	(calcul spécifique sur banc)
Bétonnage des poutres	Béton poutres
Relâchement des armatures du banc	Béton poutres
Pose sur appuis (provisoires ou définitifs)	Béton poutres
Coulage du hourdis et des entretoises	Béton poutres
Durcissement du hourdis et des entretoises	Béton poutres + béton entretoises et hourdis
Transfert sur appuis définitifs (si appuis provisoires)	Béton poutres + béton entretoises et hourdis
Application de l'action des terres au tablier via les appuis élastiques (ouvrage portique uniquement)	Béton poutres + béton entretoises et hourdis
Mise en service (profil provisoire ou définitif)	Béton poutres + béton entretoises et hourdis
Temps infini (profil provisoire ou définitif)	Béton poutres + béton entretoises et hourdis

Chaque phase, hormis la première, est précédée d'une phase d'évolution du temps dans laquelle intervient uniquement un changement de date. La dernière phase comporte une évolution de temps jusqu'à l'infini.

Résultats récupérés

Le modèle poutre-échelle permet d'obtenir à chaque phase :

- Les efforts et déformations dans les poutres
- Les efforts et déformations dans le hourdis et dans les entretoises
- La tension des aciers de précontrainte
- Les réactions sur appuis (provisoires et définitives)

Lors des phases d'évolution, on récupère séparément les effets dans la poutre et dans le hourdis. Cela permet de tenir compte des autocontraintes qui se développent dans les sections lors de ces phases.

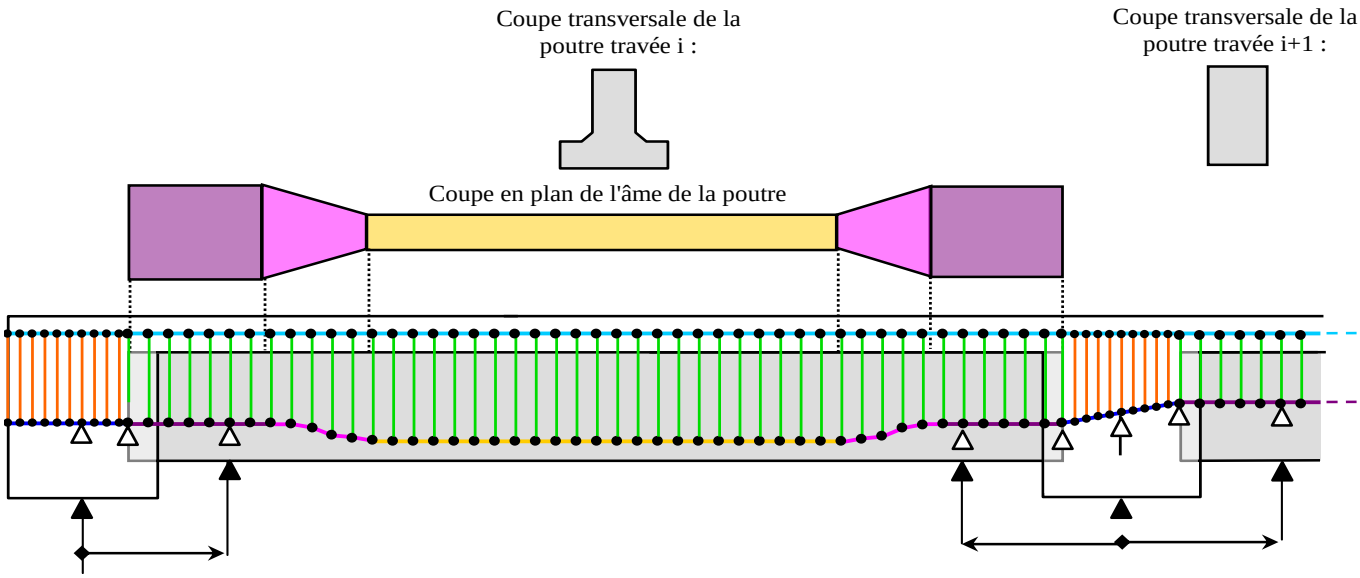
Pour les phases sans changement de date, seules des actions externes appliquées à la section complète sont présentes. Les effets séparés sur la poutre et le hourdis sont donc ramenés à un torseur équivalent sur la section complète.

2.1.2 - Géométrie du modèle poutre-échelle

La modélisation de type poutre-échelle fait appel à 2 barres horizontales, l'une représentant les poutres, l'autre le hourdis, reliées entre-elles par des barres verticales de liaison. Les variations d'inertie longitudinales dues à l'épaississement des âmes sont prises en compte.

Au niveau des entretoises, le recours à 2 barres horizontales s'est avéré nécessaire pour éviter des discontinuités locales d'effort à l'interface entretoises-poutres. Des caractéristiques spécifiques sont affectées aux barres horizontales d'entretoises afin d'obtenir une rigidité globale correcte sur appuis.

Modèle poutre-échelle



2.2 - Modélisation de type « poutre-composite »

2.2.1 - Principe

Pour l'étude des charges variables, le modèle poutre-échelle n'est pas pertinent car trop lourd : la circulation des charges sur un tel modèle augmenterait considérablement les temps de calcul. On a donc recours à un modèle de type « poutre-composite » construit à partir des caractéristiques homogénéisées.

2.2.2 - Modélisation du tablier

Le tablier est modélisé selon ses portées biaises avec les caractéristiques des sections droites, c'est-à-dire normalement à l'axe de circulation de l'ouvrage. Les abouts sont modélisés.

Deux types de configuration de tablier existent : PRAD Classique et PRAD Tablier Dalle Composite.

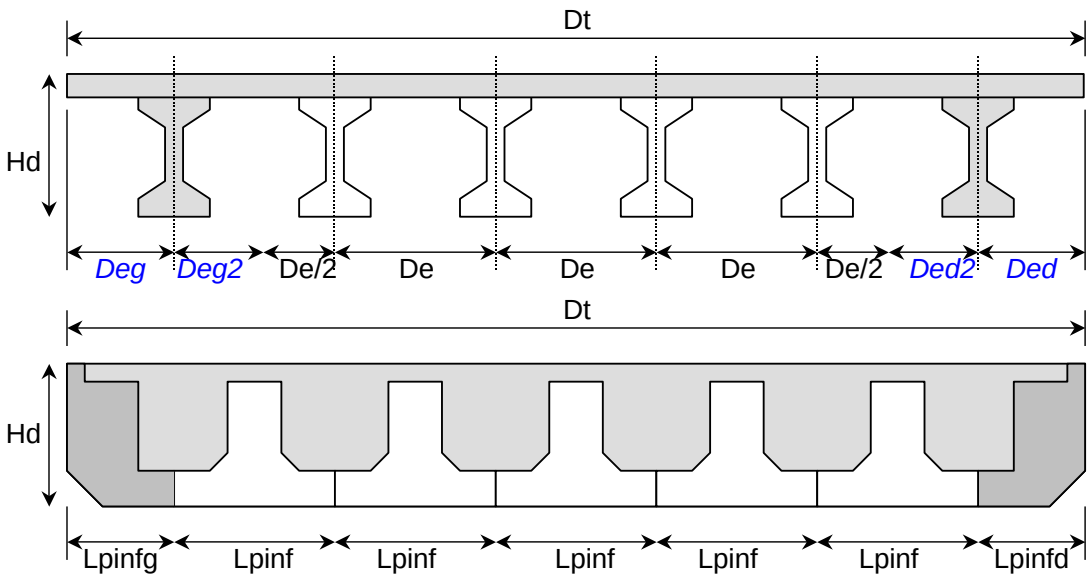


Figure 1 – Configurations de tablier : PRAD Classique et PRAD Tablier Dalle Composite

2.3 - Modélisation des dalles de transition

Les dalles de transition peuvent être prises en compte, les charges d'exploitation appliquées sur l'ouvrage sont alors appliquées aux dalles de transition, celles-ci sont donc dimensionnées en conséquence et le ferraillage peut être plus important que le ferraillage type des anciens dossiers pilotes qui correspondait à un dimensionnement sous charge civiles A et B du fascicule 61 titre II. Puisque les dalles de transition sont dimensionnées en fonction du niveau de charges, il n'y a pas lieu dans ce cas de faire un calcul avec une dalle de transition fissurée, comme c'est le cas habituellement pour les culées de ponts.

La dalle de transition prend comme référence la chaussée du profil en travers définitif pour définir la largeur de dalle. Les calculs des coefficients de répartition transversale Guyon et les moments transversaux sont faits en tenant compte de la diffusion des charges à travers la chaussée, la couche de forme et la demi-épaisseur de la dalle de transition. Pour le calcul ST1 de flexion longitudinale, la diffusion à travers la chaussée seule est prise en compte comme sur l'ensemble du tablier.

2.4 - Modélisation des appuis : simples ou élastiques

La possibilité est donnée à l'utilisateur de modéliser un encastrement du tablier sur un ou plusieurs appuis. Les appuis encastrés sont modélisés via leurs matrices de rigidité à court terme et à long terme définies par l'utilisateur (voir à ce sujet l'annexe : calcul des matrices de rigidité des appuis pour les ouvrages encastrés).

La possibilité est laissée à l'utilisateur de modéliser un ouvrage comprenant à la fois des appuis simples et des appuis encastrés. Cependant, cette configuration doit rester exceptionnelle dans la mesure où le remplacement des appareils d'appui ne serait pas possible à cause des encastrements sur les autres appuis. Il est donc préférable pour les appuis non encastrés d'avoir recours à des appuis de type « freyssinet », modélisables via des appuis élastiques (saisir R1 non nul, R4 = 0 et R6 = 0, sachant que R3 est forcé à une grande valeur par le programme, de même que les termes croisés sont forcés à zéro).

Les appuis élastiques sont pris en compte aussi bien dans le modèle poutre-échelle pour l'étude du phasage sous charge permanentes que dans le modèle poutre-composite pour l'étude sous charges d'exploitation.

2.5 - Modélisation «Guyon» pour l'étude de flexion transversale

2.5.1 - Modélisation «Guyon» des PRAD Classiques

Les calculs de flexion transversale des tabliers de type PRAD Classique sont réalisés au moyen d'une modélisation Guyon à plusieurs plaques isotropes et orthotropes.

Chaque discontinuité d'épaisseur fait l'objet d'une plaque :

- les zones de hourdis seul sont modélisées par des plaques isotropes ;
- les zones avec poutre et hourdis sont modélisées par une (ou plusieurs) plaque(s) orthotrope(s)

Pour les zones avec poutre et hourdis, on distingue 2 cas de figure :

- lorsque les poutres comportent une semelle supérieure de largeur supérieure à celle de l'âme (cas des poutres en I et des poutres en T), chaque zone de poutre fait l'objet de 3 plaques orthotropes : 1 plaque sur la largeur de l'âme, et 1 plaque pour chacune des 2 ailes supérieures des poutres. Ce choix permet de traiter proprement les cas des poutres à semelles supérieures larges, voire jointives, puisque l'on tient compte de la flexibilité spécifique des ailes des poutres.

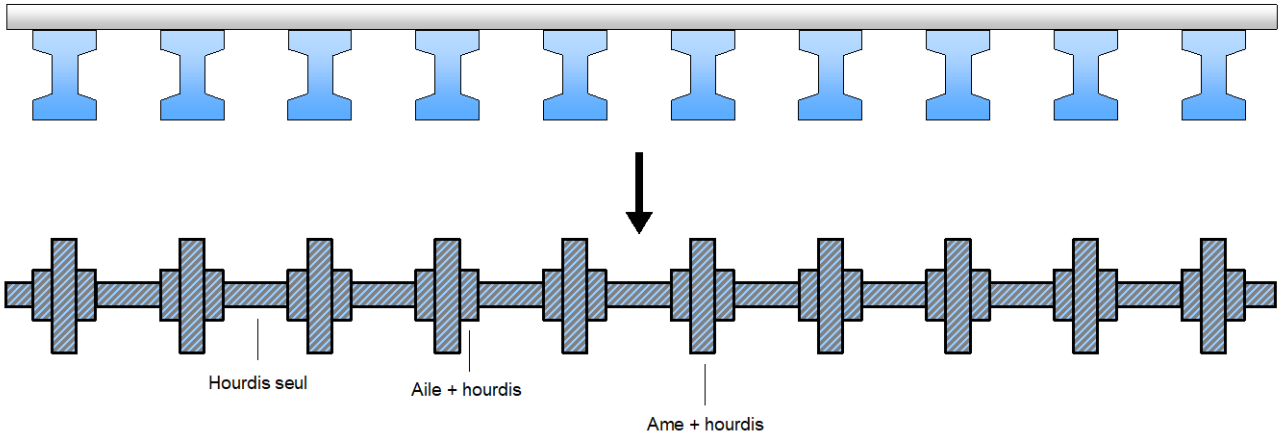


Figure 2 – Modélisation des PRAD Classiques avec des plques orthotropes : cas des poutres en I

- dans le cas plus simple des poutres rectangulaire ou en T inversé, une seule plaque orthotrope au niveau de chaque poutre est utilisée.

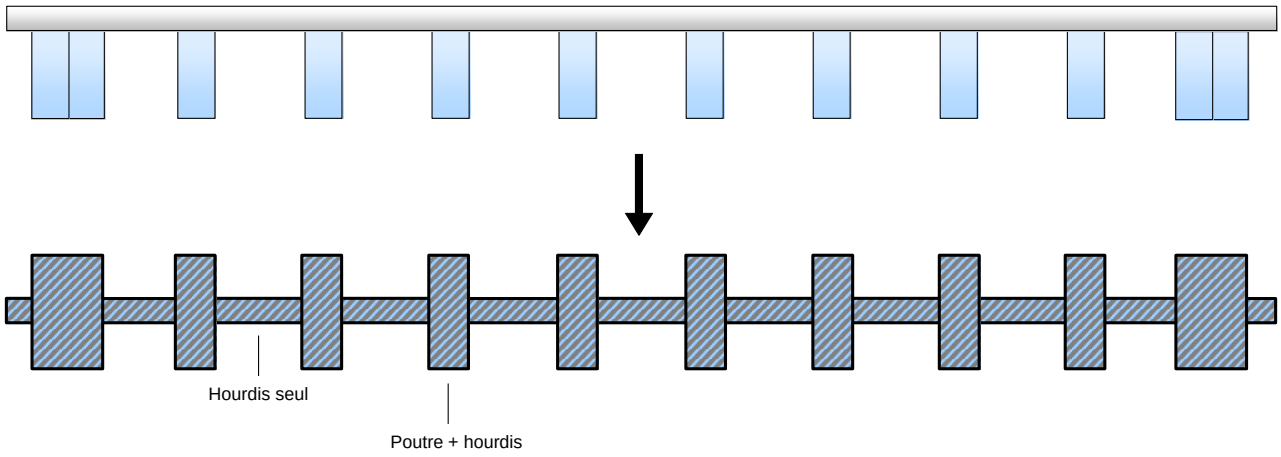


Figure 3 – Modélisation des PRAD Classiques avec des plaques orthotropes : cas des poutres rectangulaires

2.5.2 - Modélisation «Guyon» des PRAD Tablier Dalle Composite

Pour les ouvrages de type Tablier Dalle Composite, on a recourt comme en PRAD Classique à une modélisation faisant intervenir plusieurs plaques orthotropes. Le modèle est toutefois plus simple du fait du comportement de la structure finale proche de celui d'une dalle pleine.

On construit autant de plaques orthotropes que de files de poutres. Les poutres courantes sont toutes identiques et les poutres de rive gauche et droite peuvent avoir chacune une géométrie spécifique.

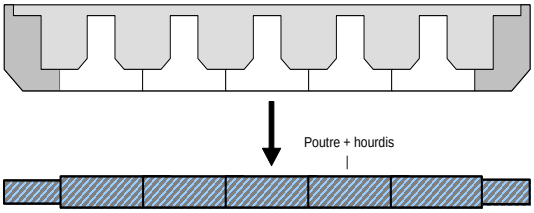


Figure 4 – Modélisation des PRAD Tablier Dalle Composite avec des plaques orthotropes

2.6 - Repartition transversale pour l'effet longitinal des charges des charges mobiles et de superstructures

La méthode de Guyon Massonnet décrite au paragraphe précédent est également utilisée pour le calcul des coefficients amplificateur liée à la répartition transversale. La méthode de Guyon Massonnet généralisé et adapté au PRAD dans le cadre de CHAMOA est traité dans le document CHAMOA_P Annexe générique.

On rapelle ici son adpatation pour les PRAD

Pour les efforts de flexion générales (flexion longitudinale) pour les pivots en moment

(« Pivot » signifie composante de l'effort pour laquelle les autres efforts sont calculés en concomitance vis-à-vis de cette composante)

Pour chaque cas de charge, on calcule :

- Les moments $M_{x,i}$ maximaux que peut engendrer ce cas de charge en chacun des neuf points d'étude à mi travée, puis le moment $M_{x,\max}$ du point le plus défavorable.
- Le moment M_{x0} maximal que peut engendrer ce cas de charge sur une poutre équivalente (de même rigidité de flexion que la dalle, mais sans répartition transversale).

Pour chaque cas de charge Q, on obtient alors le coefficient $K_{M,Q}$:

$$K_{M,Q} = \frac{M_{x,max}}{M_{x,0,P}}$$

La liste des coefficients ainsi obtenue (un coefficient par travée et par cas de charge) est appliquée à la ligne d'influence longitudinale de l'ensemble des efforts sollicitant (efforts de flexion longitudinale, efforts normaux, efforts tranchants) pour le calcul de la charge considérée.

Par commodité, on introduit dans CHAMOA-P, le coefficient $K^*_{M,Q}$:

$$K*_{M,Q} = \frac{M_{x,max}}{M_{x,Q\,max,P}}$$

Le moment M_{xQmax} maximal est celui qui est engendré par le cas de charge Q, mais en chargeant toute la largeur de chaussée toujours sur une poutre équivalente (de même rigidité de flexion que la dalle, mais sans répartition transversale).

Ainsi lorsque l'on effectue le calcul de flexion longitudinale pour une charge Q avec le logiciel ST1, on charge toute la largeur de chaussée avec la charge Q et on corrige la ligne d'influence longitudinale de l'effet calculé par la liste des coefficients $K^*_{M,Q}$ obtenus préalablement dans chaque travée.

Pour les efforts de flexion générales (flexion longitudinale) pour les pivots au tranchant

La répartition transversale au tranchant pour les ponts à poutres est plus réaliste que celle des moments et tient mieux compte de l'effet local d'une charge concentrée, celle-ci est utilisé pour les calculs d'efforts tranchants maximaux.

Pour chaque cas de charge, on calcule :

- Les tranchants $T_{x,i}$ maximaux que peut engendrer ce cas de charge en chacun des neuf points d'étude , mais maintenant au niveau de la ligne d'appui, puis le tranchant $T_{x,\max}$ du point le plus défavorable.
- Le Tranchant T_{x0} maximal que peut engendrer ce cas de charge sur une poutre équivalente (de même rigidité de flexion que la dalle, mais sans répartition transversale).

Pour chaque cas de charge Q, on obtient alors le coefficient $K_{T,Q}$:

$$K_{T,Q} = \frac{T_{x,max}}{T_{x0}}$$

La liste des coefficients ainsi obtenue (un coefficient par travée et par cas de charge) est appliquée à la ligne d'influence longitudinale de l'ensemble des efforts sollicitant (efforts de flexion longitudinale, efforts normaux, efforts tranchants) pour le calcul de la charge considérée.

Par commodité, on introduit dans CHAMOA-P, le coefficient $K^*_{T,Q}$:

$$K^*{}_{T,Q} = \frac{T_{x,max}}{T_{xQmax}}$$

Comme pour le moment (voir paragraphe précédent), le tranchant T_{xQmax} maximal est celui qui est engendré par le cas de charge Q, mais en chargeant toute la largeur de chaussée toujours sur une poutre équivalente (de même rigidité de flexion que la dalle, mais sans répartition transversale), ST1 fournissant directement l'effet d'une charge appliquée sur toute la largeur chargée.

2.7 - Calcul des efforts dans les directions de ferraillage pour les ouvrages en BA (flexion simple) (Annexe 12A du BPEL)

2.7.1 - Efforts dans les directions de calculs

Le ***calcul de la flexion longitudinale*** est fait selon la flexion longitudinale biaise géométrique (et non mécanique), avec ST1. Aucune autre correction n'est appliquée du fait du biais réel.

Comme dans les ponts types actuels, pour une position d'étude longitudinale fixée, est calculé l'effet le plus défavorable de la répartition transversale pour chaque point d'étude transversal et pour la charge considérée. Le cumul de l'effet maximum des différentes charges est ensuite effectué permettant de calculer le ferraillage nécessaire correspondant.

Le ***calcul de flexion transversale*** est fait selon l'annexe 12 du BPEL de la manière simplifiée suivante : le calcul des moments dans les directions des aciers est effectué à partir des moments principaux *MX* et *MY* équivalents obtenus directement et définis comme suit :

- *MX* est le moment de flexion longitudinale selon la direction biaise géométrique (c'est celui calculé pour la flexion longitudinale avec ST1).
- *MY* est le moment de Guyon Massonnet défini pour la dalle mécanique équivalente.

Pour le dimensionnement, ce principe est conservé. Le moment *MX* maximal et le moment *MY* maximal sont évalués (la position des charges est généralement différente pour l'obtention des 2 maximums), charge par charge, c'est-à-dire LM1, LM2, etc. séparément. Les efforts *MX* et *MY* sont le résultat des enveloppes pondérées et combinées des charges permanentes et des charges d'exploitation. Les moments dans la direction des aciers 1 et 2 sont calculés à partir de ces efforts pondérés.

2.7.2 - Application de l'annexe 12 du BPEL

Les justifications des sections en calcul Béton Armé sont conduites après application des formules de l'annexe 12A du BPEL et dossier pilote CED 66 au § 4.2 de la pièce 1.8 qui permettent le calcul des moments avant fissuration M_1, M_2, M_t et après fissuration M_1, M_2, M_b (voir aussi les dossiers pilotes MRB du Sétra).

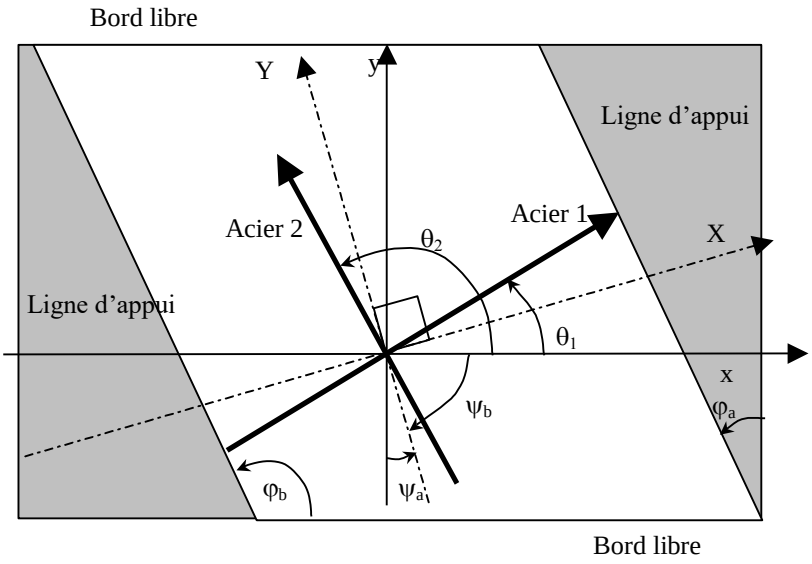


Figure 5 – Représentation conventionnelle avec angles positifs

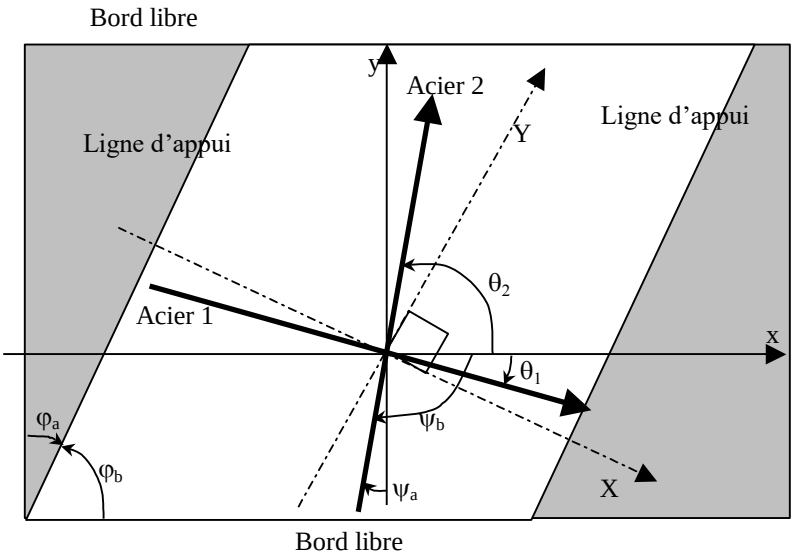


Figure 6 – Application aux cas de Chamoa

- Soit φ_a le biais géométrique de l'axe de la dalle par rapport au bord libre.
- Soit φ_b le biais géométrique des piédroits par rapport au bord libre.(c'est l'angle φ présenté précédemment)
- Soit ψ_a le biais mécanique des directions principales par rapport à la normale au bord libre
- Soit ψ_b le biais mécanique des directions principales par rapport au bord libre

En général **:**

Les aciers longitudinaux sont placés soit selon la direction biaise O*x* (θ_1=0), soit selon la direction normale aux lignes d'appui ($\theta_1=\varphi_a$).

Les aciers transversaux sont placés soit selon la direction parallèle aux lignes d'appui ($\theta_2=\pi/2+\varphi_a$), soit selon la normale au bord libre ($\theta_2=\pi/2$).

On peut déterminer à partir du torseur d'efforts (M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}) en un point, le torseur dans les directions principales (MX, MY, ψ_b).

$$M_X = \frac{M_{xx}+M_{yy}}{2} + \sqrt{\left(\frac{M_{xx}-M_{yy}}{2}\right)^2 + M_{xy}^2} \quad M_{xx} = M_X\, cos^2\,\psi_b + M_Y\, sin^2\,\psi_b$$

$$M_Y = \frac{M_{xx}+M_{yy}}{2} - \sqrt{\left(\frac{M_{xx}-M_{yy}}{2}\right)^2 + M_{xy}^2} \quad M_{yy} = M_X\, sin^2\,\psi_b + M_Y\, cos^2\,\psi_b$$

$$tg(2\psi_b) = \frac{2M_{xy}}{M_{xx}-M_{yy}} \qquad M_{xy} = (M_X - M_Y)\, sin\psi_b\, cos\psi_b$$

En pratique Ψ_b est obtenu de manière approchée par les équations définies au paragraphe §Biais mécanique.

A partir des torseurs précédents, 2 calculs sont présentés :

- un **calcul des efforts dans les directions 1 et 2 des aciers en supposant le comportement avant fissuration**, on en déduit le torseur (M_{1AVF}, M_{2AVF}, M_t moment de torsion dans la direction β, angle caractérisant la face tendue du béton avant fissuration supposé dans un état de cisaillement simple, *Cf.* CED 66).
- un **calcul des efforts dans les directions 1 et 2 des aciers en supposant le comportement après fissuration**, on en déduit le torseur (M_{1APF}, M_{2APF}, M_b moment de torsion dans la direction β, angle caractérisant la face tendue du béton après fissuration supposée dans un état de compression simple, *Cf.* CED 66).

Pour le calcul avant fissuration, on a :

$$M_{1AVF} = \frac{1}{sin(\theta_1-\theta_2)}\left[M_X\, sin(\psi_b-\theta_2)\, cos(\psi_b-\theta_1) - M_Y\, sin(\psi_b-\theta_1)\, cos(\psi_b-\theta_2)\right]$$

$$M_{2AVF} = \frac{1}{sin(\theta_1-\theta_2)}\left[M_Y\, sin(\psi_b-\theta_2)\, cos(\psi_b-\theta_1) - M_X\, sin(\psi_b-\theta_1)\, cos(\psi_b-\theta_2)\right]$$

$$M_{t\beta} = M_X\, sin(\psi_b-\theta_1)\, sin(\psi_b-\theta_2) + M_Y\, cos(\psi_b-\theta_1)\, cos(\psi_b-\theta_2)$$

ou

$$M_{1AVF} = \frac{1}{sin(\theta_1-\theta_2)}\left[-M_x\, cos(\theta_1)\, sin(\theta_2) + M_y\, sin(\theta_1)\, cos(\theta_2) + M_{xy}\, cos(\theta_1+\theta_2)\right]$$

$$M_{2AVF} = \frac{1}{sin(\theta_1-\theta_2)}\left[M_x\, sin(\theta_1)\, cos(\theta_2) - M_y\, cos(\theta_1)\, sin(\theta_2) - M_{xy}\, cos(\theta_1+\theta_2)\right]$$

$$M_{t\beta} = M_x\, sin(\theta_1)\, sin(\theta_2) + M_y\, cos(\theta_1)\, cos(\theta_2) - M_{xy}\, sin(\theta_1+\theta_2)$$

Contrainte de cisaillement en torsion en fonction de l'épaisseur *h* de la dalle en ce point :

$$\tau_{b\beta} = \frac{6\ M_{t\beta}}{h^2}$$

On notera du fait de la résistance du béton à la torsion pure que l'on a alors :

$$M_{1AVF} + M_{2AVF} = M_x + M_y = M_X + M_Y$$

Pour le calcul après fissuration, on a :

$$M_{1APF} = M_{1AVF} + \frac{M_{b\beta}}{2}$$

$$M_{2APF} = M_{2AVF} + \frac{M_{b\beta}}{2}$$

Si $\frac{M_{t\beta}}{M_x} > 0, \quad M_{b\beta} = \frac{M_{t\beta}}{sin^2\left(\frac{\theta_1-\theta_2}{2}\right)}$ Si $\frac{M_{t\beta}}{M_x} < 0, \quad M_{b\beta} = -\frac{M_{t\beta}}{cos^2\left(\frac{\theta_1-\theta_2}{2}\right)}$

On notera que l'on a alors :

$$M_{1APF} + M_{2APF} = M_X + M_Y + M_{b\beta}$$

Le calcul avant fissuration permet de déterminer les directions optimales pour placer les aciers 1 et 2 à partir des efforts des combinaisons ELS. **Ce paragraphe n'a donc pas pour but de conduire aux calculs des justifications à l'ELS, mais simplement de déterminer la direction optimale des aciers et obtenir les efforts pour le calcul ELU suivant. Les résultats du calcul ELU serviront eux à justifier les aciers**.

Le placement optimal des aciers est obtenu en minimisant la torsion, soit :

$$M_{t\beta} = 0$$

Les configurations qui permettent de vérifier ce critère sont :

$\theta_1 = \psi_b$; $\theta_2 = \psi_b + \frac{\pi}{2}$ (Armatures disposées selon les directions principales des moments)

En pratique armature longitudinale selon la direction droite ($\theta_1=\varphi_a$).

$\theta_1 = 0$; $tg(\theta_2) = \frac{M_y}{M_{xy}}$ (Armature longitudinale selon le biais (θ_1=0).)

Ainsi pour déterminer les aciers transversaux, on retient le calcul après fissuration à l'ELU, celui-ci étant obtenu à partir des efforts ELU avant fissuration avec un coefficient de poisson nul ($\upsilon = 0$).

2.7.3 - Spécificité du cas des PRAD

Pour les ouvrages PRAD, le comportement orthotrope du tablier fixe les directions principales des efforts : les efforts principaux sont parallèles et orthogonaux aux lignes de poutres.

Ceci se traduit par une valeur du biais mécanique Ψ_b systématiquement égale à 100 grades, quel-que-soit le biais géométrique φ_b de l'ouvrage. L'application de l'annexe 12 du BPEL demeure identique à celle décrite précédemment, certaines formules étant simplifiées du fait de la valeur particulière de Ψ_b.

Pour ce qui concerne la prise en compte de l'effort normal, des règles spécifiques sont appliquées dans Chamoa-P pour le calcul des dalles de PSIDP. Ces règles n'ont pas lieu d'être dans le cas des PRAD étant donné que l'effort normal dû à la précontrainte n'est présent que dans les poutres, et n'affecte donc pas le comportement global du tablier. On applique ainsi pour les PRAD l'annexe 12 telle quelle comme pour les autres ouvrages en fonctionnement béton armé PSIDA, PIPO et PICF.

3 - Optimisations

3.1 - Dimensionnement de la précontrainte

Pour les ouvrages de type PRAD Classique ou Tablier Dalle Composite, le dimensionnement automatique de la précontrainte n'est pas disponible.

En pratique, pour l'instant, on fait des vérifications successives de tracés de torons.

4 - Principes de justifications

Les justifications de sections sont réalisées à partir des enveloppes d'état limites (voir document Annexes Génériques). Les lois de comportement des matériaux constitutifs des parties d'ouvrage sont prises en compte pour évaluer les grandeurs (efforts résistants, contraintes, déformations, …) faisant l'objet d'un état limite.

Le principe des vérifications consiste à effectuer les justifications sous sollicitations normales, en flexion longitudinale et en flexion transversale, ainsi que les justifications sous sollicitations tangentes. Les critères de justification sont rappelés pour chaque type d'état limite et pour chaque type de justification.

Le respect de l'ensemble des critères d'état limites permet de dimensionner les sections d'aciers passifs ou actifs dans le mode projeteur.

4.1 - Sollicitations normales

4.1.1 - Décalage des moments

Les moments fléchissants et les efforts normaux, issus du calculateur de structure (ST1), servent de base aux justifications sous sollicitations normales. Il est nécessaire de tenir compte de la fissuration du béton, pour les états limites pour lesquels le béton est fissuré, ce qui est réalisé simplement par la prise en compte du décalage des moments fléchissants (voir document Annexes Génériques).

Pour les PRAD, une note de calcul d'efforts spécifique est éditée dans laquelle le décalage des moments est effectué de façon systématique sur tous les résultats. Cependant, pour les justifications sous moment de flexion longitudinale d'une section donnée, l'utilisation effective des valeurs de moment décalés fonctionne de la façon suivante :

- La longueur de décalage est toujours prise égale à l'épaisseur totale du tablier (poutre + hourdis)
- Le décalage des moments est appliqué uniquement aux enveloppes de charges d'exploitation et de superstructures : en effet, seuls les moments issus du modèle poutre-composite Mdl_Pcomp subissent un décalage.
- Le décalage dépend de la section considérée (fonctionnement BA ou BP)
- À l'ELS, on décale les moments en section BA (entretoise, poutre en zone d'about) mais pas en section BP (poutre en zone courante).
- À l'ELU, on décale toujours les moments.

Etat limite	Entretoises (BA)	Poutres en zone d'about (BA)	Dalles de transition (BA)	Poutres en zone courante (BP)
ELU	Décalage des moments systématique			
ELS	Décalage des moments	Décalage des moments	Décalage des moments	Pas de décalage

4.1.2 - Prise en compte des sections phasées à l'ELS

Méthode de justification des sections phasées

Comme indiqué précédemment, la construction phasée des PRAD nécessite une modélisation spécifique, de type poutre-échelle, pour évaluer les efforts en tenant compte des étapes de construction ainsi que des interactions entre les différents matériaux (poutre, hourdis, aciers de précontrainte).

Lors des justifications des sections sous flexion longitudinale, une méthode spécifique doit là-aussi être utilisée afin de distinguer quels efforts sont repris par la poutre seule, par le hourdis seul, ou par la section complète (poutre + hourdis).

Affectation des efforts aux différentes zones de la section

Le principe de base est dicté par le phasage : avant clavage, la poutre seule reprend les efforts, et après clavage la section complète (poutre + hourdis) contribue à la résistance. Toutefois, les effets différés (retrait, fluage, relaxation) pouvant donner lieu à des autocontraintes au sein des sections après clavage, l'attribution d'efforts spécifiques à la poutre ou au hourdis est également prévue après clavage. Ainsi, après clavage, on distingue 2 types d'effort :

- les efforts internes à la section : ils correspondent aux phases avec évolution temporelle du modèle ST1 poutre-échelle (retrait, fluage, relaxation)
- les efforts externes à la section : ils sont issus des phases sans changement de date du modèle ST1 poutre-échelle. On y ajoute l'ensemble les efforts dus à des charges externes, à savoir les superstructures, les charges d'exploitation, les tassements, etc…

Zone de reprise	Type d'efforts
Poutre seule	Tous les efforts avant clavage. Après clavage, seulement les efforts internes affectés à la poutre (retrait, fluage, relaxation).
Hourdis seul	Après clavage, seulement les efforts internes affectés au hourdis (retrait, fluage, relaxation).
Section complète (poutre + hourdis)	Efforts externes après clavage (phases instantannées de construction, superstructures, charges d'exploitation, etc…)

Redistribution à l'ELS en section fissurée

Le tableau ci-dessus n'est plus valable lorsque l'on étudie une section fissurée. Après clavage, dès lors qu'une des zones (poutre ou hourdis) est fissurée, les efforts qui lui sont propres (voir tableau précédent) sont redistribués et appliqués à la section complète, comme des efforts externes.

Identification des zones fissurées à l'ELS

L'état fissuré d'une zone de la section à l'ELS est déterminé à partir du calcul de contraintes en section non fissurée, qui considére des lois linéaires élastiques infinies aussi bien en compression qu'en traction. Si les contraintes obtenues dépassent les contraintes limites de fissuration à une phase donnée, la zone sera considérée comme fissurée pour l'ensemble des phases suivantes.

La synthèse de ce diagnostic de fissuration est donnée dans les notes de calcul des contraintes, dans la partie « BILAN DES DÉPASSEMENTS - FISSURATION»

Redistribution à l'ELU

La redistribution des efforts propres à chaque zone est réalisée de façon systématique pour toutes les justifications aux ELU. Les eurocodes spécifient en effet qu'aux ELU il ne doit pas être tenu compte du phasage.

4.1.3 - Les 3 étapes de justification

Pour chaque section, le programme réalise 3 études successives pour la flexion longitudinale aux états limite. Le tableau ci-dessous en fait la synthèse.

Chronologie	Type d'étude	Etats limites	Calculs effectués
1	Vérification en section non fissurée	ELS uniquement	Calcul des contraintes dans le béton en section brute. Comparaison aux contraintes limites admissibles. Si des dépassements de contrainte limite existent, les autres types d'études ne sont pas réalisés car le dépassement de contrainte doit auparavant être résolu par modification des données.
2	Dimensionnement des aciers passifs en section fissurée	ELS et ELU	On considère une loi de béton fissurée (aucune reprise d'effort en traction) et on dimensionne les aciers passifs aux états limites éventuellement nécessaires.
3	Vérification en section fissurée	ELS et ELU	Après dimensionnement des aciers passifs (aux états limites, mais également aciers minimaux de tous types), la quantité finale retenue fait l'objet d'une vérification du bon comportement de la section aux états limites.

4.1.4 - Étape 1 : Vérification en section non fissurée

Principe

Cette première étape de justification consiste à calculer pour chaque section les contraintes dans le béton aux différentes étapes de constructions et sous chaque combinaison. On considère des lois de comportement des matériaux élastiques, sans limite de traction ou de compression. On compare les contraintes ainsi calculées aux contraintes limites admissibles du béton.

Charges permanentes et charges variables

Les contraintes sont obtenues par sommation des contraintes sous charges permanentes (en considérant le module différé du béton) et des contraintes sous charges variables (calcul avec module instantanné).

Combinaisons étudiées

Seules les combinaisons ELS font l'objet d'un calcul de contrainte en section non fissurée.

Contraintes limites

Les contraintes limites dépendent notamment de la zone étudiée. On distingue 3 zones longitudinales de justification, présentées dans le tableau suivant.

Zone de justification	Entretoise ou Dalle de transition	Poutre et hourdis en zone d'about	Poutre et hourdis en zone courante
Contraintes limites appliquées	Les contraintes limites sont celles applicables au béton armé, donc une limitation uniquement en compression. La présence de contraintes de traction importantes lors de l'étude non fissurée n'est pas problématique, puisque des aciers passifs seront dimensionnés par la suite lors de l'étude fissurée pour reprendre les efforts tractions.	Dans le hourdis, les contraintes limites sont celles du béton armé, donc identiques à celle appliquées aux entretoises ou dalles de transition. Dans la poutre, à proximité de l'about, on a très peu de précontrainte. Il est donc prévu de justifier ces zones avec un comportement en précontrainte partielle (analogue à la classe 3 de l'ancien règlement français BPEL). Ainsi, dans la poutre, de fortes contraintes de traction sont acceptées à ce stade d'étude, car des aciers passifs seront dimensionnés par la suite.	Dans le hourdis, on applique les mêmes règles qu'en zone d'about. Dans la poutre, en zone courante, l'effort de précontrainte est suffisant pour une justification en précontrainte totale, avec des limites de contraintes aussi bien en traction qu'en compression.

Contraintes limites : vérification complémentaire en zone d'about

La longueur de la zone d'about de poutre dans laquelle des contraintes limites précontrainte partielles sont admises est égale par défaut à longueur de régularisation calculée selon l'EN 1992-1-1 § 8.10.2.2 (4). Il est toutefois possible d'augmenter la longueur de cette zone au moyen d'un paramètre avancé du fichier de données.

Lorsque la longueur définie est supérieure à la longueur de régularisation, le programme vérifie que la fibre supérieure de la poutre n'est pas fissurée (contrainte > -fctm(t)) et que la fibre inférieure de la poutre n'est pas en traction (contrainte > 0 MPa). Ceci permet d'éviter des contraintes de traction trop fortes dans les zones à proximité des abouts.

Parties de section fissurées

Les contraintes calculées permettent également de déterminer si une partie de section (entretoise, poutre, hourdis) est fissurée. Cette information est ensuite utilisée dans le dimensionnement des aciers passifs. En outre il est possible qu'une partie de section ne fissure qu'à partir d'une étape donnée : dans ce cas elle sera considérée comme fissurée pour toutes les étapes ultérieures.

4.1.5 - Étape 2 : Dimensionnement des aciers passifs en section fissurée

Principe

La vérification précédente permet de déterminer si le béton est fissuré ou non. Cette fissuration peut être acceptable pour les parties de section justifiées en béton armé ou en précontrainte partielle, ou rédibitoire pour les parties de sections justifiées en précontrainte totale. Dans tous les cas, si l'ensemble des limites de contraintes est respecté pour une section donnée, le programme effectue le calcul des aciers passifs éventuellement nécessaires pour assurer l'équilibre des efforts dans la section.

Charges permanentes et charges variables

Le calcul des aciers passifs étant réalisé en section fissurée, il n'est pas possible de dissocier le comportement charges permanentes et celui sous charges variables pour en faire ensuite la somme, car le problème devient non-linéaire. On effectue alors, comme pour les vérifications en béton armé dans Chamoa-P, un seul calcul en considérant un module homogénéisé basé sur un ratio entre de charges permanentes et variables.

Combinaisons étudiées

Le dimensionnement des aciers passifs est effectué sous l'ensemble des combinaisons ELS et ELU.

Calcul des aciers

Les quantités d'aciers nécessaires pour assurer la reprise des efforts à chaque étape et sous chaque combinaison sont calculées via un algorithme du simplexe, qui permet de minimiser la quantité d'aciers mise en œuvre.

Seules les parties de sections diagnostiquées comme fissurées seront renforcées par des aciers passifs. Au maximum 4 lits d'aciers sont prévus, comme l'indique le tableau ci-après.

Section	Entretoise ou Dalle de transition	Poutre et hourdis en zone d'about
Lit d'aciers dimensionnés	- un lit d'acier en fibre supérieure - un lit d'acier en fibre inférieure	- un lit d'acier en fibre supérieure du hourdis - un lit d'acier en fibre inférieure du hourdis - un lit d'acier en fibre supérieure de la poutre - un lit d'acier en fibre inférieure de la poutre

4.1.6 - Étape 3 : Vérification en section fissurée

Principe

Cette dernière étape consiste à vérifier le comportement de la section en présence des quantités d'aciers finales. Ces quantités sont enveloppes de celles dimensionnées précédemment sous les différents états limites et des quantités d'aciers minimales (dont le calcul est décrit par la suite).

Charges permanentes et charges variables

La vérification avec aciers passifs est réalisée en une seule fois pour l'intégralité du chargement, de la même façon que le dimensionnement des aciers, à savoir avec un module homogénéisé.

Combinaisons étudiées

La vérification avec aciers passifs est effectuée sous l'ensemble des combinaisons ELS et ELU.

Vérification avec aciers passifs

Les quantités d'aciers passifs retenus étant la plupart du temps supérieures aux quantités obtenues lors du dimensionnement (notamment lorsque les aciers minimaux sont dimensionnants), il se peut que de légers dépassements de contrainte apparaissent dans certains matériaux (béton, aciers de précontrainte, aciers passifs) lors de la vérification. Dans ce cas le dimensionnement doit être revu (généralement la modification du tracé de précontrainte suffit).

4.1.7 - Lois matériaux

Les courbes de matériaux sont définies dans la partie document Annexes Génériques.

4.1.8 - Calcul fissuré en béton précontraint : prise en compte des surtensions

Les justifications faisant intervenir la poutre et sa précontrainte, tous les états limites fissurés nécessitent une évaluation des surtensions dans les aciers de précontrainte. L'ELU est concerné, mais également l'ELS dans les zones justifiées en précontrainte partielle.

À défaut de prescriptions réglementaires précises à ce sujet dans l'Eurocode, l'évaluation des surtensions est réalisée, comme dans les justifications des PSDIP à l'ELU, au moyen de la méthode du retour à l'état zéro. On réalise ainsi l'équilibre final de la section à partir de l'état permanent de la section (efforts et tension des torons à l'état permanent, avant application des charges variables).

4.1.9 - Section minimale d'armatures pour la limitation de la fissuration

Le dimensionnement de ces aciers répond à l'article 7.3.2 de l'Eurocode 2 (ces aciers sont couramment appelés aciers de non-fragilité).

Pour les PRAD en tant qu'ouvrages à fil adhérent, aucun ferraillage minimal n'est requis si $\sigma_{ct} \geq -1{,}5 f_{ct,eff}$ à l'ELS Caractéristique, d'après AN 1992-1-1 §7.3.2(4). Cette condition est vérifiée dans les poutres en zone courante, car la contrainte à l'ELS caractéristique est par ailleurs nécessairement limitée à $\sigma_{ct} \geq -1{,}0 f_{ct,eff}$. Toutefois, dans les zones justifiées en précontrainte partielle, ou en béton armé, des aciers doivent être ajoutés.

Selon l'Eurocode 2, les aciers minimaux à mettre en place pour limiter la fissuration doivent être tels que : $A_{s,min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}$

Pour ce calcul, les hypothèses suivantes ont été retenues :

- A_{ct} est la section droite de béton tendu juste avant apparition des fissures
- Les parties de section correspondant au hourdis sont considérées comme une membrure, et les parties de section correspondant à l'entretoise comme une âme dans les formules ci-après.

– Le coefficient k_c dépend du cas de section considéré (âme ou membrure).

Pour une âme :

$$k_c = min\left(0{,}4\left\{1 - \frac{\sigma_c}{k_1(h/h^*)\cdot f_{ct,eff}}\right\}\ ;\ 1{,}0\right)$$

Pour une membrure :

$$k_c = max\left(\frac{0{,}9\cdot|F_{cr}|}{A_{ct}\cdot f_{ct,eff}}\ ;\ 0{,}5\right)$$

– h hauteur de la section

– $h^* = h$ si $h < 1{,}0$m et $h^* = 1{,}0$m sinon

– $\sigma_c = \frac{N_{ELS,QP}}{A_c}$avec A_c section brute

– $k = 1{,}0$ si $h \leq 300$mm, $k = 0{,}65$ si $h \geq 800$, les valeurs intermédiaires étant obtenues par interpolation.

– $k_1$dépend de l'effort normal appliqué :

Si l'effort normal est ≥ 0 (compression) :

$k_1 = 1{,}5$

Si l'effort normal est ≤ 0 (traction) :

$$k_1 = \frac{2h*}{3h}$$

– $f_{ct,eff} = max(f_{ctm}(t)\ ;\ 2{,}9)$ en MPa

– $\sigma_s = f_{yk}$

Les autres paramètres intervenant dans le calcul sont déterminés automatiquement. Ils répondent aux prescriptions de l'Eurocode.

4.1.10 - Aciers minimum, de peau et planchers

Section minimale d'armatures tendues

Les quantités d'aciers minimales considérées sont les suivantes :

Aciers des articles 9.2.1.1 et 9.3.1.1 de l'Eurocode 2. Selon l'article 9.2.1.1, la section minimale d'armatures tendues est définie de la manière suivante :

$A_{s,min} \quad = 0{,}26\cdot\frac{f_{ctm}}{f_{yk}}\cdot b_t\cdot d$

b_t étant la largeur moyenne de la zone tendue.

Cette largeur moyenne $b_t$est déterminée en considérant le béton comme élastique non fissuré. Le programme détermine l'aire de béton tendu sous l'application des efforts de l'ELS caractéristique. La valeur de b_t est obtenue en divisant l'aire de béton tendu par la hauteur de béton tendu.

Section minimale forfaitaire

Pour les poutres, l'EN 1992-2 §9.1 (103) (AN) recommande en outre une quantité minimale supérieure à 0,10% de la section droite de la poutre, soit $A_{s,min} \quad \geq 0{,}1\%\cdot A_c$ à répartir sur 2 faces. Cette quantité doit également respecter $A_{s,min} \quad \geq 3{,}0$cm²/ml toujours selon l'EN 1992-2 §9.1 (103) (AN) .

4.1.11 - Ferraillage maximum

La section totale d'armatures passives ne doit pas être supérieure à 4% de la section brute de béton. (Article 9.3.1.1 de l'Eurocode 2).

4.1.12 - Dimensionnement des aciers de rupture fragile de la précontrainte

D'après l'annexe nationale de l'Eurocode 2 Clause 6.1 (109) les éléments précontraints par pré-tension ne sont pas concernés par la rupture fragile.

4.1.13 - Flexion transversale

Principe

La justification des sections sous flexion transversale est effectuée par le programme à partir des moments de flexion transversale à mi-travée issus de la modélisation «Guyon».

Sections d'étude

Pour les ouvrages de type PRAD Classique, plusieurs sections d'étude sont considérées. En première approximation, et pour se placer du côté de la sécurité, on considère des sections rectangulaires toutes identiques de hauteur *Hh*.

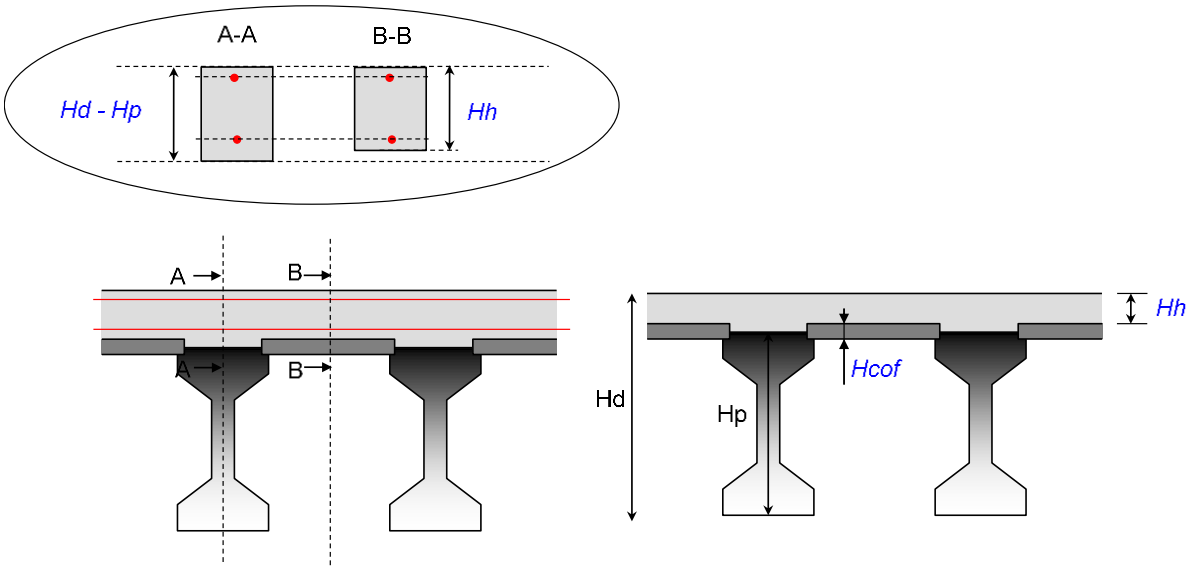


Figure 7 – Sections étudiées en flexion transversale PRAD Classique

Pour les ouvrages de type PRAD Tablier Dalle Composite, une seule section d'étude est prise en compte, de hauteur *Hd* – *ePinf*.

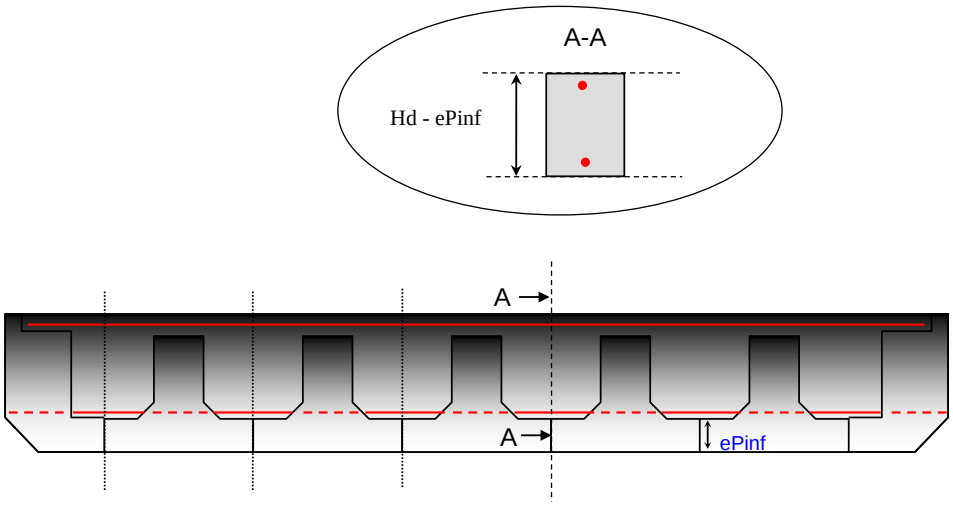


Figure 8 – Sections étudiées en flexion transversale PRAD Tablier Dalle Composite

Les 3 étapes de justification

Les justifications des sections sont effectuées de façon similaire à celles de flexion longitudinale, en suivant les 3 étapes de justification détaillées précédemment (calcul des contraintes ELS non fissurées, dimensionnement puis vérification des aciers ELS et ELU). Les calculs sont toutefois plus basiques dans la mesure où il s'agit de sections de béton armé sollicitées en flexion simple.

4.2 - Sollicitations tangentes

Les justifications sous sollicitations tangentes sont basées sur l'EC2 et le guide de l'EC2 du Sétra.

L'annexe générique complète les dispositions décrites ici.

L'ensemble des éléments de la structure sont justifiés sauf les dalles de transition. Le calcul des armatures de résistance à l'effort tranchant n'est réalisé que pour les poutres.

4.2.1 - Effort tranchant de calcul

Ce paragraphe ne concerne que l'étude de la résistance sous sollicitations tangentes aux ELU, et le dimensionnement des armatures d'effort tranchant.

Définition de l'effort tranchant à prendre en compte

L'effort tranchant agissant de calcul VEd, utilisé pour la justification des sections, est la somme de tous les types d'efforts s'exerçant sur la section. Ce n'est pas forcément correct, mais admis pour l'ELU car on ne prend pas en compte le phasage. Comme vu précédemment, on rappelle les différents types d'effort :

Zone de reprise	Type d'efforts
Poutre seule	Tous les efforts avant clavage. Après clavage, seulement les efforts internes affectés à la poutre (retrait, fluage, relaxation).
Hourdis seul	Après clavage, seulement les efforts internes affectés au hourdis (retrait, fluage, relaxation).
Section complète (poutre + hourdis)	Efforts externes après clavage (phases instantanées de construction, superstructures, charges d'exploitation, etc…)

VEd résulte du calcul de structure et est effectué par file de poutres, il concerne une section de la file sur la largeur de la file.

Les corrections de l'effort tranchant au voisinage des appuis [EC2-1-1 6.2.2(6) et 6.2.3(8)] ne sont pas prises en compte.

4.2.2 - Coefficient d'équivalence

Les calculs sont effectués en homogénéisant les données géométriques de la section totale par rapport au module de la poutre. On introduit donc un coefficient d'équivalence n égal au rapport du module d'Young du hourdis au module d'Young de la poutre à une phase donnée.

Par continuité des déformations, on a pour la contrainte de cisaillement (avec G le module de cisaillement) :

$$\begin{cases}\tau_{poutre} = G_{poutre} * \varepsilon_{xy} \\ \tau_{hourdis} = G_{hourdis} * \varepsilon_{xy}\end{cases} => \tau_{poutre} = G_{poutre} * \frac{\tau_{hourdis}}{G_{hourdis}}$$

On admet que les deux bétons ont le même coefficient de Poisson, donc :

$$\frac{G_{poutre}}{G_{hourdis}} = \frac{E_{poutre}}{E_{hourdis}} => \tau_{poutre} = \frac{E_{poutre}}{E_{hourdis}} * \tau_{hourdis} = \frac{1}{n} * \tau_{hourdis}$$

Dans toutes les études présentées ci-dessous à l'effort tranchant, les calculs des contraintes sont effectués dans la poutre. Les contraintes de cisaillement dus aux efforts s'appliquant à la section complète sont calculées avec les données géométriques homogénéisées. Cependant les contraintes de cisaillement dues aux efforts internes sont calculées avec les données géométriques brutes de la partie de béton considérée. Comme on se place toujours dans la poutre, les contraintes dues aux efforts internes du hourdis sont pondérées par 1/n comme vu dans l'équation ci-dessus.

4.2.3 - Principe de la vérification à l'ELU

Ces vérifications aux ELU sont définies en [EC2-1-1 et EC2 2 6.2]. On considère l'ELU fondamental et l'ELU accidentel.

Procédure générale de vérification [EC2-1-1 § 6.2.1]

La procédure générale de vérification suit le logigramme ci-dessous :

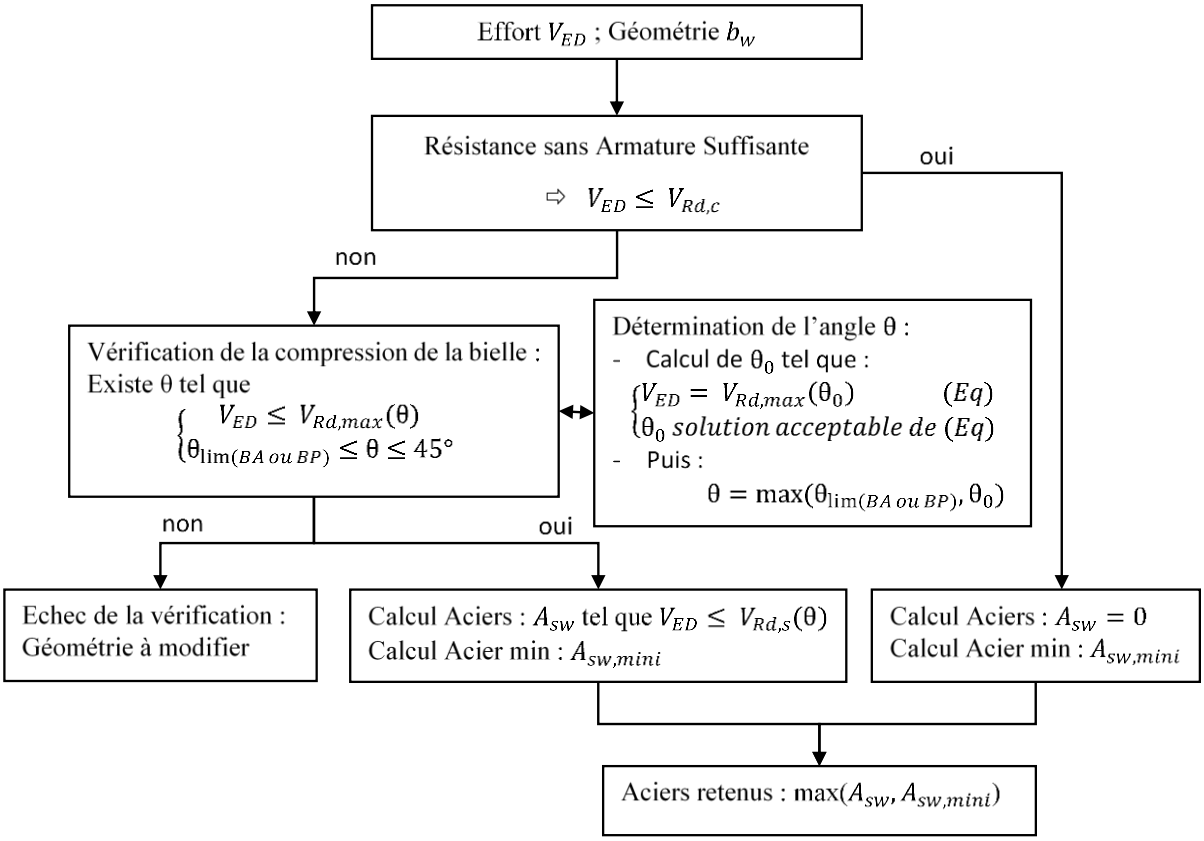


Figure 9 : Logigramme - Justification des armatures d'effort tranchant

4.2.4 - Principe de la vérification à l'ELS, cas particulier des PRAD

Cette justification est effectuée en toute zone (courante et zone d'about). L'annexe Nationale de l'EN1992-2/AN § 7.3.1(110) & (Annexe QQ) impose de vérifier le critère de l'annexe QQ pour ne pas avoir à vérifier la fissuration des âmes.

On calcule les contraintes principales

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

$$\sigma_3 = \frac{\sigma_x}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

La résistance à la traction dans les "âmes" est donnée par :

$$f_{ctb} = \left(1 - 0.8\frac{\sigma_3}{f_{ck}}\right)(0.7 f_{ctm})$$

On doit vérifier que :

$$-f_{ctb} \leq \sigma_1 \text{ ?}$$

$$\sigma_3 \leq 0.6 f_{ck} \text{ ?}$$

Si σ_x < 0, les formules ci-dessus ne sont plus valables (voir §2.5.2 chapitre 7 du Guide EC2 du Sétra), il faut prendre σ_x égale à 0. Les justifications sont alors les suivantes :

$$\text{Traction} \quad : |\tau| \leq \frac{f_{ctk;0.05}}{\left(1 + 0.8 * \frac{f_{ctk;0.05}}{f_{ck}}\right)}$$

$$\text{Compression} : |\tau| < 0.6 * f_{ck}$$

Remarques

1. Il est possible d'augmenter le critère en compression en phase de construction à 0.7fck si justifiable par des essais ou l'expérience (pour le béton de poutre). Par cohérence avec ce critère, la limite en compression présentée dans ce chapitre est également augmentée à 0.7fck si l'utilisateur choisit cette limite.
2. Le Guide EC2 du Sétra indique que les justifications sont à mener seulement sous combinaisons caractéristiques. Dans les phases de construction, on n'accède seulement aux combinaisons quasi-permanentes. Du coup, par commodité le programme effectue la justification de l'annexe QQ à tous les ELS.
3. La forme particulière des sections justifiées par le programme ne permet pas de connaître la position de la contrainte maximale de cisaillement. Pour pallier ce problème, plusieurs fibres sont étudiées. Ce schéma indiquant la position des fibres avec la nomenclature utilisée dans les notes de calcul. Pour les poutres sans semelles, une fibre à mi-distance entre le centre de gravité et la fibre supérieure ou inférieure de la poutre est étudiée :

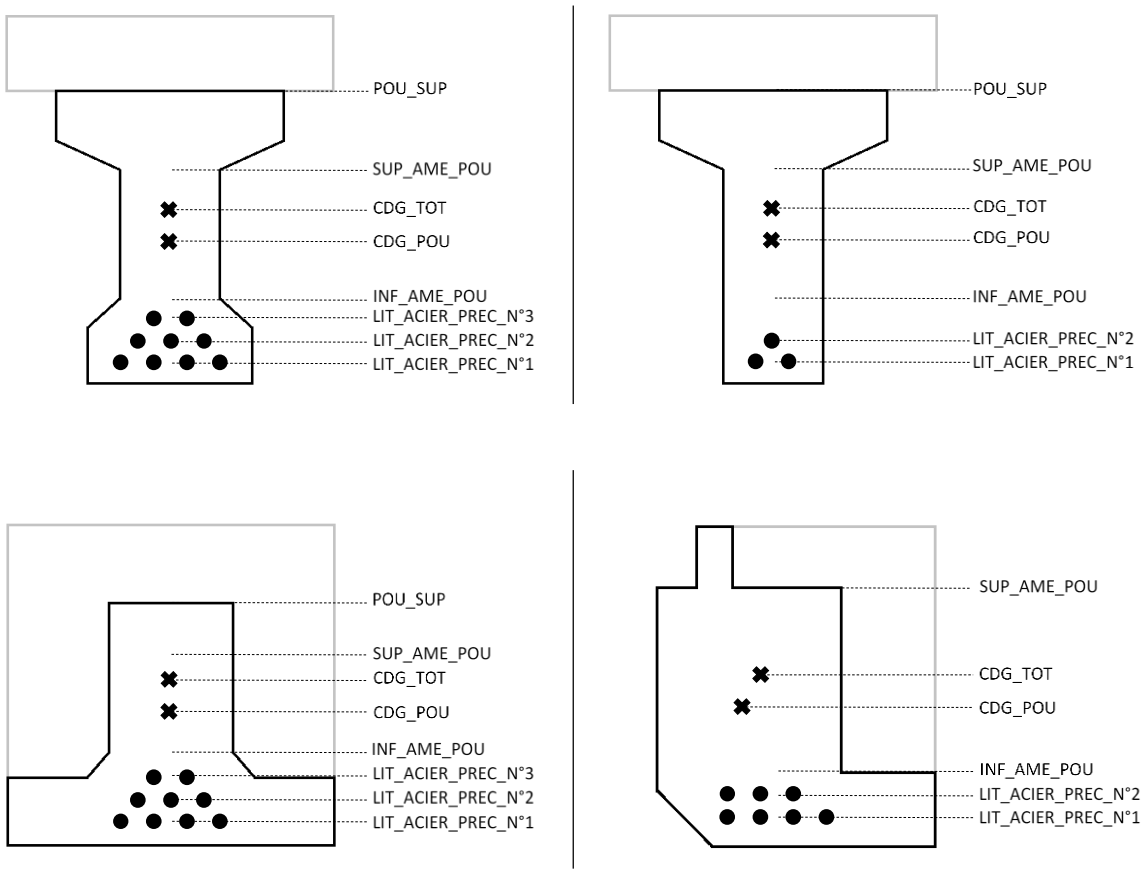


Figure 10 : Positions des fibres de cisaillement justifiées

4.2.5 - Calcul des aciers de couture

Les aciers de couture ou de connexion sont calculés à l'interface Hourdis/Poutre. L'effort tranchant va créer un effort de glissement noté Gu (effort par ml) qui a besoin d'être reprise au niveau de plan de l'interface :

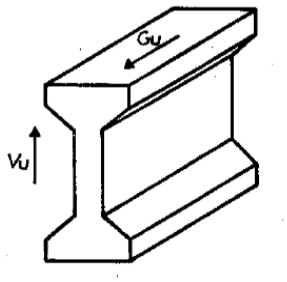


Figure 11 : Notations pour les efforts de glissement dus au tranchant

Définition de la contrainte de cisaillement à l'interface

On résonne maintenant en contrainte. Les différents types d'effort vont être pris en compte afin de calculer la contrainte de cisaillement. Comme on se place à l'interface Hourdis/Poutre, ceux s'exerçant à la poutre ne vont pas contribuer à cette contrainte. Pour les efforts dans le hourdis, cela n'est pas vrai pour les PRAD_TDC. Par sécurité, les contraintes sont ajoutées en valeur absolue.

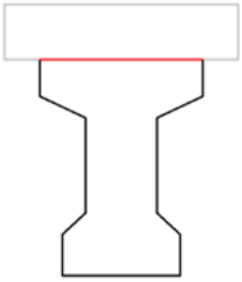
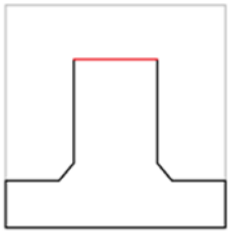
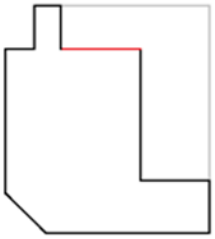
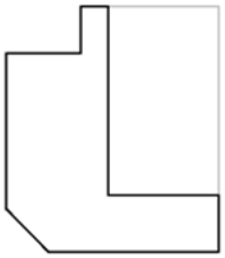
Nous utilisons la formule donnée par le Guide EC2 du Sétra (chapitre 9 §1.3) :

$$V_{Edi} = \frac{V_{Ed} \cdot S}{I \cdot b_i} = \frac{Gu}{b_i}.$$

La largeur d'interface b_i et le calcul de la contrainte dépend de la géométrie de la section. Dans le tableau récapitulatif ci-dessous, les variables T représente les différents types d'efforts tranchants selon la nomenclature propre au programme (voir Annexe 20), S les moments statiques correspondant aux aires définies au-dessus de

l'interface, I les inerties. Pour la contrainte de cisaillement du hourdis, on prend en compte toute la largeur supérieure du hourdis.

Pour le calcul de la contrainte de cisaillement de section globale pour les PRAD TDC, il est nécessaire de prendre en compte toute l'aire du hourdis. En effet, si on se réfère à la démonstration de la contrainte de cisaillement, l'équilibre des efforts est effectué sur les sections qui doivent être repris par l'interface, généralement c'est l'aire définie au-dessus de l'interface. Pour les PRAD TDC, toute l'aire du hourdis doit être reprise par l'interface.

Cas	Géométrie	Formule
PRAD Classique		$\begin{cases} V_{Edi} = V_{Edi,global} \\ V_{Edi,global} = (T_{externe} + T_{exploit}) * \frac{S_{hourdis,homo\%cdg_{tot}}}{I_{tot,homo} * b_i} \end{cases}$
PRAD TDC - Files Courante		$\begin{cases} V_{Edi} = V_{Edi,global} + \frac{1}{n} * V_{Edi,hourdis} \\ V_{Edi,global} = (T_{externe} + T_{exploit}) * \frac{S_{hourdis,homo\%cdg_{tot}}}{I_{tot,homo} * b_i} \\ V_{Edi,hourdis} = (T_{cumule_hourdis_seul}) * \frac{S_{hourdis,sup\%cdg_{hou}}}{I_{hou} * b_{hou,sup}} \end{cases}$
PRAD TDC - Files de Rive - Cas n°1		$\begin{cases} V_{Edi} = V_{Edi,global} + \frac{1}{n} * V_{Edi,hourdis} \\ V_{Edi,global} = (T_{externe} + T_{exploit}) * \frac{S_{hourdis,homo\%cdg_{tot}}}{I_{tot,homo} * b_i} \\ V_{Edi,hourdis} = (T_{cumule_hourdis_seul}) * \frac{S_{hourdis,sup\%cdg_{hou}}}{I * b_{hou,sup}} \end{cases}$
PRAD TDC - Files de Rive - Cas n°2		Pas de surface de reprise (Calcul à partir de 10 cm de reprise)

De plus, comme l'indique le guide de calcul PRAD73 (Guide n°3, Note de Calculs Type), il est nécessaire d'ajouter à l'effort de glissement un effort supplémentaire correspondant au retrait gêné du hourdis par rapport à la poutre. Ayant accès à l'effort interne dans le hourdis dû aux effets différés, nous ajoutons à l'effort de glissement la variation de l'effort interne sur la moitié de la poutre (nous redistribuons ainsi équitablement de manière sécuritaire les efforts dus aux effets différés sur chaque section des travées). Comme nous exprimons la contrainte par rapport à la poutre, il faut la diviser par le coefficient d'équivalence (1/n). Nous considérons donc un effort de glissement tel que :

$$\mathrm{Gu} = \mathrm{b_i}.\mathrm{V_{Edi}} + \frac{1}{n}\frac{\Delta \mathrm{N_{Cumule_hourdis_seul}}}{0.5 * \mathrm{L_{poutre}}}$$

Vérification de la résistance

Comme pour les aciers d'effet tranchant, on calcule la contrainte de résistance au cisaillement à l'interface sans aciers de connexion selon la formule selon la formule [EC2-1-1 Expr.(6.25)] :

$$v_{Rdi} = c\, f_{ctd} + \mu\, \sigma_n + \rho\, f_{yd}\, (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0{,}5\, \nu\, f_{cd}$$

Avec :

- α est l'angle formé par les aciers de couture avec le plan de l'interface (selon un plan de coupe transversal) pris égal à 90°
- c et μ sont des coefficients dépendant de la rugosité de l'interface. Le tableau chapitre 9 §1.3 du Guide Sétra indique pour information les valeurs suivantes :

Type de reprise	Coefficients
très lisse : surface coulée au contact de moules en acier, en matière plastique, ou en bois traité spécialement	c = 0.025 à 0.10 et µ = 0.5
lisse : surface réalisée à l'aide de coffrages glissants ou surface extrudée ou surface non coffrée laissée sans traitement ultérieur après vibration	c = 0.20 et µ = 0.6
rugueuse : surface présentant des aspérités d'au moins 3 mm de haut espacées d'environ 40 mm, obtenues par striage, lavage direct ou toute autre méthode donnant un comportement équivalent	c = 0.40 et µ = 0.7
avec indentation : surface présentant des clés comme sur la Figure 6.9 (voir EC2-1-1)	c = 0.50 et µ = 0.9

Par défaut, CHAMOA utilise un type de reprise rugueuse, mais ces coefficients sont modifiables.

- f_{ctd} est la résistance de calcul en traction du béton
- σ_n est la contrainte engendrée par la force normale externe minimale à l'interface, nulle dans notre cas
- ρ est le rapport de la surface des armatures de connexion sur l'aire de l'interface
- v est un coefficient de réduction de la résistance du béton fissuré à l'effort tranchant (déjà utilisé dans le §12.2.5). Dans le cas des PRAD, on se réfère au béton du hourdis qui a la plus faible résistance.

Si Gu/bi > VRdi(As_sur_connexion=0), des armatures sont nécessaires et elles sont calculées au ml par la formumle suivante :

$$\frac{Gu}{b_i} = V_{Rdi} \Rightarrow As_sur_s_{connexion} = \frac{b_i}{\mu . f_{yd}} \left(\frac{Gu}{b_i} - c . f_{ctd} \right)$$

Et il faut vérifier que :

$$V_{Rdi} \leq 0.5 v f_{cd}$$

4.2.6 - Vérification de la résistance au tranchant des aciers transversaux

Le paragraphe « Cisaillement entre l'âme et les membrures » s'applique dans le cadre des PRAD classique aux membrures créées par la poutre avec le hourdis. Dû à l'effort tranchant, un effort de cisaillement est transmis au niveau de ces membrures et provoque un risque de déchirement sur cette zone. Cette justification s'appuie sur le paragraphe 6.2.4 de l'Eurocode 2.

Il s'agit ici de vérifier les quantités trouvées pour les aciers transversaux lors de la justification de la flexion transversale. Si la valeur trouvée ne permet pas de vérifier la compression de la suivant l'Eurocode, de nouvelles quantités d'aciers seront proposées.

Le taux de cisaillement est calculé par la variation de l'effort normal entre deux jonctions :

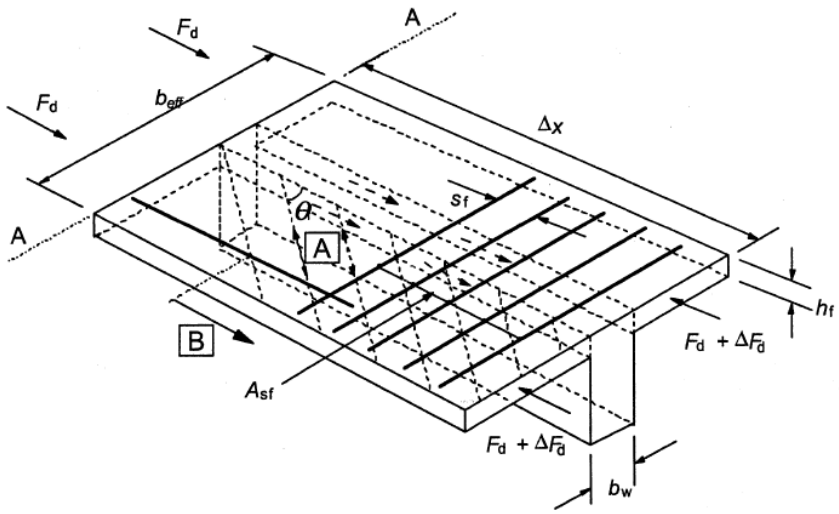


Figure 12 : Notations pour la jonction entre âme et membrure

Différentes géométries de membrures sont prises en compte. La hauteur du coffrage perdu si indiqué par l'utilisateur est déduite (on prend Hh selon les notations de la Figure 7, ou Hd – Hp pour les membrures de hourdis en encorbellement pour les files de rive). Dans le cas des poutres en T, ces géométries sont résumées par la figure ci-dessous :

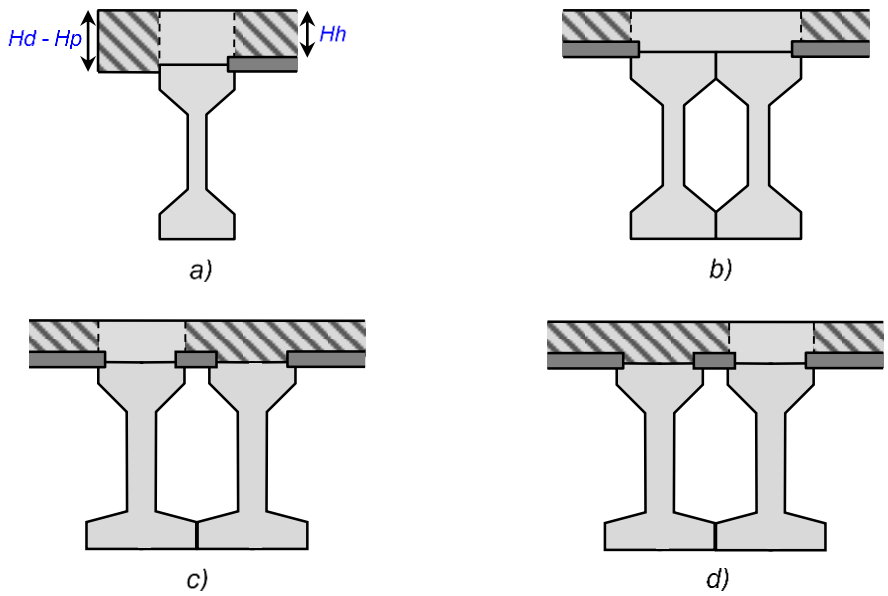


Figure 13 : Définition des membrures pour :
a) File de rive ; b) Poutres courantes jumelées (Lpsup >= Lpinf) ;
c) et d) Poutres courantes jumelées (Lpinf > Lpsup)

La contrainte de cisaillement sera calculée par l'intermédiaire de deux termes :

- Un terme correspondant à l'effort interne du hourdis (avec $A_{i,hourdis}$ l'aire de la membrure considérée) :

$$v_{Ed,hourdis} = \frac{\Delta N_{cumule,hourdis,seul}}{h_f * \Delta x} * \frac{A_{i,hourdis}}{A_{hourdis}}$$

- Un terme correspondant à l'effort globale dans la section, en appliquant la formule RDM de la contrainte de cisaillement :

$$v_{Ed,globale} = \frac{\left(T_{externe} + T_{exploit}\right) * S_{membrure,homo\%cdg_{tot}}}{I_{tot,homo} * h_f}$$

Selon l'Eurocode 1992-2, la profondeur de la zone comprimée en flexion doit être déduite de la valeur de h_f. Par simplication et de manière sécuritaire, la moitié de la hauteur est déduite.

Par commodité, le calcul de ces efforts est effectué par file de poutre. Cependant, la géométrie des membrures, et du coup la valeur de hf ou du moment statique, ne sont pas forcément identiques sur tout le long de l'ouvrage transversalement. Une enveloppe est donc calculée en considérant chaque type de géométrie différente de membrure.

La file de poutre étudiée est découpée en plusieurs tronçons en s'appuyant sur la discrétisation de la flexion longitudinale. La longueur entre deux sections ne doit pas dépasser la moitié de la distance entre la section de moment nul et la section de moment maximal. La discrétisation est suffisamment fine pour être toujours dans ce cas. Les propriétés sont homogénéisées par rapport au hourdis pour pouvoir additionner les deux termes tels quel.

Les quantités d'acier de flexion transversale prises en compte pour le calcul sont l'enveloppe des quantités d'acier calculées pour tous les états limites pour chacune des membrures de la file étudiée. Le principe de justification est le suivant :

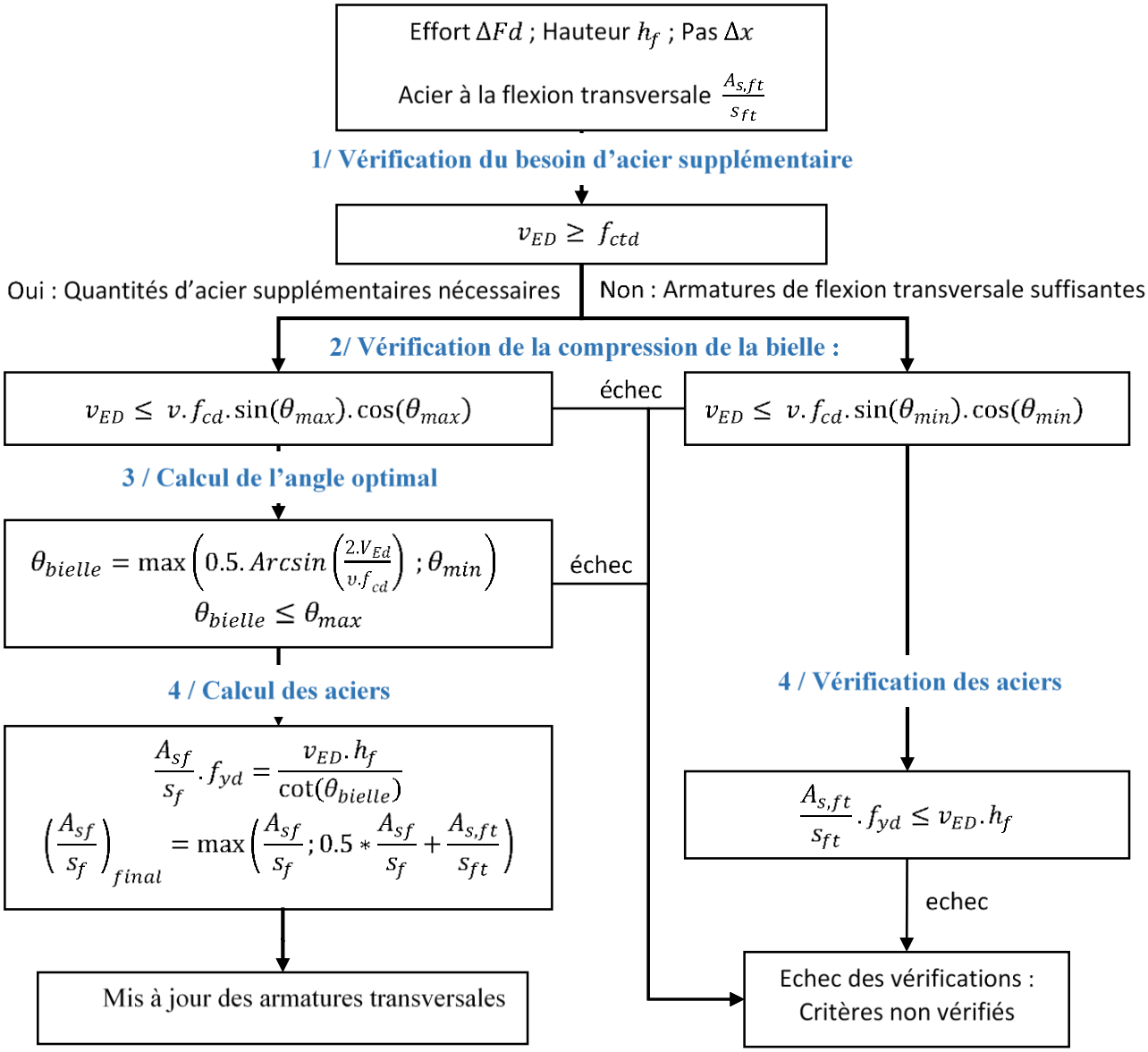


Figure 14 : Logigramme - Vérification des armatures de flexion transversale au tranchant

Les angles θ_{min} et θ_{max} sont définis de la façon suivante (on considère toujours la membrure comme étant tendue) :

- pour les membrures comprimées : $\begin{cases} \cot(\theta_{max}) = 1.0 \\ \cot(\theta_{min}) = 2.0 \end{cases}$

- pour les membrures tendues : $\begin{cases} \cot(\theta_{max}) = 1.0 \\ \cot(\theta_{min}) = 1.25 \end{cases}$

Les résultats sont ensuite retranscrits dans la note de calcul globale des aciers de flexion transversale. Les aciers finaux enveloppe des aciers de flexion transversale mis à jour ou non, des aciers minima et des aciers de non fragilité peuvent comporter des discontinuités. En effet, les sections qui ne se situent pas dans une membrure telle que définie dans la Figure 13 ne sont pas impactées par cette justification.

4.2.7 - Justifications de la diffusion de la précontrainte dans les abouts de poutre

La méthode consiste à étudier l'équilibre d'un prisme local de béton, décrit par une tranche comprise entre deux sections S_A (appelée section d'ancrage, dans le cas de la pré-tension, l'ancrage est considéré fictif) et S_R (section régularisée). Ce prisme est considéré de longueur $L_r = lri$ (longueur de régularisation), de hauteur H (hauteur de la poutre) et d'épaisseur non constante bw.

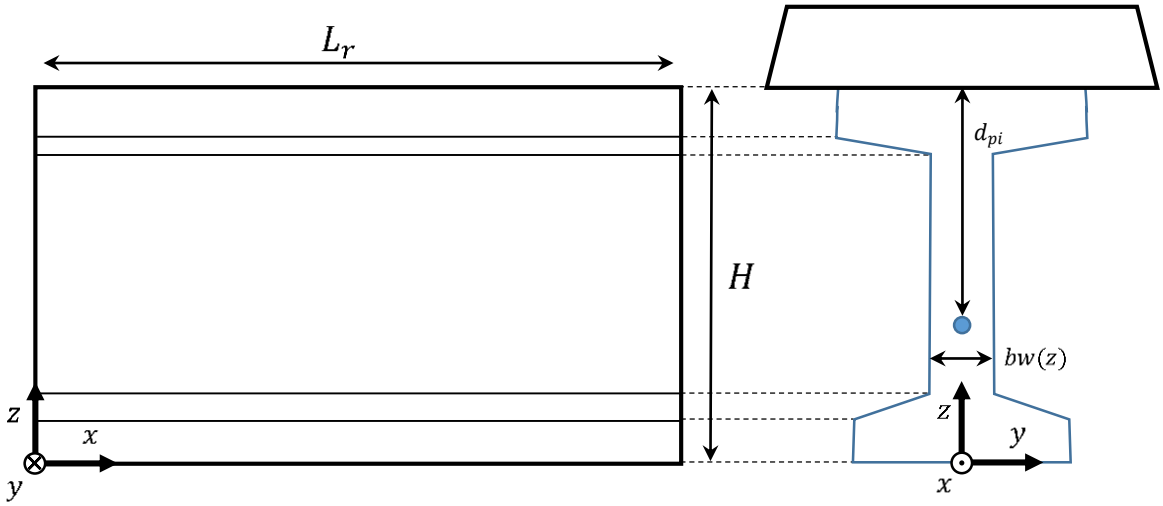


Figure 15 Schéma du prisme d'about

L'étalement de la précontrainte s'effectue sur une longueur de régularisation que l'on peut prendre conforme au paragraphe 8.10.2.2 de l'Eurocode 2 partie 1-1:

$$l_{ri} = \sqrt{{l_{pt}}^2 + {d_{pi}}^2}$$

Avec d_{pi} la distance entre le barycentre des armatures de précontrainte et la fibre extrême la plus éloignée et

l_{pt} la longueur nominale de scellement, défini à la section 1 du paragraphe 8.10.2.2 de l'Eurocode 2 partie 1-1

Le but de la méthode est d'estimer les contraintes normales et de cisaillement dans le prisme d'about de la poutre. Pour cela nous avons séparé les différents efforts en deux groupe les efforts dus à la précontrainte seule, puis les effets dus aux charges restantes (i.e. poids propre, superstructures, charges mobiles, jonction poutre hourdis)

Les contraintes totales en chaque point du prisme s'exprimeront donc sous la forme d'une somme de contraintes partielles :

$$\sigma_{total_{ij}} = \sigma_{prec\ seule_{ij}} + \sigma_{RDM_{ij}}$$

Afin de simplifier les calculs, les contraintes seront supposées constantes selon l'axe y. Les calculs seront donc réalisés en effectuant une coupure selon les axes x, y pour différentes ordonnées z.

Position du calcul de la contrainte

A priori, il est nécessaire de calculer la contrainte en tout point entre Sa et Sr.

Dans la pratique, le calcul est effectué uniquement en :

$x = H_{poutre}/2$ noté section Sm , en Sa et en Sr

Contraintes normale σ_z

Dans le cas d'un PRAD classique et hors phase de mise sur appuis provisoires, l'appui se situe hors du prisme d'about, sous l'entretoise. La contrainte normale σ_z due à l'appui se diffuse donc hors du prisme étudié et l'on peut raisonnablement appliquer $\sigma_z = 0$ dans nos calculs.

La phase de pose sur appuis provisoires et le cas des PRAD en chainage (appuis définitifs sous poutre) ajoutent une contrainte σ_z non nulle et ne seront pas traités par CHAMOA-P.

Contraintes normale σ_x

Les contraintes normales sont calculées à l'aide de la formule classique RDM.

Contraintes tangente τ

La première étape consiste à calculer la contrainte tangente maximum due uniquement à la précontrainte.

Pour cela, il s'agit de réaliser l'équilibre entre les sections Sa et Sr de la résultante selon la direction e_x des efforts dues à la précontrainte seule pour chaque plan de coupure Zc.

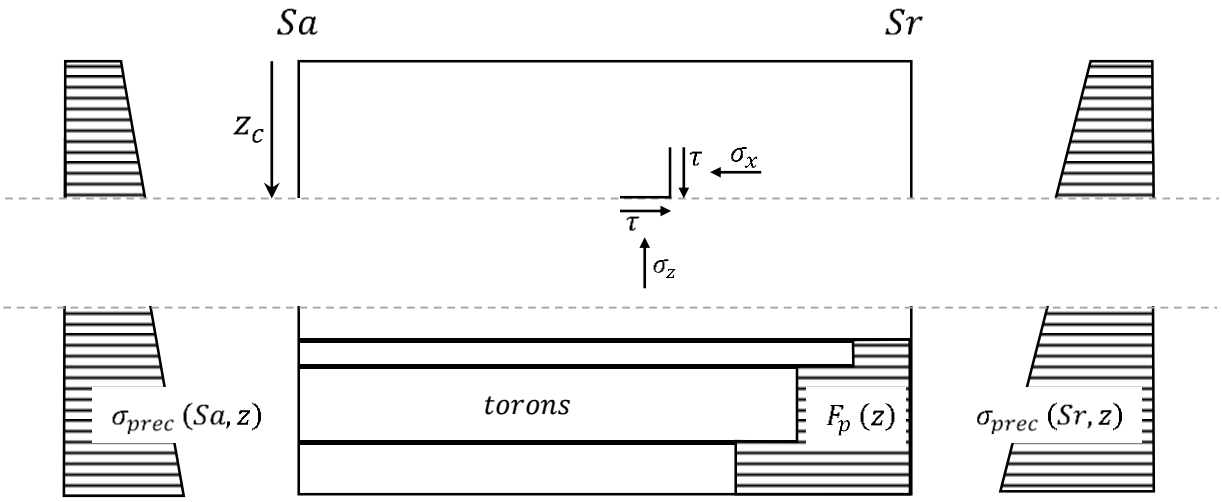


Figure 16 Exemple de coupure dans le prisme d'about

Soit la somme de

$$\mathrm{Xa}(z_c) = \int_0^{z_c} \sigma_{prec}(x_{Sa}, z) \cdot bw(z) \cdot dz$$

$$\mathrm{Xr}(z_c) = -\int_0^{z_c} \sigma_{prec}(x_{Sr}, z) \cdot bw(z) \cdot dz$$

$$Fp(z_c) = \sum_{i\ tq\ z(i)>z_c} F_{\ toron,i}$$

On obtient alors :

$$\Delta F_{prec}(z_c) = Xa(z_c) + Xr(z_c) + Fp(z_c)$$

Du fait de l'équilibre de la résultante selon e_x et de l'absence de frottement sur la face supérieure de la poutre, $\Delta F_{prec}(z_c)$ est la moyenne intégrale de $\tau_{prec\ seule}$ sur tout le plan de coupure z_c

Donc

$$\tau_{prec\ seul\ moyen}(z_c) = \frac{\Delta F_{prec}(z_c)}{bw(z_c) * Lri}$$

Or la contrainte de cisaillement n'est pas uniforme sur la longueur de régularisation :

$$\tau_{prec\ seul\ moyen} < \tau_{prec\ seule\ max}$$

Donc la contrainte de diffusion retenue pour l'ordonnée z_c est un majorant sur la longueur L_r:

$$\tau_{diffusion}(z_c) \approx 2 * \tau_{prec\ seule\ moyen}(z_c)$$

Cette valeur est utilisée en Sa et Sm.
Toutefois, pour être plus précis, nous avons pris la valeur moyenne en section Sr.

Effet total

La contrainte de cisaillement total est obtenue par le cumul de la diffusion sous l'effet de la précontrainte isostatique sur la poutre, l'effet RDM des autres charges :

$$\tau_{total}(z_c, x) = \tau_{diffusion}(z_c) + \tau_{RDM}(z_c, x)$$

Critère d'admissibilité

Une fois les contraintes connues dans le prisme d'about, nous vérifions un critère d'admissibilité sous combinaison ELS caractéristique pour la mise en tension, la mise en service et l'infini :

$$|\tau_{total}(z_c, x)| \leq \tau_{\lim}(z_c, x)$$

NB : Bien que la mise sur appui provisoire soit également à justifier (si elle existe), CHAMOA-P ne traite pas encore cette phase.

Pour déterminer $\tau_{\lim}(z_c, x)$, on se base sur le critère de l'annexe QQ de l'Eurocode 2-2 :

$$|\sigma_{\mathrm{I}}| \leq f_{ctb} = \left(1 - 0{,}8 \cdot \frac{\sigma_{\mathrm{III}}}{f_{ck}}\right) \cdot f_{ctk,0,05}$$

Soit $\sigma_I\ et\ \sigma_{III}$ les contraintes principales respectivement de traction et de compression.

NB : L'effet de la compression σ_{III} est limité à 60% de f_{ck} dans l'annexe QQ de l'Eurocode 2-2. Dans le cas de cette étude cette valeur n'est pas atteinte.

Avec les hypothèses suivantes, $\sigma_x = \sigma_x(z_c, x)$ positif, $\sigma_y = 0$ et $\tau = \tau_{total}(z_c, x)$

Le cercle de Mohr nous donne les contraintes principales :

$$\sigma_{\mathrm{I}} = \frac{\sigma_x}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

$$\sigma_{\mathrm{III}} = \frac{\sigma_x}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

En utilisant les équations précédentes 4.2, 4.3 et 4.4, on en déduit la limite admissible sur la contrainte de cisaillement :

$$|\tau| \leq \tau_{\lim(x)} = \sqrt{\left(\frac{f_{ctk;0,05} + \frac{\sigma_x}{2} \cdot \left(1 - \frac{0.8 \cdot f_{ctk;0,05}}{f_{ck}}\right)}{\left(1 + \frac{0.8 \cdot f_{ctk;0,05}}{f_{ck}}\right)}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2}$$

La dernière étape consiste alors à vérifier

$$|\tau_{total}(z_c, x)| \leq \tau_{\lim}(z_c, x) \ (4.6)$$

NB : D'après le Guide méthodologique du Setra sur l'Eurocode 2 [5], dans le cas ou $\sigma_x < 0$ le calcul doit être effectué en prenant $\sigma_x = 0$. C'est principalement le cas en section S_a ou l'effet de la précontrainte est nul.

Détermination des armatures de diffusion

Les armatures de diffusion sont calculées comme selon les règles de coutures du B.A.E.L §A.5.3.12, où les contraintes associées doivent être calculées à l'ELU (sous précontrainte moyenne) selon la formule:

$$\frac{A_{diffusion}}{St} \geq \frac{\gamma_{p_{unfav}} \cdot \tau_{u,max} \cdot b_0}{f_{ywd}} \ (5.1)$$

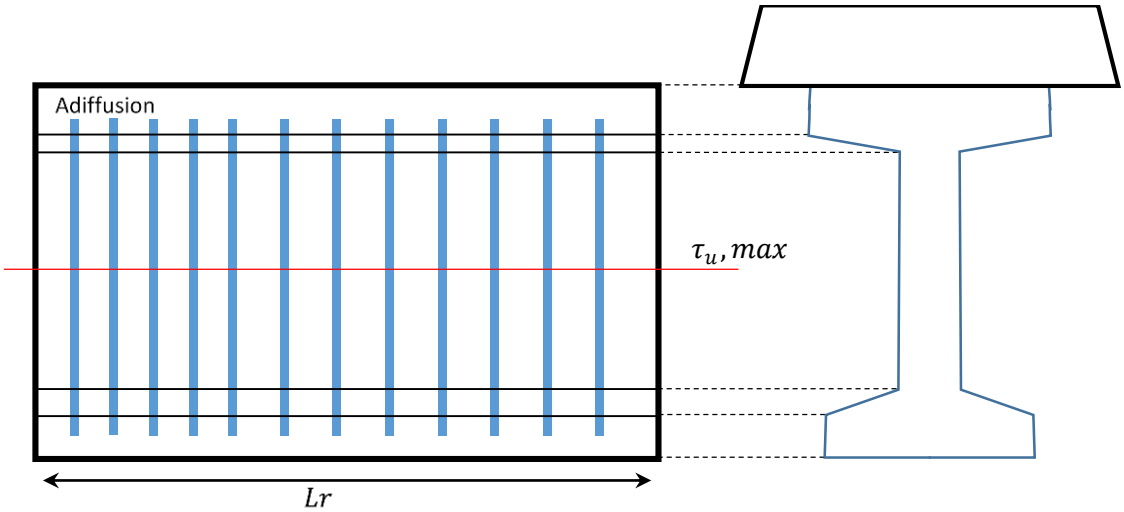
Avec $A_{diffusion}$ la quantité d'acier à répartir sur la longueur L_r,

$\tau_{u,max}$ la contrainte horizontale maximale (calculé à l'ELU sous précontrainte moyenne),

f_{ywd} Limite d'élasticité dans les armatures d'effort tranchant,

$\gamma_{p_{unfav}}$ Coefficient partiel relatif à la précontrainte

b_0 épaisseur de l'âme de la poutre



N.B : Le guide du Setra [4] donne des recommandations sur la disposition et la répartition des aciers dans l'about de poutre §4.5.3

La valeur de $\tau_{u,max}$ est calculée en utilisant la contrainte $\tau_{prec\ seul\ moyen}(z_c)$ (contrainte de cisaillement moyenne par plan de coupure horizontal du prisme d'about) pour l'abscisse ou elle est maximale.

La courbe ci-dessous représente la contrainte $\tau_{prec\ seul\ moyen}(z_c)$ (contrainte de cisaillement moyenne par plan de coupure horizontal du prisme d'about) pour différentes hauteurs de coupure z_c.

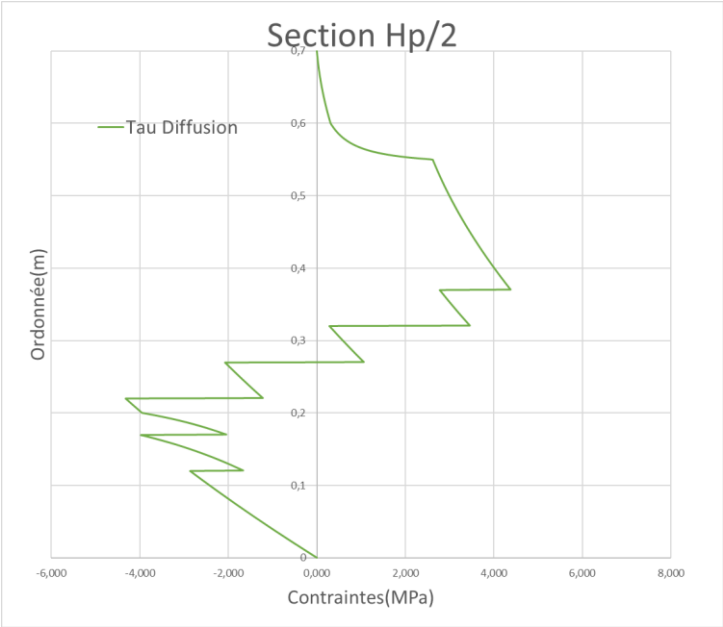


Figure 17 Contrainte de cisaillement moyenne due à la diffusion , (l'axe des ordonnées représente la hauteur de la poutre)

D'où

$$\tau_{u,max} = \max_{z_c \in [0;Hpoutre]} \left(abs \left(\tau_{prec\ seul\ moyen}(z_c) \right) \right) \qquad (5.2)$$

De plus conformément à l'article 2.4.2.2(3) de l'Eurocode 2 [2], la valeur de $\tau_{u,max}$ doit être majorée par le coefficient partiel relatif à la précontrainte $\gamma_{p_{unfav}} = 1.2$

Une fois $A_{diffusion}$ et A_{RDM} calculés, le choix est alors laissé au projeteur quant à la règle de cumul à utiliser. Il est à noter que le guide Eurocode 2 [4] propose une méthode de cumul des aciers §4.3.1.

4.2.8 - Avertissements concernant les justifications non menées par le logiciel

Le programme CHAMOA-P PRAD effectue seulement les justifications décrites dans ce guide. Un certain nombre de justifications sous sollicitations tangentes ne sont pas menées, et notamment les justifications d'about de poutre (équilibre du point, diffusion des efforts concentrés**,).**

Chapitre 3 – Description des données nécessaires au calcul d'un ouvrage de type PRAD par la chaîne CHAMOA

5 - Description des données

Ce chapitre décrit l'ensemble des données nécessaires à la définition d'un ouvrage de type PRAD et aux différents paramètres pilotant les justifications réglementaires selon les Eurocodes.

On y distingue les données géométriques permettant de décrire la structure et la voie portée, les données décrivant les charges permanentes, les actions variables hors trafic et les charges d'exploitation, les données permettant de caractériser les matériaux constitutifs de l'ouvrage ainsi que des paramètres définissant différentes options réglementaires.

Un certain nombre de paramètres fixés par les normes sont pris compte par la chaîne Chamoa, sans que l'utilisateur ait la possibilité de les modifier dans la présente version de Chamoa. Ces paramètres sont décrits en fin de ce chapitre.

5.1 - Généralités et conventions

La description des données est effectuée par blocs de données.

5.1.1 - Conventions de description des données

Mots clés

Les mots clés sont des mots réservés d'une longueur maximale de 35 caractères non accentués. Ils sont insensibles à la casse (interprétés en majuscules) :

```
TRANS, Trans, trans
```

Certains mots clés possèdent des synonymes (p. ex. féminin, pluriel).

Valeurs numériques

Les valeurs numériques réelles ou entières sont représentées symboliquement dans la description des données par leur *valeur*. L'écriture est conforme à celle de la plupart des langages de programmation, mais sans distinction entre entiers et réels :

```
1000, 1000.00, 1.e3, 1.0D3, etc.
```

Chaînes de caractères

Les chaînes de caractères sont placées entre guillemets ("). Elles peuvent contenir des caractères accentués et des apostrophes (´).

5.1.2 - Unités

Les unités sont le mètre (m) et le kilo newton (kN).

Le cas échéant, les unités sont précisées localement

5.1.3 - Types de données – valeurs par défaut

On utilise les conventions suivantes pour caractériser les données :

- `I` entier.
- `R` réel.
- `Ch` chaîne de caractères.
- `SW` « commutateur » prenant une seule valeur parmi celles indiquées.
- `CHM` choix multiple d'un ou plusieurs mots clés à concaténer dans une liste de mots clés.

Choix entre plusieurs paramètres (commutateur)

Les paramètres dont le choix est obligatoire sont notés entre les signes < et > et sont séparés par des virgules :

```
PROGRAMME < PICF, PIPO, PSIDA, PSIDP, PRAD, PRAD_TDC >
```

Lorsqu'une valeur par défaut est proposée pour un tel choix, la commande devient optionnelle et le choix par défaut est rouge et souligné :

```
(< ABSOLU, RELATIF >)
```

Paramètres ou valeurs optionnels

À l'intérieur d'une description, les paramètres pouvant ne pas être définis ou pouvant recevoir une valeur par défaut sont écrits entre parenthèses :

```
RESPONSABLE "Responsable" (TELEPHONE "XXXX")
```

Lorsqu'une commande ne contient que des paramètres optionnels, elle devient elle-même optionnelle lorsque tous les paramètres prennent leurs valeurs par défaut :

```
COEFFICIENT (MIN k1) (MAX k2)
```

En outre, lorsqu'une commande n'est pas pertinente vis-à-vis d'un problème donné, elle peut être omise même si elle n'est pas explicitement désignée comme optionnelle. Par exemple, le mot clé `TROTTOIR` n'aura pas à être utilisé si l'ouvrage n'en comporte pas.

Valeurs prédéfinies ou par défaut

La valeur par défaut est aux données non renseignées qui en possèdent une. Les conventions sont les suivantes :

- Les valeurs habituelles ou courantes (par exemple, l'épaisseur des enrobés) sont notées `[X.XX]`.
- Les valeurs recommandées par le CEREMA sont notées `[X.XX]`.
- Les valeurs réglementaires sont notées `[X.XX]`.

6 - Données administratives

Ces données administratives permettent d'identifier le calcul informatique et les responsables du CEREMA intervenant sur ce calcul. Elles définissent également les voies de rattachement de l'ouvrage.

Identification du calcul

Données :

Programme	SW	PRAD
"Version"	Ch	Programme Vx
"Numero"	Ch	« Numéro » du calcul.
("suffixe")	Ch	Suffixe attaché à une note de calcul.
"jj/mm/aaaa"	Ch	Date de passage du calcul.
"hh.mm.ss"	Ch	Heure de passage du calcul.

Ces données sont automatiquement crées lors de l'exécution du calcul. Elles permettent d'identifier la note de calcul sans ambiguïté

Identification du responsable juridique de la note de calculs.

Données :

"Societe"	Ch	Nom de la société.
"Responsable"	Ch	Personne responsable de la note de calcul.

Identification du responsable de la note de calculs au CEREMA.

Données :

"Responsable"	Ch	Ingénieur du CEREMA responsable de la note de calcul.

Identification de l'ouvrage.

Données :

"Titre"	Ch	Titre figurant sur la page de garde de la note de calculs.
"Voie Portée"	Ch	Indiquer les identifiants des voies portées par l'ouvrage
"Voie Franchie"	Ch	Indiquer les noms des voies ou obstacles franchis.
"Maître d'œuvre"	Ch	Désigner le maître d'œuvre de l'ouvrage.
"Maître d'ouvrage"	Ch	Désigner le maître d'ouvrage de l'opération

7 - Géométrie de l'ouvrage

7.1 - Profil en travers du tablier

Par défaut, il n'existe qu'un seul profil en travers, dit profil « définitif ».

Chamoa permet de définir un profil supplémentaire (dit « provisoire »), correspondant le plus souvent à une phase où l'ouvrage n'est emprunté que par des engins de chantier. Ces deux profils peuvent comporter des dates de mise en service différentes, en revanche, compte tenu de l'incertitude sur la durée effective de la phase provisoire, ils sont tous deux étudiés jusqu'au temps infini.

Ces profils en travers sont des **profils géométriques droits**, indépendants des charges appliquées sur l'ouvrage. Leur largeur totale doit être identique et définit la largeur de la coupe transversale de l'ouvrage.

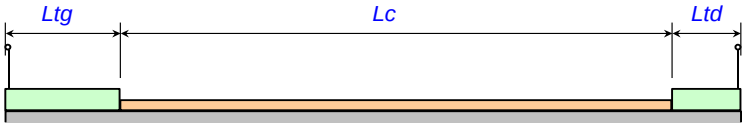


Figure 18 – Profil en travers sans remblai

Pour chaque profil, il est possible de prendre en compte la présence ou non de remblai sur le tablier.

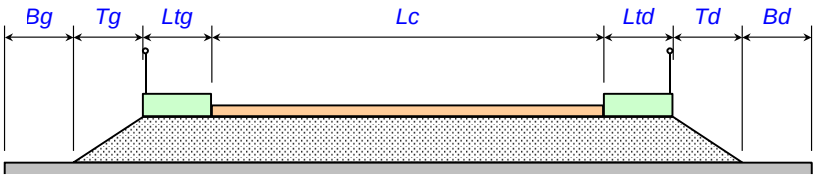


Figure 19 – Profil en travers avec remblai

L'utilisateur doit définir les largeurs des différentes zones, ainsi que les hauteurs et angles de diffusion (utilisation avancée) des charges jusqu'à l'extrados du tablier ou jusqu'au niveau supérieur du remblai lorsque l'ouvrage en comporte un.

Données :

(Profil_trans)	SW	< DEFINITIF, PROVISOIRE >.
("Titre")	Ch	Titre du profil en travers.
(Bg), (Bd)	R	Largeurs respectives des « bermes » gauche et droite si l'ouvrage porte un remblai.
Tg, Td	R	Largeurs respectives des talus gauche et droit.
Ltg, Ltd	R	Largeurs respectives des trottoirs gauche et droit.
Lc	R	Largeur de la chaussée.
(hdif_tg) *(hdif_c)* *(hdif_td)*	R(n)	Hauteur de la chaussée ou des trottoirs prise en compte pour diffuser les charges jusqu'à l'extrados du tablier ou jusqu'au niveau **supérieur** du remblai [0.00] (ne concerne pas les bermes et talus).

Données complémentaires en utilisation extra-réglementaire :

(beta_tg) *(beta_c)* *(betatd)*	R(n)	Angles de diffusion (degrés) des charges correspondant à *(hdif_tg), (hdif_c), (hdif_td)* [45°]

NOTE 1 : la gauche et la droite du tablier sont définies par rapport à un observateur dont l'axe de visée est orienté suivant les abscisses croissantes de l'axe de l'ouvrage, tel qu'il est défini dans la coupe longitudinale (ordre croissant des appuis).

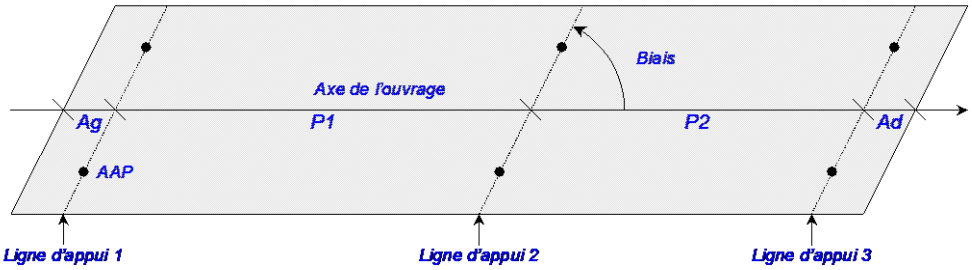
NOTE 2 : La largeur droite de l'extrados *(Dt)* est déterminée à partir de la somme de ces largeurs droites. Il est important de contrôler cette donnée.

$$Dt = Bg + Tg + Ltg + Lc + Ltd + Td + Bg$$

NOTE 3 : les épaisseurs de diffusion de chaussée et de trottoirs ne servent pas au calcul des descentes de charges permanentes de chaussée et de trottoir. Ces épaisseurs correspondent à la hauteur à franchir avant d'atteindre l'extrados de la dalle nue. Elles comprennent donc l'étanchéité et l'enrobé pour la chaussée et l'épaisseur de trottoir et l'étanchéité pour les trottoirs. Il vaut mieux sous-estimer ces valeurs pour être sécuritaire (c'est à dire prendre "0" ou l'épaisseur minimale de la couche de chaussée (en général 6 ou 7cm d'enrobé et 1cm d'étanchéité). Les épaisseurs pour les calculs de descentes de charges de chaussée et de trottoirs sont définies dans les superstructures.

7.2 - Géométrie en plan

L'ouvrage est supposé rectiligne en plan. Le biais des lignes d'appui est constant et modéré (compris entre 70 et 100 grades).



Données :

(Biais)	R	Angle entre les bords libres et les lignes d'appui, en grades [100.00].

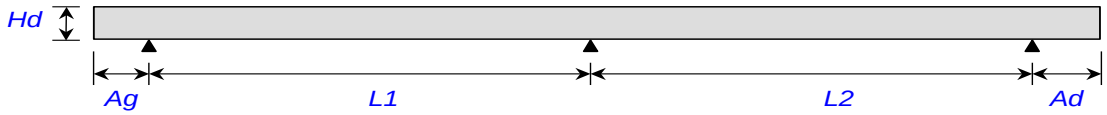
Commande :

```
BLOC GEOMETRIE_EN_PLAN
    (BIAIS biais)
FIN
```

7.3 - Coupe longitudinale du tablier

L'ouvrage est supposé avoir un extrados horizontal. La coupe longitudinale du tablier peut comporter des abouts inégaux. La longueur des abouts et les portées sont mesurées en mètres dans l'axe de l'ouvrage (longueurs biaises).

Coupe longitudinale de l'ouvrage



Données :

Hd	R	Épaisseur du tablier hors bombement (poutre + hourdis).
L1,., Ln	R(n)	Portées biaise géométrique des *n* travées.
Ag, (Ad)	R(2)	Longueur biaise des abouts gauche et droit, par défaut l'interface propose : *Ad = Ag*.

On introduit une grandeur, minimum constructif et de modélisation, Δ = 0,05. Il faut contrôler :

- $Ag \geq \Delta$
- $Ad \geq \Delta$

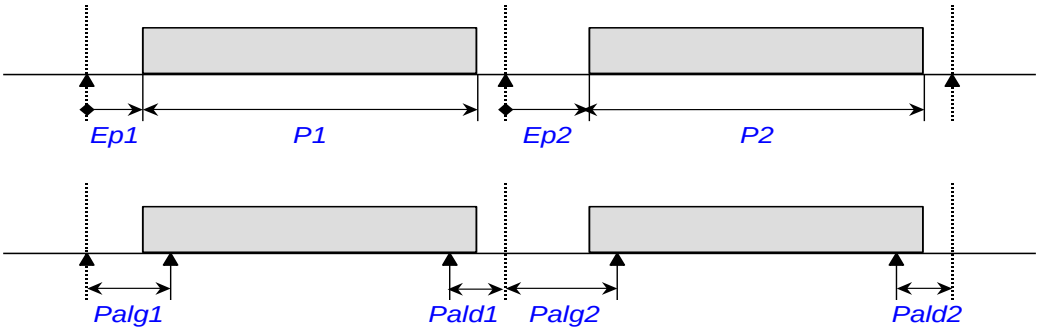
La commande est identique à celle des PSIDA :

Commande :

```
BLOC COUPE_LONGITUDINALE
    PORTEES L1 ...  Ln
    H_DALLE Hd
    ABOUT  GAUCHE Ag  DROIT Ad
FIN
```

Géométrie longitudinale des poutres

Les poutres sont placées par rapport aux travées à l'aide de leur abscisse de départ `Epi` et de leur longueur `Pi`.



Données :

`P1,., Pn`	`R(n)`	Portées biaises géométriques des poutres de chacune des *n* travées.
`Ep1, ,Epn`	`R(n)`	Excentrements biais des poutres (positif vers la droite, négatif vers la gauche).
`Palgj, Paldj`	`R`	Distances (> 0) biaises appuis - palées provisoires gauche et droite de la travée j

```
BLOC COUPE_LONG_POUTRES
    LONGUEURS      P1, …, Pn
    EXCENTREMENTS Ep1, …, Epn
    (PALEES GAUCHE palg1, palgn)
    (PALEES DROITE pald1, paldn)
FIN
```

Il faut contrôler que les longueurs de poutres sont cohérentes avec celles des travées :

- $\Delta \leq Epi$ $\quad 1<i\leq n$ *(sur pile)*
- $Epi \leq Li-Pi-\Delta$ $\quad 1<i<n$ *(travées courantes)*
- $-Ag \leq Ep1 \leq L1-P1-\Delta$ *(culée origine)*
- $Epn \leq Ln-Pn+Ad$ *(culée extrémité)*

Commentaires sur le transfert sur appuis définitifs.

Les palées provisoires n'existent pas lorsque l'ouvrage est constitué d'une seule travée isostatique avec une poutre de longueur plus grande que celle de la travée. Dans les autres cas, les palées provisoires sont toujours définies. Le programme permet toutefois de ne pas définir les palées d'extrémité (cas $Ep1\leq-\Delta$ ou $Epn\geq Ln-Pn+\Delta$), auquel cas on porte conventionnellement $palg1 = 0$ ou $paldn = 0$.

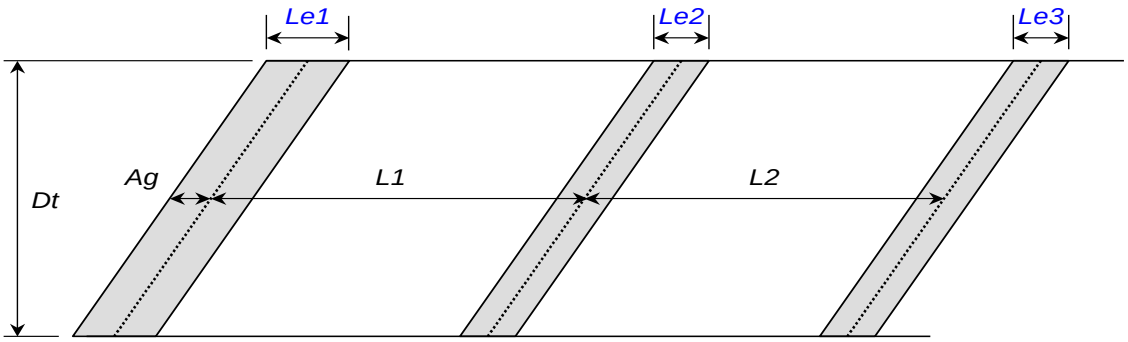
Il faut contrôler la position des palées provisoires :

- $palgi \geq Epi+\Delta$ $\quad 1<i\leq n$ *(sur pile)*
- $paldi \geq Li-Pi-Epi+\Delta$ $\quad 1\leq i<n$ *(sur pile)*
- Si $Ep1>0$ il faut : $palg1 \geq Ep1+\Delta$ *(culée origine)*
- Si $Ln-Pn-Epn \geq 0$ il faut : $paldn \geq Ln-Epn-Pn+\Delta$ *(culée extrémité)*

7.4 - Entretoises

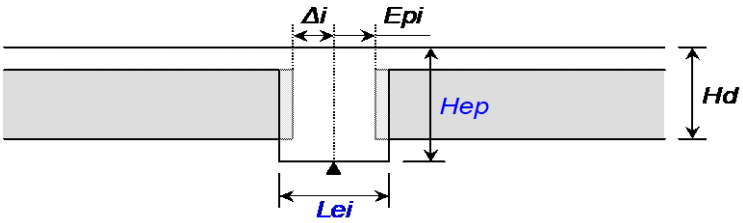
Coupe en plan

La géométrie des entretoises est la suivante :



Les entretoises intermédiaires sont supposées centrées sur leur ligne d'appui. Celles concernant les abouts font l'objet d'une géométrie plus complexe.

Coupe longitudinale des entretoises courantes :



Il faut contrôler les hauteurs des entretoises et que les extrémités de la poutre sont dans les entretoises :

- $Hd \leq Hep$
- $Epi \leq Lei/2 \qquad 1<i\leq n$
- $\Delta i \leq Lei/2 \qquad 1<i\leq n$

Coupe longitudinale des entretoises d'about :

Pour simplifier, on raisonnera uniquement sur l'about gauche. Trois configurations sont possibles :

Option 1 : Appuis définitifs sous entretoise

Cette option est la plus courante. Les appuis devant être situés sous le noyau de béton, elle se reconnaît à :

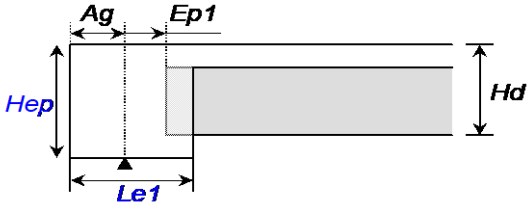
- $Ep1 \geq \Delta$

  Il faut contrôler les hauteurs des entretoises :

  - $Hd \leq Hep$

  Il faut contrôler que l'extrémité de la poutre est dans le chevêtre :

  - $Le1 \geq Ag+Ep1$



Option 2 : Appuis définitifs sous poutres

Cette option, moins courante, appelé chaînage disposé en arrière des poutres, se reconnaît à :

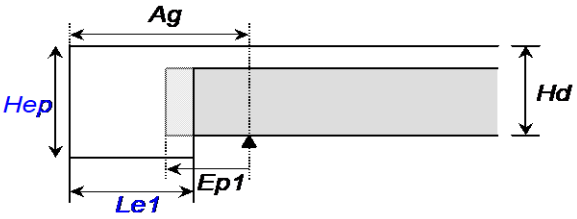
- $-Ag+\Delta \leq Ep1 \leq -\Delta$

  Il faut contrôler les hauteurs des entretoises :

  - $Hd \leq Hep$

  Il faut contrôler que l'extrémité de la poutre est dans le chevêtre :

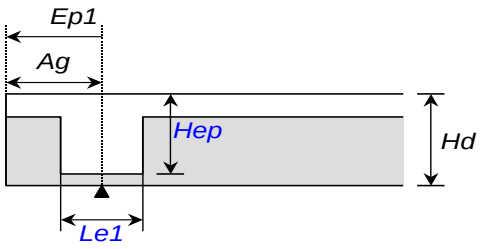
  - $Le1 \geq Ag+Ep1$



Elle est essentiellement utilisée dans le cas de travées isostatiques dans le but d'éviter un transfert d'appuis.

Option 3 : Appuis définitifs sous poutre et centrés sous entretoise

Cette option nécessite de coffrer et ferrailler l'entretoise d'about entre les poutres préfabriquées. Particulièrement difficile à mettre en œuvre, elle est considérée comme obsolète et n'est pas implémentée dans le programme.



Données :

Le	R	Longueur des entretoises
Hep	R	Hauteur des entretoises

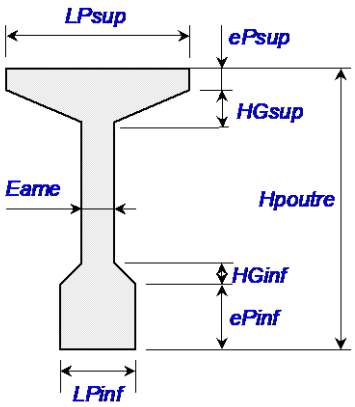
Commande :

```
BLOC ENTRETOISES
    LONGUEUR < BIAISE, DROITE > Le0,…, Len
    HAUTEUR PILE Hep CULEES < TOUTES Hep, GAUCHE Hepg, DROITE Hepd >
FIN
```

7.5 - Coupe transversale des poutres

Données pour les poutres classiques :

Hpoutre	R	Hauteur de la poutre
Lpsup	R	Largeur de la semelle supérieure
ePsup	R	Épaisseur de la semelle supérieure [0.00]
HGsup	R	Épaisseur du gousset supérieur [0.00]
Eame	R	Largeur de l'âme
HGinf	R	Épaisseur gousset inférieur [0.00]
ePinf	R	Épaisseur de la semelle inférieure [0.00]
Lpinf	R	Largeur de la semelle inférieure



Commande:

```
BLOC COUPE_TRANS_POUTRE < TOUTES, COURANTES, RIVE >
    (HAUTEUR Hpoutre)
    TRAVEES < TOUTES, liste1 >
    SEMELLE (LARGEUR SUPERIEURE Lpsup) (LARGEUR INFERIEURE Lpinf)
    SEMELLE (HAUTEUR SUPERIEURE ePsup) (HAUTEUR INFERIEURE ePinf)
    GOUSSET (HAUTEUR SUPERIEURE HGsup) (HAUTEUR INFERIEURE HGinf)
    (AME Eame)
    …
FIN
```

Commentaires :

- *Le programme considère les poutres courantes et de rive comme identiques si elles sont définies dans le même bloc. Il est donc important de ne pas définir deux blocs en cas d'identité.*
- *`Hpoutre` ne doit pas être renseigné pour les poutres de rive (même hauteur que les poutres courantes).*
- *Si `ePsup > 0` et `ePinf > 0`, il s'agit d'une poutre en I et , `Lpsup`, `Lpinf`, `Eame` doivent être renseignés avec `Eame < min(Lpsup, Lpinf)`.*
- *Si `ePsup > 0` et `ePinf = 0` ou non renseigné, il s'agit d'une poutre en T. `Lpsup`, `Eame` doivent être renseignés avec `Eame < Lpsup` et `Lpinf`, `HGinf` doivent être nuls ou non renseignés.*
- *Si `ePinf > 0` et `ePsup = 0` ou non renseigné, il s'agit d'une poutre en T renversé. `Lpinf`, `Eame` doivent être renseignés `Eame < Lpinf` et `Lpsup`, `HGsup` doivent être nuls ou non renseignés.*

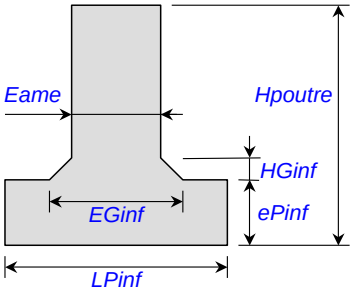
– *Si `ePsup = 0` ou non renseigné et `ePinf = 0` ou non renseigné, `Lpsup`, `Lpinf` doivent être renseignés et `HGsup`, `HGinf`, `Eame` doivent être nuls ou non renseignés. Il s'agit d'une poutre en trapèze ou rectangulaire.*

Il faut contrôler que :

– `Hd ≥ Hpoutre`.
– `Hpoutre ≥. ePsup+HGsup+ePinf+HGinf`
– `Eame ≤ Min(Lpinf,Lpsup)`

Données pour les poutres courantes de type Tablier Dalle Composite :

`Hpoutre`	R	Hauteur de la poutre
`Eame`	R	Largeur de l'âme de la poutre
`HGinf`	R	Épaisseur du gousset `[0.00]`
`EGinf`	R	Largeur du gousset `[Eame]`
`ePinf`	R	Épaisseur de la semelle
`Lpinf`	R	Largeur de la semelle



Commentaires :

– *Dans le cas des Tablier Dalle Composite, la coupe transversale des poutres de chaque type (courantes, rives gauche et droite) est supposée identique pour toutes les travées.*

Commande:

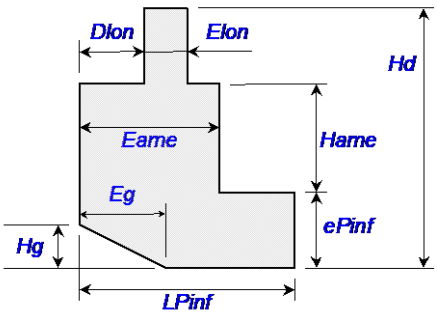
```
BLOC COUPE_TRANS_POUTRES COURANTES
    HAUTEUR Hpoutre
    SEMELLE LARGEUR Lpinf HAUTEUR ePinf
    GOUSSET (LARGEUR Eginf) (HAUTEUR Hginf)
    AME Eame
FIN
```

Il faut contrôler que :

– `Hd ≥ Hpoutre`.
– `Hpoutre ≥. ePinf+HGinf`
– `Lpinf ≥EGinf ≥ Eame`
– `Lpinf ≥ Eame`

Données pour les poutres de rive de type Tablier Dalle Composite :

`Elon`	R	Largeur de la longrine supérieure `[0.00]`
`Dlon`	R	Position (>=0) de la longrine par rapport au bord `[0.00]`
`Eame`	R	Largeur de l'âme
`Hame`	R	Hauteur de l'âme
`Eg`	R	Épaisseur du gousset `[0.00]`
`Hg`	R	Hauteur du gousset `[0.00]`
`ePinf`	R	Épaisseur de la semelle inférieure
`Lpinf`	R	Largeur de la semelle inférieure



Commande:

```
BLOC COUPE_TRANS_POUTRES RIVE < TOUTES, GAUCHE, DROITE >
    SEMELLE LARGEUR Lpinf HAUTEUR ePinf
    GOUSSET (LARGEUR Eg) (HAUTEUR Hg)
    AME LARGEUR Eame HAUTEUR Hame
    LONGRINE (DECALAGE Dlon) LARGEUR Elon
FIN
```

Commentaires :

- *La hauteur des poutres de rive est égale à la hauteur totale du tablier* `Hd`.
- *Si* `Elon = 0`,*on ne renseigne pas* `Hpoutre`, *qui vaut* `Hame+ePinf`

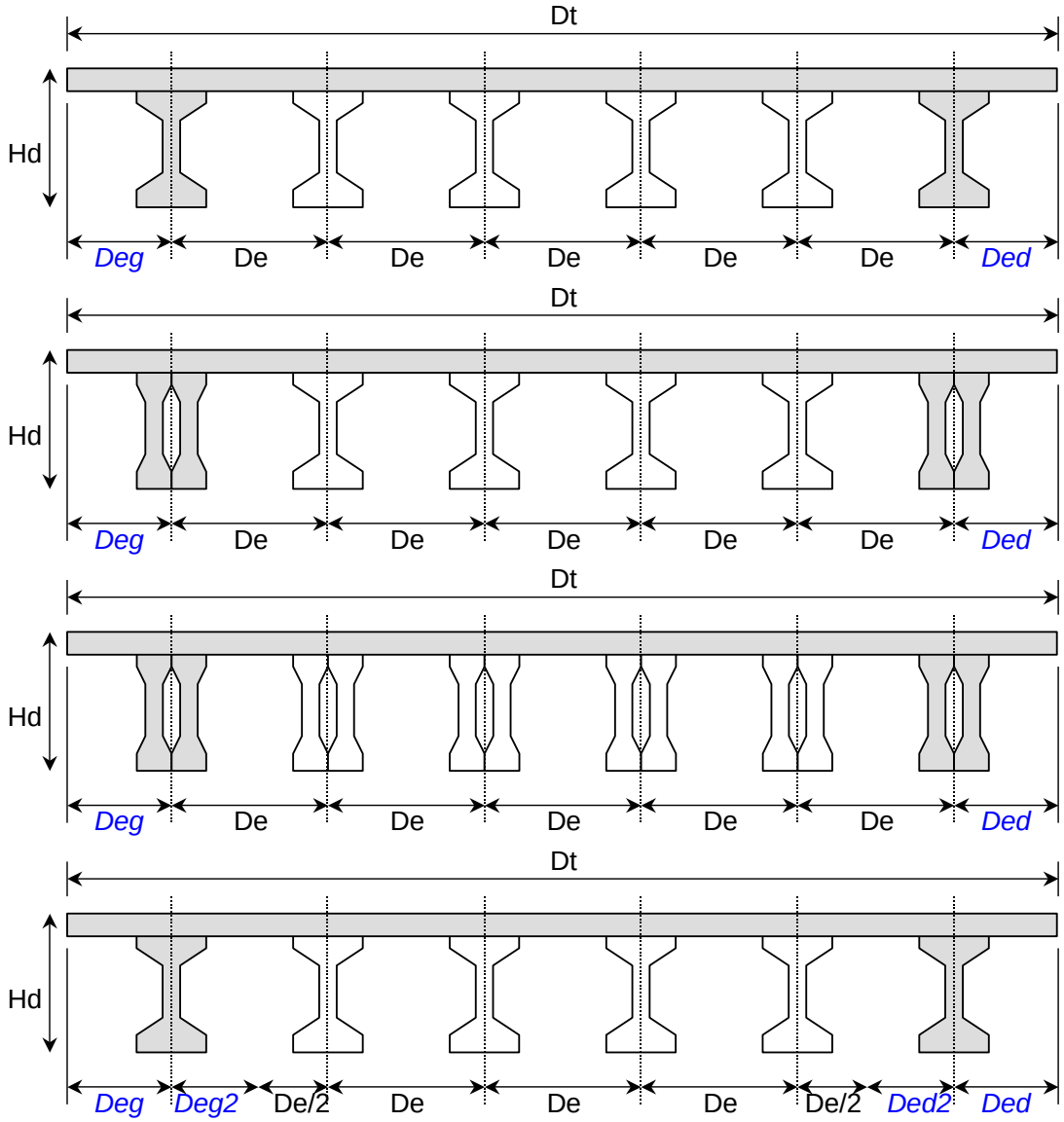
Il faut contrôler que :

- `Hd ≥ Hpoutre`.
- `Hpoutre ≥ Hame+ePinf`
- `si Elon=0, Hpoutre = Hame+ePinf`
- `Lpinf ≥EG`
- `Lpinf ≥ Eame`

7.6 - Coupe transversale du tablier

Position des files de poutres pour ouvrage avec poutres de type PRAD

L'interface propose la configuration suivante : des files de poutres (composées de 1 ou 2 poutres jumelées) régulièrement espacées.



Données externes :

- `Dt` est la largeur du tablier, égale à la largeur du profil en travers.
- `Hd` est l'épaisseur de la dalle, entrée dans la coupe longitudinale.

Données :

Np	I	Nombre de files de poutres [>1].
(Deg), (Ded)	R	Distance des axes de files de poutres extrêmes à gauche et à droite par rapport au bord d'ouvrage. Par défaut, nu de la poutre la plus excentrée : - poutres de rives non jumelées : Ded = Deg = Lpsup/2. - poutres de rives jumelées : Ded = Deg = max(Lpsup, (Lpinf+Lpsup)/2).
COURANTES, RIVE	SW	Poutres à jumeler
j	I(n)	Liste des numéros de travée jumelées [>1].
(Deg2), (Ded2)	R	Distance des axes de files de poutres extrêmes à gauche et à droite par rapport à la distance De/2 de l'axe de la poutre courante adjacente. Donnée optionnelle. Par défaut : Ded2 = Deg2 = De/2.

L'écartement des files de poutres est donc obtenu à partir de la dimension Dt du profil en travers diminué de la position des poutres de rives par rapport au bord :

Cas par défaut lorsque Ded2 = Deg2 = De/2 :
De=(Dt-Deg-Ded)/(Np-1)

Cas général lorsque Ded2 et Deg2 quelconques :
De=(Dt-Deg-Ded-Deg2-Ded2)/(Np-2)

Il faut contrôler que :

- *De ≥ max (Lpinf, Lpsup) si les poutres ne sont pas jumelées*
- *De ≥ max(Lpinf,Lpsup)*2 si les poutres sont jumelées*
- *Deg, Ded, Ded2 et Deg2 tous ≥ Lpsup/2 si les poutres ne sont pas jumelées*
- *Deg, Ded, Ded2 et Deg2 tous ≥ max (Lpsup, (Lpinf+Lpsup)/2) si les poutres sont jumelées*

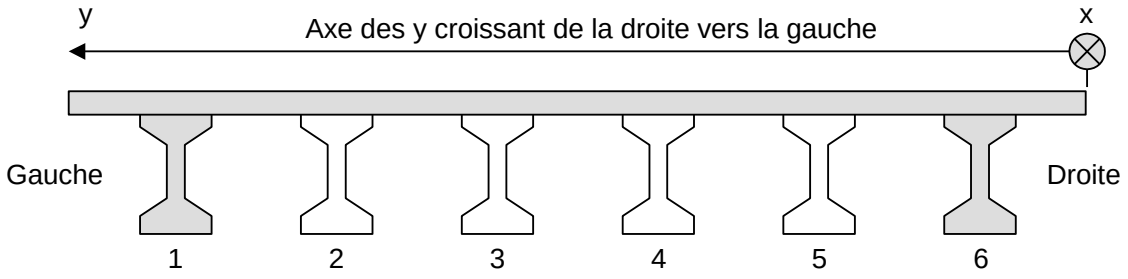
Commandes :

```
BLOC JUMELAGE
    (POUTRES < TOUTES, COURANTES, RIVE > TRAVEES < TOUTES, liste >)
    …
FIN

BLOC COUPE_TRANS_PRAD
    FILES Np
    (DISTANCE BORD <GAUCHE Deg, DROIT Ded, TOUS Degd> INTERNE <GAUCHE Deg2, DROIT Ded2,
    TOUS De2>)
FIN
```

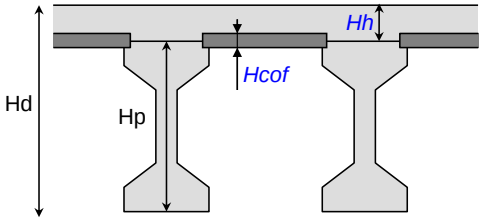
Note sur la numérotation des files de poutres

Comme pour tous les ouvrages, l'ouvrage possède un repère orthonormé XOY dont OX suit le bord droit, et dont il résulte que *y* est croissant de la droite vers la gauche. En ce qui corne la numérotation des files de poutres, nous avons adopté la numérotation « intuitive », croissante de la gauche vers la droite. Il en résulte que la file 1 est celle dont l'ordonnée est maximale.



Géométrie du hourdis coulé en place en 2ème phase

L'interface propose la configuration suivante : des files de poutres (composées de 1 ou 2 poutres jumelées) régulièrement espacées.



Données :

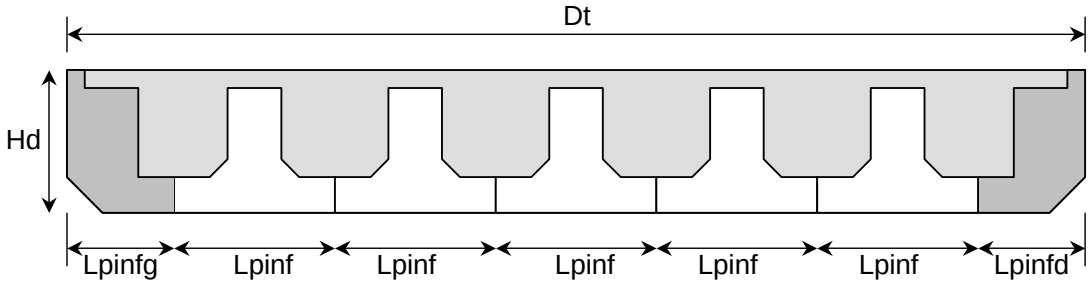
Hh	R	Hauteur du hourdis entre poutres [Hd-Hp].
Hcof	R	Hauteur du coffrage non participant [0.00].
Pv_c	R	Poids volumique du coffrage non participant [24.00].

Commandes :

```
BLOC HOURDIS
    (HOURDIS EPAISSEUR Hh)
    (COFFRAGE EPAISSEUR Hcof POIDS_VOL Pv_c)
FIN
```

Position des files de poutres pour ouvrage avec poutres de type Tablier Dalle Composite

Dans ce cas, la disposition est entièrement déterminée par les données déjà connues.



Données externes :

- `Dt` est la largeur du tablier, égale à la largeur du profil en travers.
- `Hd` est l'épaisseur de la dalle, entrée dans la coupe longitudinale.
- `Lpinf` est la largeur des poutres dalles courante et `Lpinfg`, `Lpinfd` celle des poutres de rive gauche et droite

Il faut contrôler que la largeur du tablier est compatible avec la géométrie des poutres :

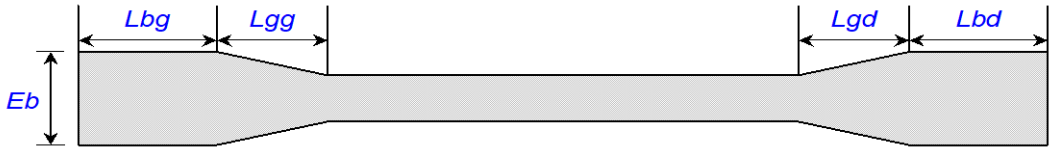
- *(Dt-Lpinfg-Lpinfd) modulo Lpinf = 0*

Dans ce cas, le nombre de poutres courantes est :

- *Np = (Dt-Lpinfg-Lpinfd)/De*

7.7 - Coupe en plan dans l'âme d'une poutre de type PRAD classique

Ce bloc est facultatif. La géométrie des blochets est la suivante :



Données :

Eb	R	Largeur de blochet dans la travée.
Lbd,Lbg	R	Longueur de blochet dans la travée.
Lgd,Lgg	R	Longueur de gousset dans la travée.

Commande :

```
BLOC COUPE_PLAN_POUTRES
    TRAVEES liste1
        BLOCHETS LARGEUR  < TOUS Eb, COURANTS Ebc, RIVE Ebr >
        BLOCHETS LONGUEUR < TOUS Lb, GAUCHE Lbg, DROITE Lbd >
        GOUSSET  LONGUEUR < TOUS Lg, GAUCHE Lgg, DROITE Lgd >
    TRAVEES liste2
    …
FIN
```

Commentaires :

- *Les poutres sont toutes supposées comporter ou non des blochets.*
- *Les longueurs des blochets et goussets de raccordement sont supposées identiques pour toutes les poutres d'une même travée.*

- *Les largeurs des blochets sont supposées identiques aux deux extrémités d'une poutre.*

Il faut contrôler que :

- $Eb \geq Eame$
- $Eb \leq min(Lpinf,Lpsup)$

7.8 - Groupes de ferraillage par files de poutres

Ce bloc permet de définir de 1 à 3 types de ferraillage mis en place respectivement sur les poutres courantes, sur les poutres de rive gauche et sur les poutres de rive droite.

NB : si les poutres ont des géométries différentes, une précontrainte ou un jumelage différents, le ferraillage sera obligatoirement différent. C'est notamment le cas pour les poutres de rive et courantes des PRAD de type Tablier Dalle Composite dont la géométrie est nécessairement différente.

Commande :

```
BLOC GROUPES_FERRAILLAGE
    (GROUPER FILES < TOUTES, RIVES, NON >)
FIN
```

Ce qui permet les combinaisons de ferraillage suivantes :

- Toutes les poutres identiques (1 groupe).
- Poutres de rive identiques (2 groupes - option par défaut).
- Poutres courantes, de rive droite et de rive gauche différentes (3 groupes).

7.9 - Appuis

Chaque appui peut être un appui simple (option par défaut) ou un appui élastique (cas d'un PRAD "portique") défini par ses matrices de rigidité à court terme et à long terme.

Les termes de rigidité doivent être calculés pour tout l'ouvrage selon l'axe du tablier (la largeur à prendre en compte est la largeur droite du tablier, c'est à dire que la rigidité est fournie selon l'axe du tablier et non perpendiculairement à la ligne d'appui).

Le cas d'un ouvrage portique nécessite des appuis provisoires (pour permettre la réalisation des appuis définitifs encastrés).

Ainsi, la date d'application des appuis élastiques est toujours celle du transfert sur appuis définitifs (bloc « DATES_DE_PHASAGE, APPUIS DEFINITIFS »).

Données :

r1I, r4I, r6I	R	Termes de la matrice de rigidité à court terme suivant conventions ST1.
r1L, r4L, r6L	R	Idem à long terme.

Commande :

```
BLOC APPUIS
    APPUI i
   COURT_TERME r1I r4I r6I
   LONG_TERME  r1L r4L r6L
    …
FIN
```

Rappel des conventions ST1 :

$$\begin{pmatrix} fx \\ fy \\ mz \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \boxed{R1} & R2 & \boxed{R4} \\ R2 & R3 & R5 \\ \boxed{R4} & R5 & \boxed{R6} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} dx \\ dy \\ rz \end{pmatrix}$$

Commentaires :

- *Un appui élastique se voit automatiquement attribuer par le programme une valeur très grande du terme* R3 *afin de préserver une grande rigidité verticale.*
- *Initialement, la demi-matrice comporte 6 termes, mais l'hypothèse faite ci-dessus rend inutiles les termes croisés dépendant du déplacement vertical R2 et R5. Pour ST1, ces termes seront donc forcés à zéro.*

Il faut contrôler que :

- Si une des culées est définie comme élastique, alors l'autre doit l'être obligatoirement.

7.10 - Coefficients de transmission sur appuis

Des coefficients réducteurs du moment de continuité sur appuis intermédiaires (ou d'about si ces derniers sont élastiques) peuvent être introduits. On peut également choisir soit d'effectuer les calculs uniquement avec ces coefficients, soit en fourchette avec l'hypothèse d'une continuité parfaite.

Données :

FOURCHETTE	SW	< OUI, NON >.
K_1, …, K_{n+1}	R	Coefficients de transmission sur les *n*+1 appuis.

Commentaires :

- K_1 *et* K_{n+1} *doivent valoir* 1.00 *s'il s'agit d'appuis simples.*

Commande :

```
BLOC CONTINUITE
    FOURCHETTE < OUI, NON >
    COEFFICIENTS K1, …, Kn+1
FIN
```

7.11 - Action amenée au tablier par les appuis

Dans le cas où des appuis élastiques ont été définis (cas d'un PRAD « portique »), les efforts dus au poids des remblais techniques sont transmis au tablier au niveau de son centre de gravité via les nœuds extrêmes de celui-ci.

Données :

(Profil_trans)	SW	< DEFINITIF, PROVISOIRE >.
f_terre	R	Effort total caractéristique (kN) appliqué au tablier via l'appui dû à la poussée des terres. Les efforts extrêmes sont obtenus par application à cet effort des coefficients *k1* et *k2*. Ces efforts sont positifs s'ils s'exercent de la gauche vers la droite. Ainsi, l'effort normal est généralement positif sur la culée gauche et négatif sur la culée droite.
m_terre	R	Moment total caractéristique moyen (kN.m) appliqué au tablier via l'appui dû à la poussée des terres. Les moments extrêmes sont obtenus par application à ce moment des coefficients *k1* et *k2*. Ces moments sont positifs s'ils sont orientés dans le sens trigonométrique. Ainsi, le moment est généralement positif sur la culée gauche et négatif sur la culée droite.
k1	R	Coefficient minimum appliqué aux efforts de poussée des terres [0.70].
k2	R	Coefficient maximum appliqué aux efforts de poussée des terres [1.30].
f_q	R	Effort total caractéristique (kN) appliqué au tablier via l'appui dû aux charges d'exploitation. Les efforts extrêmes sont obtenus par application des coefficients *0.00* et *1.00*.
m_q	R	Moment total caractéristique (kN.m) appliqué au tablier via l'appui dû aux charges d'exploitation. Les moments extrêmes sont obtenus par application des coefficients *0.00* et *1.00*. Les conventions de signe sont identiques à celles des efforts permanents.

Commande :

```
BLOC EFFET_REMBLAIS < DEFINITIFS, PROVISOIRES >
    CULEE < GAUCHE, DROITE >
   PERMANENT   EFFORT_NORMAL f_terre  MOMENT m_terre (K_MIN k1) (K_MAX k2)
   EXPLOITATION EFFORT_NORMAL f_q      MOMENT m_q
   …
FIN
```

Commentaires :

- *f_q et m_q ne sont pas appliqués si la culée comporte une dalle de transition.*
- *Les efforts sous les actions permanentes et variables sont obtenus à partir d'un modèle dans lequel les appuis sont encastrés en tête (cas des culées encastrées). Donc les effets sont inférieurs à ceux obtenus par simple intégration de la poussée des terres sur une paroi isostatique. (Modele d'une barre avec sa fondation et encastrée en tete, c'est à dire une barre bi encastrée)*
- *A gauche effort normal f_terre et moments m_terre positifs*
- *A droite effort normal f_terre et moments m_terre négatifs*

- *A gauche effort normal f_terre et moments m_terre positifs*
- *A droite effort normal f_terre et moments m_terre négatifs*

Il faut contrôler que :

- le BLOC APPUIS existe et qu'il définit bien des matrices sur les culées droite et gauche.

7.12 - Remblais

Le type de remblai à prendre en compte est du type :

– Remblai sur le tablier.

Leurs caractéristiques de poids volumique possèdent toutes des valeurs réglementaires ou conseillées par défaut. Leur modification relève donc d'une utilisation avancée. Elles ne sont pas utilisées dans une commande spécifique mais intégrées dans les commandes relatives à chaque type de remblai.

La présence d'un remblai est rare pour les ponts PRAD (excepté ballast SNCF). Sa description est identique à celles de PIPO et PICF, à l'exception du coefficient de Marston, qui n'est pas à renseigner.

7.12.1 - Poids volumique des remblais

Données :

(Pv)	R	Poids volumique moyen des remblais [20 kN/m³].
(k1), (k2)	R	Coefficients donnant le poids caractéristique minimal et maximal : • [1.00] pour les remblais techniques et intérieurs • [0.90], [1.10] pour le remblai sur le tablier.

7.12.2 - Remblai sur le tablier

Le remblai possède une hauteur constante sur le tablier. Les données relatives à ce remblai sont étroitement liées à la définition du **« Profil en travers du tablier »**, et auront intérêt, au niveau de l'interface, à être couplées avec la description de ce dernier. Notamment, les données relatives au remblai ne doivent être accessibles que si des zones de type TALUS ont été définies. Elles sont à fournir, en fonction des besoins, pour les profils provisoire et définitif.

La présence d'un remblai est très rare pour les ponts dalles (passages de grande faune par exemple).

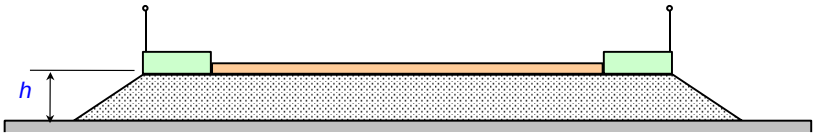


Figure 20 – Remblai sur tablier

La hauteur de remblai sur l'ouvrage est prise en compte également sur les dalles de transition éventuelles

Données :

h	R	Hauteur de remblai sur le tablier [0.00].

Données complémentaires en utilisation avancée :

(Pv), (k1), (k2)	R	*Cf.*= **« Poids volumique des remblais »**.
(betadif)	R	Angle de diffusion des charges en degrés [30.00].

8 - Charges permanentes

8.1 - Charges permanentes de superstructures

NOTE : tous les poids sont basés sur le kN et le mètre.

Choix du profil transversal

Données en utilisation standard :

(Profil_trans) SW < DEFINITIF, PROVISOIRE >.

Poids de l'étanchéité, des enrobés et des trottoirs

Pour le calcul des poids, par simplification, on fait les hypothèses suivantes :

- L'étanchéité est supposée concerner toute la largeur du tablier.
- Les enrobés concernent les zones de chaussées.
- Le poids des trottoirs s'exerce uniformément sur toute la largeur de ceux-ci.

En utilisation standard, seules les épaisseurs de chacun des éléments sont requises. En utilisation avancée, il est possible de redéfinir les valeurs par défaut des poids volumiques et des coefficients multiplicateurs k_1 et k_2 donnant respectivement les poids caractéristiques minimal et maximal de chaque élément.

Données en utilisation standard :

(E_ch) R Épaisseur de la chape d'étanchéité [0.00].

(E_en) R Épaisseur des enrobés [0.00].

E_trg, (E_trd) R Épaisseurs des trottoirs, par défaut l'interface propose : *Etrd = Etrg*.

Données complémentaires en utilisation extra-réglementaire :

Poids volumiques et coefficients k1 et k2.

(Pv_ch), (k1_ch), (k2_ch) R Chape d'étanchéité [22.00], [0.80], [1.20].

(Pv_en), (k1_en), (k2_en) R Enrobés [24.00], [0.80], [1.40].

(Pv_tr), (k1_tr), (k2_tr) R Trottoirs [24.00], [1.00], [1.00].

Poids des dispositifs de retenue, équipements, canalisations, etc.

Le poids d'un équipement linéaire, peut être pris en compte sur chacun des trottoirs au moyen d'une charge linéique `Plin` répartie sur une largeur `L`. L'interface permet de placer la charge dans sa zone par sa distance soit au bord gauche (`Yg`), soit au bord droit (`Yg`), et vérifie qu'elle ne déborde pas de la zone. On recommence autant de fois qu'il y a d'équipements à définir.

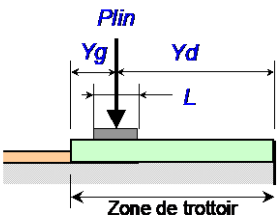


Figure 21 – Équipements des trottoirs

Données en utilisation standard :

`("Titre_e")`	Ch	Titre ou commentaire sur l'équipement.
`Cote`	SW	`< GAUCHE, DROITE >`.
`< Yg, Yd >`	R	Distance entre le centre de la charge et le côté choisi de la zone.
`Plin`	R	Poids linéique de l'équipement.
`(L)`	R	Largeur de l'équipement `[0.00]`.

Données complémentaires en utilisation extra-réglementaire :

`(k1), (k2)`	R	Coefficients k_1 et k_2 de l'équipement, `[0.95]`, `[1.05]`.

8.2 - Dalles de transition

L'interface propose cinq options :

- Dalles de transition symétriques (par défaut).
- Dalles de transition non symétriques.
- Dalle de transition uniquement à gauche.
- Dalle de transition uniquement à droite.
- Pas de dalles de transition.

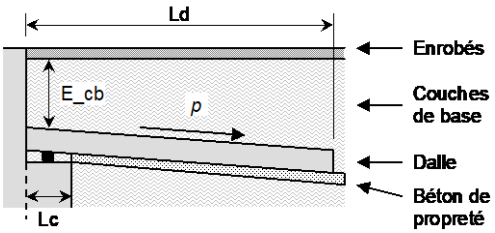


Figure 22 – Dalle de transition

Données en utilisation standard :

`Dalles`	SW	`< TOUTES, GAUCHE, DROITE, AUCUNE >` Si l'option choisie est `AUCUNE`, la commande n'est pas exécutée.
`Ld`	R	Longueur (mesurée // aux bords libres) de la dalle de transition.
`Dg, Dd`	R	Débord de chaque côté de la chaussée du profil définitif `[0.00]` : La dalle aura une largeur : `Lc = largeur de la chaussée + Dg + Dd`.
`(p)`	R	Pente de la dalle (mesurée // aux bords libres) `[0.00]`. Exemple : 0,02 = 2%.
`(E_en)`	R	Épaisseur des enrobés au droit de l'appui `[0.08]`.
`E_cb`	R	Épaisseur des couches de base au droit de l'appui.
`(E_d)`	R	Épaisseur de la dalle de transition `[0.30]`.
`(E_bp)`	R	Épaisseur du béton de propreté `[0.10]`.

Données complémentaires en utilisation extra-réglementaire :

En utilisation avancée, il est possible de modifier les poids volumiques et les coefficients *k* par défaut :

`(Pv_en), (k1_en), (k2_en)`	R	Enrobés.	`[24.00]`, `[0.80]`, `[1.40]`.
`(Pv_cb), (k1_cb), (k2_cb)`	R	Couches de base.	`[22.00]`, `[0.95]`, `[1.05]`.
`(Pv_d), (k1_d), (k2_d)`	R	Dalle.	`[25.00]`, `[0.95]`, `[1.05]`.
`(Pv_bp), (k1_bp), (k2_bp)`	R	Béton de propreté.	`[22.00]`, `[0.00]`, `[1.05]`.

Commentaires :

- *Dans le calcul, la longueur des dalles de transition est réduite d'un facteur alpha du fait que les dalles de transition reposent directement sur le sol sur une certaine longueur et non sur un appui ponctuel.*

- *Les hauteurs à prendre en compte se limitent à la hauteur jusqu'à l'extrados du tablier, c'est à dire qu'il ne faut pas rajouter la hauteur de terre sur le tablier qui dépend du profil*

8.3 - Remblais sur tablier et Dalles de transition

Le remblai situé sur le tablier est prolongé sur les remblais techniques, qu'il y ait ou non présence de dalles de transition.

9 - Actions variables hors trafic

9.1 - Effets thermiques

Données en utilisation standard :

("Titre")	Ch	Titre affecté aux effets thermiques.
(T0)	R	Température de référence [*10.0 °C*].
DTN,exp, DTN,con	R	Variation de température rapide maximum et minimum [*0.0*], [*0.0*]. Ces 2 valeurs étant réglementairement positives, l'interface propose (+)DTN,exp et (-)DTN,con , soit une dilatation positive et une contraction négative.
DTM,heat, DTM,cool	R	Gradient thermique positif et négatif [*0.0*], [*0.0*]. L'interface propose donc une valeur positive qui tend l'extrados du tablier et une valeur négative qui tend l'intrados du tablier

Commentaires :

- *Pour l'instant, la température T0 n'intervient pas dans les calculs (elle pourra intervenir dans le calcul du joint d'expansion), seule l'interface de saisie des données l'utilise pour pré-calculer les variations de températures à prendre en compte dans le calcul conformément àl'Eurocode.*
- *Le choix du gradient thermique et de la dilatation sont détaillés dans les annexes nationales. L'interface de saisie propose une aide à l'évaluation de ces valeurs.*

9.2 - Tassements d'appui

Pour les ponts dalles (PSIDA, PSIDP), cette commande n'est utile que si le nombre de travées est au moins égal à deux.

Données :

("Titre")	Ch	Titre affecté aux tassements.
Tp1, …, Tpn+1	R	Tassement probable de chaque ligne d'appui [0.00].
Ta1, …, Tan+1	R	Tassement aléatoire de chaque ligne d'appui [0.00].

Commentaires :

- *Les tassements sont comptés positivement VERS LE BAS.*
- *Les tassements d'appuis sont décrits par deux types de tassement par ligne d 'appuis. EN1990 Annexe A2 §A2.2.1 (17) :*
    - *d'une part le tassement probable Tpj simultanément de toutes les lignes d'appuis j*
    - *d'autre part toutes les combinaisons simultanées de tassements aléatoires ± Taj pour chacune des lignes d'appuis j*

10 - Charges d'exploitation

10.1 - Véhicules généralisés (utilisation avancée)

La définition des charges d'exploitation peut nécessiter de faire appel à des véhicules dits « généralisés », qui doivent avoir été préalablement décrits. Pour respecter cette chronologie, le présent paragraphe traite de la création de ce type de charges. L'interface doit permettre de définir la géométrie et les caractéristiques du véhicule.

On restreint la commande générale du langage de données aux véhicules symétriques par rapport à leur axe et dont chaque essieu est composé de roues identiques régulièrement espacées.

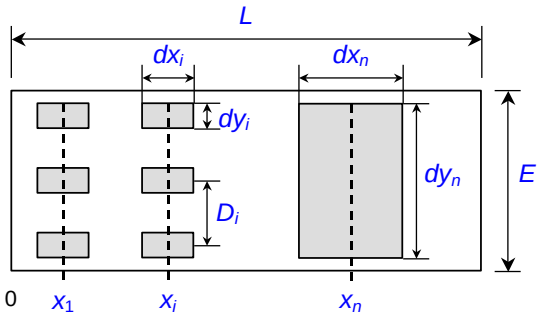


Figure 23 – Véhicule généralisé

Données en utilisation avancée :

nvg	LAB	Numéro produit par l'interface et affecté au véhicule généralisé lors de sa création.
(Titre)	Ch	Titre du véhicule généralisé.
E	R	Largeur d'encombrement du véhicule.
L	R	Longueur d'encombrement du véhicule.
Xi	R(n)	Positions des essieux par rapport à l'avant du véhicule.
Pi, …	R(n)	Poids de chaque essieu (kN).
dxi, dyi	R(n)	Impacts longitudinaux et transversaux des roues de chaque essieu.
(dyn)	R(n)	Coefficient de majoration dynamique [1.00].
(N)	R(n)	Nombre de roues de l'essieu, par défaut [1].
(D)	R(n)	Seulement si *N > 1* : distance entre axes des roues.

Commentaires :

- *Le véhicule généralisé est utilisé dans 2 configurations différentes :*
  - *soit il sert d'engin de chantier, dans ce cas, il convient en général de définir un coefficient dynamique de 1,5, il sera utilisé en tant que véhicule circulant seul sur l'ouvrage a vitesse rapide en phase d'exploitation provisoire sur un profil de chargement provisoire.*
  - *soit il modélise un véhicule spécial d'un convoi exceptionnel, il sera alors intégré au groupe de charge LM3. Le poids des essieux fourni par l'utilisateur doit alors intégrer le coefficient d'incertitude (en général 1,1). Si en plus le véhicule se déplace à vitesse rapide, le coefficient dynamique sera pris en compte. L'annexe nationale fixe la valeur du coefficient dynamique à* $\delta = 1 + 0{,}7/(1 + 0{,}2\ \mathrm{L_{travée}})$*. Pour un ouvrage multi-travée, on peut prendre pour simplifier la travée la plus courte. A noter que pour les véhicules prédéfinis dans le programme, un coefficient est calculé travée par travée.*

10.2 - Définition des profils de chargement

Pour chaque profil transversal (définitif, provisoire) Les charges de trafic à prendre en compte sont décrites en les appliquant sur un ou plusieurs « profils de chargement », qui ne sont autres qu'une restriction (nulle, partielle, ou totale) des différentes zones chargeables du tablier.

En pratique, la notion de profil de chargement sera masquée à l'utilisateur par l'interface. Celui-ci définira les parties des zones à charger (donc, implicitement, un profil de chargement) puis affectera les charges à appliquer à chacune des zones. Ce processus est répété autant de fois que nécessaire pour définir toutes les charges à prendre en compte.

Restriction des zones de chaussée

La partie chargeable d'une zone de chaussée peut être restreinte de deux manières :

- Définition de bandes neutralisées, non chargeables, à gauche et à droite, qui détermine une zone chargeable fixe.
- Définition d'un axe de roulement et d'un débattement, uniquement applicable à un véhicule ou une seule file de véhicules, qui détermine une zone chargeable variable en fonction du véhicule.

Figure 24 – Bandes neutralisées

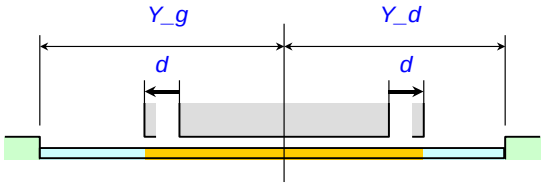


Figure 25 – Axe de roulement et débattement

Restriction des zones de trottoir (utilisation avancée)

La limitation de la zone chargeable s'effectue par des bandes neutralisées à gauche et à droite.

Figure 26 – Restriction des zones de trottoirs

Définition d'un profil de chargement

Chaque profil de chargement est relatif à un profil en travers donné. Les données ci-après sont relatives à une zone du profil, la commande définitive résultant de la concaténation de toutes les zones.

Données :

npc	LAB	Numéro produit par l'interface et affecté au profil lors de sa création.
(Profil_trans)	SW	< DEFINITIF, PROVISOIRE >.
bn_g, bn_d, bn	R	Largeur des bandes neutralisées (non chargeables) à gauche et à droite [0.00].
< Yg, Yd, () >	R	Distance entre le bord de la chaussée et l'axe de roulement.
d	R	Débattement [0.00].

Données en utilisation avancée :

Trottoir	SW	< *TROTTOIR GAUCHE, TROTTOIR DROIT* >.
bn_g, bn_d, bn	R	Largeur des bandes neutralisées (non chargeables) à gauche et à droite [0.00].

10.3 - Affectation des charges d'exploitation suivant la réglementation française

On rappelle que lors de l'affectation des charges d'exploitation, un profil de chargement est actif et que l'utilisateur choisit les charges à utiliser sur chacune des zones. Les données concernent donc chaque profil de chargement et chaque zone du profil transversal correspondant.

Données :

npc		Numéro du profil de chargement.
k	LAB	Numéro de véhicule généralisé.
Charges civiles	CHM	(A_DE_L), (BC), (BT), (BR)
Charges de trottoir	CHM	(CHARGE_TROTTOIR_FR) (A_DE_L_PIETONS) (ROUE_ACCIDENTELLE)

Données en utilisation extra-réglementaire :

(classe)	I	< 1, 2, 3 > : classe de la chaussée pour A_DE_L, BC, BT.
psremb	R	Densité de charge de remblai nominale pour les charges civiles [10,0 kN/m²].

Commentaires :

- *La valeur par défaut de la classe dépend de la largeur de la chaussée.*

Classe d'ouvrage pour `A_DE_L`, `BC`, `BT`. Par défaut (F. 61 - II, Art. 3) :

7,00 ≤	*Lr*			*classe* = 1
5,50 <	*Lr*	<	7,00	*classe* = 2
	Lr	≤	5,50	*classe* = 3

Commentaires :

- *Les charges* `BR`, `CHARGE_TROTTOIR_LOCALE` *et* `ROUE_ACCIDENTELLE` *ne sont prises en compte que dans l'étude de la flexion transversale.*
- *Lorsque* `CHARGE_TROTTOIR_FR` *est spécifiée, la charge uniforme (150 kg/m²) est prise en compte dans l'étude de la flexion longitudinale et la charge locale (450 kg/m²) dans l'étude de la flexion transversale.*
- *Lorsque* `A_DE_L_PIETONS` *est spécifiée, cette charge est prise en compte dans l'étude de la flexion longitudinale et la charge locale (450 kg/m²) dans l'étude de la flexion transversale. En outre, cette charge n'est combinée avec aucune autre charge d'exploitation.*

10.4 - Affectation des charges d'exploitation suivant l'Eurocode 1

Le mécanisme est semblable à celui de la réglementation française.

Données :

npc	CHM	Numéro du profil de chargement.
k	LAB	Numéro de véhicule généralisé.
Charges de chaussée	CHM	(LM1) (LM2)
Charges exceptionnelles	CHM	(LM3 *NOM_VS_1* < LENT, RAPIDE >(SEUL) (NON_FREQUENT)) (LM3_GENERALISE *k* < LENT, RAPIDE > (SEUL) (NON_FREQUENT)) …
NOM_VS	CHM	(CV_C1) (CV_C2) (CV_D2F1) (CV_D3F1) (CV_D3F2) (CV_E2F1) (CV_E3F1) (CV_E3F2) (VS_600_150) (VS_900_150) (VS_1200_150) (VS_1200_200) (VS_1500_150) (VS_1500_200) (VS_1800_150) (VS_1800_200) (VS_2400_200) (VS_2400_240) (VS_2400_200_200) (VS_3000_200) (VS_3000_240) (VS_3000_200_200) (VS_3600_200) (VS_3600_240) (VS_3600_240_240)
Charges militaires	CHM	(MC80), (ME80), (MC120), (ME120)
Charges de trottoir	CHM	(CHARGE_UNIFORME_TROTTOIR), (TS_ACCIDENTEL_TROTTOIR) (CHARGE_PASSERELLE_PIETONS)
Charges de foule	CHM	(LM4)
Charges de chantier	CHM	(CHANTIER_23M3), (CHANTIER_34M3)

Données en utilisation avancée :

(classe)	I	<1, 2 > : classe de trafic de la chaussée.

Commentaires :

- *La charge uniforme de trottoir est la charge d'accompagnement du* `LM1` *(3 kN/m²) et ne peut être utilisée sans celui-ci. La charge caractéristique éventuelle (5kN/m²) sera modélisée à l'aide du* `LM4`.
- *Lorsque* `CHARGE_PASSERELLE_PIETONS` *est spécifiée, le modèle « q_{fk} » est pris en compte dans l'étude de la flexion longitudinale et le modèle LM4 dans l'étude de la flexion transversale, conformément à l'annexe nationale. En outre, cette charge n'est combinée avec aucune autre charge d'exploitation.*
- *Dans le cas du* `LM3_GENERALISE`, *le coefficient dynamique est pris égal à celui déclaré pour le véhicule généralisé* *k* *uniquement si l'option* `RAPIDE` *est activée. Sinon, il est pris égal à* `1,00`.
- *Dans le cas du* `LM3`, *si l'option* `NON_FREQUENT` *est spécifiée, le chargement ne sera pas étudié en valeur fréquente.*
- *Un véhicule généralisé sur un trottoir est assimilé à un véhicule de service* `QSERV`.

10.5 - Respect des profils de chargement selon les charges

Afin de respecter au mieux l'esprit du règlement français et de l'Eurocode 1, certaines charges de chaussée adoptent un comportement particulier vis-à-vis des zones neutralisées définies par les profils de chargement :

- Les charges `Bc` et `Bt` respectent les restrictions de chaussée en flexion longitudinale, mais non en flexion transversale, pour laquelle elles se déplacent sur toute la largeur de la chaussée.
- Les charges `LM1` et `LM2` se déplacent sur toute la largeur de la chaussée dans tous les cas.
- Pour les charges de type `LM3`, les restrictions de chaussée délimitent le déplacement du véhicule spécial (`VS`). Le `LM1` d'accompagnement éventuel se déplace sur toute la largeur de la chaussée.
- Dans tous les autres cas les restrictions de chaussée sont respectées.

11 - Matériaux et critères réglementaires

11.1 - Béton suivant les Eurocodes

On distingue trois types de béton : béton de structure, béton de dalles de transition et béton de pieux. En cas d'absence du béton de dalles de transition, celui est pris identique à celui de la structure, sauf s'il s'agit de BHP (f_{c28} > 50 MPa). Pour les PRAD, on distingue également le béton des poutres et celui du hourdis.

Données générales :

(Titre)	Ch	Titre du béton.
fck	R	Résistance caractéristique à la compression à 28 jours (MPa).
(Loi)	SW	`< PARABOLE RECTANGLE, ELASTOPLASTIQUE >`

Données complémentaires pour les bétons de structure et de dalles de transition :

Ciment	SW	`< N, R, S >` : classe du ciment suivant l'EC 2.
(Silice)	SW	`< SANS_SILICE, AVEC_SILICE >` : ce choix n'est proposé que si f_{c28} > 50 MPa. En dessous de cette valeur, le choix implicite est `SANS_SILICE`.
rh	R	Humidité relative de l'environnement ambiant (%).

Données en utilisation extra-réglementaire pour les bétons de structure :

(pv)	R	Poids volumique du béton (kN/m^3) `[25,00]`.
(k1), (k2)	R	Coefficients donnant le poids caractéristique minimal et maximal : PIPO, PICF, PSIDA, PRAD, PPE : `[1.00]`. PSIDP : `[0.97], [1.03]`.

Données complémentaires pour le béton de poutre PRAD, PRAD_TDC :

(liste_theta)	R	Listes des températures de l'étuvage ou température maximum de l'étuvage (°C) `[20.0]`.
(liste_tp)	R	Liste des intervalles de temps pendant lesquels sont appliquées les températures de la liste ci-dessus, ou durée moyenne conventionnelle du palier isotherme à la température *thetamax* de l'étuvage **(jours)** `[0.00]`.
(fcmp)	R	Résistance moyenne *fcmp* à la fin du traitement thermique (EC2-1-1 §10.3). Nota : la date de fin du traitement thermique est supposée confondue avec la date de relâchement des torons sur banc.

thetamax est utilisé notamment dans le calcul de la perte thermique des câbles de précontrainte :

- La perte thermique selon le BPEL vaut :

$\Delta\sigma_{\theta\,max} = E_p \cdot \alpha_b \cdot (\theta_{max} - \theta_0)(1-\lambda)$, avec $\lambda = 0{,}10$ par défaut.

- La perte thermique selon l'EC2-1-1 10.5.2 vaut :

$\Delta\sigma_\theta = E_p \cdot \alpha_c \cdot (T_{max} - T_0) \cdot 0{,}5$, soit $\lambda = 0{,}5$ par défaut.

Cette valeur de 0,50 est celle adoptée dans Chamoa–P. Elle peut toutefois être redéfinie par l'utilisateur).

11.2 - Armatures passives

Définition d'un type d'acier passif

Les types d'acier utilisés de nos jours étant presque toujours standard, cette commande est optionnelle et sera peu utilisée en pratique.

Données en utilisation standard :

(fyk)	R	Limite d'élasticité garantie (MPa) [500.00].
(Loi)	SW	< ELASTOPLASTIQUE, BILINEAIRE >

Commande :

```
BLOC ACIER_PASSIF
    (LIMITE_ELASTIQUE fyk)
    LOI_ELU < ELASTOPLASTIQUE, BILINEAIRE >
FIN
```

Définition des armatures d'aciers passifs

Les caractéristiques des armatures des aciers passifs prises par défaut peuvent être redéfinies par ce bloc, qui se présente sous une forme très simple avec une suite de mots-clés, valeurs, plusieurs couples mots-clés, valeurs étant acceptés sur la même ligne.

Données en utilisation standard :

Valeur	R	Diamètre des armatures [voir chaque élément].
Nl	SW	Nombre de lit pour les aciers longitidinaux dans les PSIDA (Paquet de 3 aramtures : 2 Lits, sinon 1 lit) [2]

Prise en compte de l'orientation des aciers

L'option par défaut des aciers de flexion est l'option parallèle – parallèle (aciers longitudinaux parallèles aux bords libres et aciers transversaux parallèles aux lignes d'appuis). Néanmoins ce choix peut conduire à des quantités d'acier non optimales dans le cas de géométries biaises et selon le type d'ouvrage. On introduit donc la possibilité de choisir l'orientation des aciers.

Données :

ORIENTATION_ACIERS	SW	< PARALLELE PARALLELE, PARALLELE PERPENDICULAIRE, PERPENDICULAIRE PARALLELE >

La commande distingue 3 options :

- PARALLELE PARALLELE (aciers longitudinaux parallèles aux bords libres et aciers transversaux parallèles aux lignes d'appuis) **correspond à l'option par défaut pour PIPO, PICF, PSIDA, PSIDP** et **PPE**.
- PARALLELE PERPENDICULAIRE (aciers longitudinaux parallèles aux bords libres et aciers transversaux perpendiculaires aux bords libres), cette option est utile pour les ouvrages PSIDA. Elle à normalement un impact limité sur l'algorithmique de calcul des aciers. **Il s'agit de l'option par défaut pour PRAD, PRAD_TDC**.
- PERPENDICULAIRE PARALLELE (aciers longitudinaux perpendiculaires aux lignes d'appuis et aciers transversaux parallèles aux lignes d'appuis), cette option est utile pour les ouvrages PICF ou PIPO larges. Par contre elle nécessite un double calcul : un 1er calcul des aciers longitudinaux selon la portée droite et le calcul des aciers transversaux associées, puis un 2nd calcul des aciers de rive selon la portée biaise géométrique, et enfin un calcul des aciers de renforcement des angles. Dans un 1er temps, cette option pourra être inactive le temps de mettre en œuvre ce processus assez lourd.

Commande :

```
BLOC ORIENTATION_ACIERS
    < PARALLELE PARALLELE, PARALLELE PERPENDICULAIRE, PERPENDICULAIRE PARALLELE >
FIN
```

11.3 - Précontrainte par pré-tension

Définition d'un comportement mécanique d'acier de précontrainte

Données en utilisation standard :

fpk	R	Limite de rupture de l'acier de précontrainte (MPa).
(fp01k)	R	Limite élastique garantie (MPa) `[0,90. fpk]`.
rho1000	R	Valeur garantie de la perte par relaxation à 1000 heures. `(8% ou 2.5% ou 4%)`

Définition des torons de la précontrainte par prétension.

Données en utilisation standard :

(Procédé)	Ch	Nom de la précontrainte.
Ap	R	Section d'acier d'un toron (mm^2).
(sigmap)	R	Si différente de la valeur réglementaire, contrainte de mise en tension au vérin (MPa).
Lcs	R	Longueur conventionnelle de scellement.
(Dgaine)	R	Diamètre d'encombrement des gainages d'extrémité.
dpg	R	Perte instantanée par glissement de l'armature sur l'ancrage à la mise en tension de l'armature (MPa). `[0.00]`
dpf	R	Perte instantanée par frottement de l'armature sur le peigne d'about à la mise en tension de l'armature (MPa). `[0.00]`

Commentaires :

- *Pour mémoire : la valeur réglementaire de `sigmap` vaut $min(k_1 \cdot f_{pk}, k_2 \cdot f_{0,1k})$, k_1=0.8 et k_2=0.9 (art 5.10.2.1). Toutefois, sous certaines conditions, elle peut être uniquement limitée à $k_3 \cdot f_{0,1k}$, k_3=0.95.*
- *Par défaut, `Dgaine` est évalué à partir de `Ap` sur la base d'un toron à 7 fils.*

Données complémentaires en utilisation extra-réglementaire :

Coefficients servant à calculer la valeur caractéristique maximale et minimale de la précontrainte.

(cp1), (cp2) R *cp1* = [1.05] *cp2* = [0.95] *cdp1* = [1.05] *cdp2* = [0.95].
(cdp1), (cdp2)

PRECONTRAINTE_JUSTIF SW < P_VALEUR_CARA, P_VALEUR_MOYENNE >
ICATION

Commentaires :

- *L' EN 1992-1-1 §5.10.9 autorise : rsup = rinf = 1,0 lorsque des mesures appropriées sont prises (mesure directe de la précontrainte pré-tendue, par exemple). L'annexe nationale correspondante autorise rsup = rinf = 1,0 sur « justifications spéciales » .*
- *Par ailleurs l'annexe nationale de l'EN 1992-2 précise qu'il est possible de prendre rsup = rinf = 1,0 lorsque des précautions particulières sont prises, tant au niveau de la conception qu'au niveau de l'exécution, pour que la précontrainte probable Pm soit réalisée dans l'ouvrage.*
- *Si la structure est très sensible aux effets de la précontrainte, il convient de maintenir les valeurs rsup = 1,05 et rinf = 0,95.*

  Pour Chamoa-P, à défaut de précisions sur la « mesure directe de la précontrainte pré-tendue » et sur les « justifications spéciales » à conduire, on retient rsup = 1,05 et rinf = 0,95 par défaut. La mesure directe de la précontrainte peut être acceptable au relâchement du banc : dans ce cas, on peut justifier cette phase avec rsup=rinf=1.0 via la commande PRECONTRAINTE_JUSTIFICATION MISE_EN_TENSION P_VALEUR_MOYENNE*. Le choix de prendre rsup = rinf = 1,0 dans les autres phases (via la commande* P_VALEUR_CARA*) n'est pas conseillé par la DTecITM.*

Définition de familles types de torons.

Dans un premier temps, on définit autant de blocs de familles de torons que nécessaire pour définir la précontrainte toutes les poutres. Note : toutes les poutres courantes d'une même travée possèdent la même précontrainte.

Données :

z_lit_k	R	Cote du lit de torons par rapport à la sous-face des poutres. *z_lit_1, z_lit_2,…* doivent être croissants et distants d'une distance arbitrairement fixée à 2 cm.
nj	R	Nombre de torons d'une même côte de lit et de même gainage.
l1, l2	R	Longueur de gainage des torons à gauche et à droite de la travée [0.00].

Commande en vue d'une justification (pour toutes les familles de torons) :

```
  BLOC FAMILLE_TORONS j
      Z z_lit_1
     TORONS nj (GAINAGE GAUCHE l1j DROITE l2j)
     TORONS nk (GAINAGE GAUCHE l1k DROITE l2k)
     …
      Z z_lit_k
     TORONS ni (GAINAGE GAUCHE l1i DROITE l2i)
     TORONS nm (GAINAGE GAUCHE l1m DROITE l2m)
     …
      …
FIN
```

Commande en vue d'un dimensionnement automatique (pour toutes les familles de torons) :

```
  BLOC FAMILLE_TORONS_AUTO j
      Z z_lit_1 TORONS MAX n1
      Z z_lit_k TORONS MAX nk
FIN
```

Définition de la précontrainte de l'ouvrage.

Dans un deuxième temps, on définit autant de blocs de précontrainte que nécessaire pour précontraindre toutes les poutres.

Commande :

```
BLOC PREC_POUTRES < TOUTES, COURANTES, RIVE < TOUTES, GAUCHE, DROITE > >
    FAMILLE_TORONS f1 TRAVEES liste1
    FAMILLE_TORONS f2 TRAVEES liste2
    …
FIN
```

11.4 - Dates de phasage

On peut définir deux dates de mise en service : l'une pour le profil provisoire, s'il existe, l'autre pour le profil définitif.

Données :

jmt	D	Date mise en tension des armatures sur le banc [0].
jb	D	Date de bétonnage des poutres [*Jmt*] (*jb>=jmt*). Nota : dans le cas d'un étuvage, *jb* correspond également à la date du début du traitement thermique.
jrel	D	Date de relâchement des armatures du banc [jb+1] (*jrel > jb*). Nota : dans le cas d'un étuvage, il est nécessaire que la durée (*jrel - jb*) soit supérieure ou égale à la durée totale du traitement thermique.
jpapp	D	Date de pose sur appuis (provisoires ou définitifs) (*jpapp > jrel*).
jche	D	Date de coulage du hourdis et entretoises (*jche > jpapp*).
jdur	D	Date de durcissement du hourdis et entretoises (*jdur >= jche + 3*) *et* (*jdur <= jche + 7*) . NB : À cette date la structure devient hyperstatique (clavage). Des efforts hyperstatiques liés au effets différés apparaissent (retrait gêné par exemple). Pour se placer du côté de la sécurité, et à défaut de données plus précises, le Cerema recommande de saisir *jdur = jche + 3*
jtad	D	Date de transfert sur appuis définitifs si appuis provisoires (*jtad > jdur*). NB : Si le nombre de travées est > 1, alors il y a nécessairement des appuis provisoires sur les piles, donc cette date doit obligatoirement être renseignée.
(jtp), (jtd)	D	Dans le cas d'un ouvrage portique, dates d'application de l'action des terres au tablier via les appuis élastiques pour les profils provisoire et définitif. (*Jtp > max(Jche;Jtad)*) *et* (*Jtd > max(Jche;Jtad)*).
(jsp), (jsd)	D	Dates de mise en service [90] (BP). (*Jsp > max(jche,jtad)*) *et* (*Jsd > max(jche,jtad)*)) (*Jsp > Jtp*) *et* (*Jsd > Jtd*)

Commande :

```
BLOC DATES_DE_PHASAGE
    (MISE_EN_TENSION jmt)
    (BETONNAGE POUTRES jb)
    RELACHEMENT_BANC jrel
    APPUIS PROVISOIRES jpapp
    BETONNAGE HOURDIS jche
    DURCISSEMENT HOURDIS jdur
    (APPUIS DEFINITIFS jtad)
    (REMBLAIS_TECHNIQUES PROVISOIRES jtp)
    (REMBLAIS_TECHNIQUES DEFINITIFSjtd)
    (MISE_EN_SERVICE PROVISOIRE jsp)
    (MISE_EN_SERVICE DEFINITIVE jsd)
FIN
```

Commentaires sur le transfert sur appuis définitifs.

Le transfert sur appuis définitifs n'a pas lieu lorsque l'ouvrage PRAD est constituée d'une seule travée isostatique avec une poutre de longueur plus grande que celle de la travée. Dans les autres cas, le transfert est toujours défini.

11.5 - Affectation des matériaux

L'affectation des matériaux est automatique.

En cas de présence de dalles de transition, un béton de dalle de transition, différent du béton de structure, doit avoir été créé.

11.6 - Enrobages

En fonction du type d'ouvrage, l'interface affiche les parties d'ouvrage pertinentes et permet d'affecter à chacune d'elles une épaisseur d'enrobage choisie dans une liste prédéfinie. On notera que les enrobages sont choisis indépendamment du diamètre des aciers, ce qui n'est pas vrai en réalité. Une vérification préalable doit être faite.

Données :

```
Partie_oa     CHM   (TABLIER < TOUT, EXTRADOS, INTRADOS >),
                    (POUTRE < TOUT, EXTRADOS, INTRADOS >),
                    (HOURDIS < TOUT, EXTRADOS, INTRADOS >),
                    (ENTRETOISES INTRADOS),
                    (PIEDROITS < TOUT, TERRE, AIR >),
                    (RADIER < TOUT, TERRE, AIR>),
                    (SEMELLES < TOUT, COFFRAGES, SOL >),
                    (DALLES_TRANSITION), (PIEUX)
enrobage      R     Enrobage (m).
```

Commentaires :

- *Le choix des enrobages est détaillé dans les annexes.*

11.7 - Prise en compte forfaitaire de la fatigue

Pour le règlement Eurocode, des critères ELS supplémentaires permettent de se dispenser des justifications à la fatigue (AN-EN 1992-2 §6.8.1).

Un premier critère sur la compression du béton est activé par défaut et ne peut être modifié :

```
kcc           R     Coefficient appliqué à fck et donnant la contrainte admissible en
                    compression à l'ELS caractéristique [0.60]
```

En béton armé, un critère s'applique sur la traction des aciers à l'ELS caractéristique :

Pour tous les ouvrages PIPO, PICF, PSIDA, PSIDP et PRAD, Poutrelles Enrobées

```
fst           R     Contrainte admissible de l'acier en traction à l'ELS caractéristique
                    [300.00]
```

En béton précontraint un critère s'applique sur la traction du béton à l'ELS fréquent (uniquement sous précontrainte moyenne). Ce critère n'est jamais appliqué aux zones d'about des poutres PRAD.

Données supplémentaires pour les PSIDP et les PRAD

```
kct           R     Coefficient appliqué à fctm et donnant la contrainte admissible en traction
                    à l'ELS fréquent (sous précontrainte moyenne)[0.00]
```

11.8 - Critère de non décompression du béton avec précontrainte adhérente (ouverture de fissure)

Pour le règlement Eurocode (AN-EN 1992-2 §7.3.1 (105)), un critère de non décompression du béton s'applique à l'ELS fréquent pour les sections soumises aux classes d'exposition D ou S (présence de sels ou risque de gel). En pratique, on limite donc à l'ELS fréquent la contrainte de traction du béton à 0. Par défaut, ce critère ne s'applique pas.

Ce critère n'est jamais appliqué aux zones d'about des poutres PRAD.

Données pour les PSIDP et les PRAD

```
SW    (< FAUX, VRAI >)
```

Commande :

```
BLOC BP_FREQUENT_COMPRIME
    (< FAUX, VRAI >)
FIN
```

NB : Sous précontrainte moyenne, ce critère est couvert par le critère de fatigue forfaitaire déjà défini : il y a donc redondance sous précontrainte moyenne, mais pas sous précontrainte caractéristique. Le critère spécifié ici permet en outre d'anticiper toute modification éventuelle d'une des règles de justification, indépendamment des autres.

11.9 - Critères normatifs de contrainte du béton ELS

Données en utilisation extra-réglementaire :

Pour tous les ouvrages PIPO, PICF, PSIDA ,PSIDP et PRAD , Poutrelles Enrobées

Le 1er critère modifie la contrainte admissible du béton en compression à l'ELS caractéristique en exploitation pour tenir compte des classes d'environnement (EN 1992-2 §7.2).

Ce 1er critère est couvert par la vérification simplifiée à la fatigue, excepté pour les fondations.

kcc_cara R — Coefficient appliqué à *fck* et donnant la contrainte admissible en compression à l'ELS caractéristique [0.60]

Pour les ouvrages PSIDP et PRAD

Le 2eme critère concerne les PSIDP et les PRAD (EN 1992-1-1 §7.2) : on limite la contrainte de compression à 0,45 *fck* en quasi permanent en service car les calculs sont fait en supposant un fluage linéaire. On pourrait appliquer la limite de 0,6 *fck*, sous réserve d'implémentation du coefficient de fluage non linéaire (EN 1992-1-1 §3.1.4(4)). Pour les PSIDP, le choix est fait de ne pas implémenter ce coefficient de fluage, car la limite à 0,45 *fck* n'est pas dimensionnante. Pour les PRAD, on implémente le coefficient de fluage, mais on conserve la limite de 0,45 *fck* à toutes les phases sauf lors de la mise en tension, cette limite n'a en général pas d'impact sur le dimensionnement de ces phases.

kcc_perm R — Coefficient appliqué à *fck* et donnant la contrainte admissible en compression à l'ELS quasi permanent [0.45]

Un 3eme critère modifie la contrainte admissible du béton en compression et en traction à l'ELS quasi permanent en construction (dont la mise en tension) pour les PSIDP et les PRAD :

- En compression, pour les PSIDP et les PRAD, l'EN1992-1-1 §5.10.2.2(5) impose à la mise en tension de limiter la contrainte de compression dans le béton à 0,6.fck(t).
- Pour les PSIDP, comme le calcul CHAMOA-P fait l'hypothèse d'un fluage linéaire, on doit limiter la contrainte dans le béton à 0,45.fck(t). Pour les PRAD, le dépassement de 0.45 fck(t) impose néanmoins de prendre en compte le fluage non linéaire (EN 1992-1-1 §3.1.4(4)).
- Pour les PRAD, on peut atteindre 0,7.fck(t) à condition de pouvoir justifier par des essais ou par l'expérience que la fissuration longitudinale est évitée.
- En traction :

  L'article EN 1992-2 §113.3.2(103) et l'AN fixe la contrainte admissible à 1 fois la limite de traction du béton *fctm* pour toutes les classes d'exposition.

  L'article EN 1992-2 §113.3.2(104) fixe pour les PSIDP et les PRAD la contrainte admissible à 0 fois la limite de traction du béton *fctm* lorsque l'ouvrage est soumis aux classes d'exposition XD et XS en exploitation .

  Le CEREMA recommande de limiter en général la traction du béton à 0,70.*fctm* sous ELS quasi permanent, sauf s'il y a des conditions d'exposition plus sévères à la mise en tension.

Pour tous les ouvrages PSIDP et PRAD

kcc_mt	R	Coefficient appliqué à *fck(t)* et donnant la contrainte admissible en compression à l'ELS quasi permanent en construction lors des mises en tension pour les PSIDP [0.45 PSIDP]
kcc_mt_pr	R	Coefficient appliqué à *fck(t)* et donnant la contrainte admissible en compression à l'ELS quasi permanent en construction lors des mises en tension pour les PRAD [0.6 PRAD]
kct_mt	R	Coefficient appliqué à *fctm(t)* et donnant la contrainte admissible en traction à l'ELS quasi permanent en construction lors des mises en tension [0.70]
kcc_cons	R	Coefficient appliqué à *fck(t)* et donnant la contrainte admissible en compression à l'ELS quasi permanent en construction (hors mises en tension : utile uniquement pour les PRAD) [0.45]
kct_cons	R	Coefficient appliqué à *fctm(t)* et donnant la contrainte admissible en traction à l'ELS quasi permanent en construction (hors mises en tension : utile uniquement pour les PRAD) [0.70]
kct_mt_about_pr	R	Coefficient appliqué à *fctm(t)* et donnant la contrainte admissible en traction à l'ELS quasi permanent en construction lors des mises en tension, spécifique aux zones d'about des poutres PRAD [0.70]
kct_cons_about_pr	R	Coefficient appliqué à *fctm(t)* et donnant la contrainte admissible en traction à l'ELS quasi permanent en construction (hors mises en tension : utile uniquement pour les PRAD), spécifique aux zones d'about des poutres PRAD [0.70]

Commande :

```
BLOC CRITERES_BETON
    (EXPLOITATION CARACTERISTIQUE (COMPRESSION) COEFFICIENT kcc_cara)
    (EXPLOITATION PERMANENT (COMPRESSION) COEFFICIENT kcc_perm) # BP seulement
    (MISE_EN_TENSION TRACTION COEFFICIENT kct_mt COMPRESSION COEFFICIENT kcc_mt) # BP
    (MISE_EN_TENSION PRAD COMPRESSION COEFFICIENT kcc_mt_pr) )#PRAD
    (CONSTRUCTION TRACTION COEFFICIENT kct_cons COMPRESSION COEFFICIENT kcc_cons)#PRAD
    (ABOUT_PRAD MISE_EN_TENSION TRACTION COEFFICIENT kct_mt_about_pr)#PRAD
    (ABOUT_PRAD CONSTRUCTION TRACTION COEFFICIENT kct_cons_about_pr)#PRAD

FIN
```

11.10 - Critère de contrainte ELS BP additionnel CEREMA

Ce bloc est strictement réservé au CEREMA, il s'agit d'un critère ELS supplémentaire du CEREMA pour le béton précontraint sur le béton tendu à l'ELS caractéristique en exploitation.

Ce critère n'est jamais appliqué aux zones d'about des poutres PRAD.

Données en utilisation extra-réglementaire :

kct	R	Coefficient appliqué à *fctm* donnant les contraintes admissibles en traction [1.00]

Commande :

```
BLOC ELS_BP_CEREMA
    EXPLOITATION < CARACTERISTIQUE, FREQUENT, PERMANENT > COEFFICIENT kct
FIN
```

11.11 - Critères assouplis pour le calcul des aciers passifs en fibre supérieures en zone de moment négatif

Proche des zones d'abouts, en zone de moment négatif, avant juillet 2025, CHAMOA ne distinguait pas la zone d'enrobage du reste de la poutre BP : les critères de limitations de la fissuration sur la partie BP conduisent à dimensionner de grandes quantités d'aciers dans le hourdis en dehors de la zone d'about. Cela était dû à un sous travail des aciers passifs induit par les contraintes limites imposées à la poutre BP en zone supérieure.

A partir de juillet 2025, pour remédier à ce problème de conception, pour la justification, les poutres BP ont été découpées en 2 zones (la zone supérieure et la zone inférieure de la poutre BP), le découpage est fait au-dessus du centre de gravité et de la précontrainte la plus élevée + enrobage (sauf si l'on attend 2 fois l'enrobage de la fibre supérieure de la poutre BP, dans ce cas on ne conserve qu'une zone BP (voir §21.2 -)). Lorsque la zone supérieure est définie (on est hors zone d'enrobage de la précontrainte), on considère la zone supérieure de la poutre est fissurée lorsqu'elle est tendue (zone de 21.2 - moment négatif).

Ces critères s'appliquent uniquement dans la phase de dimensionnement et de verification des aciers passifs en justification fissurée (en zone de moment négatif).

11.12 - Critères d'ouverture de fissure ELS

L'ouverture maximale des fissures pour toutes les parties d'ouvrage et pour toutes les combinaisons d'actions à l'ELS fréquent est limitée par AN-EN 1992-2 §7.3.1.

Données :

```
Partie_oa     CHM   (TABLIER    < TOUT, EXTRADOS, INTRADOS >),
                    (TABLIER_BP < TOUT, EXTRADOS, INTRADOS >),
                    (POUTRE     < TOUT, EXTRADOS, INTRADOS >),
                    (POUTRE_BP  < TOUT, EXTRADOS, INTRADOS >),
                    (HOURDIS    < TOUT, EXTRADOS, INTRADOS >),
                    (HOURDIS_BP < TOUT, EXTRADOS, INTRADOS >),
                    (ENTRETOISES INTRADOS),
                    (PIEDROITS  < TOUT, TERRE, AIR >),
                    (RADIER     < TOUT, TERRE, AIR>),
                    (SEMELLES   < TOUT, COFFRAGES, SOL >),
                    (DALLES_TRANSITION), (PIEUX)
wk            R     Ouverture de fissure maximale aux ELS fréquents (mm)
                    (en pratique 0,3 mm BA ou 0,2 mm BP).
                    Pour les zones d'about des poutres PRAD  (mots clés POUTRE  sans suffixe
                    _BP) le CEREMA préconise 0,14 mm (pour toutes les classes d'exposition,
                    hormis XD et XS pour lesquelles se restreint à 0,10 mm )
```

Commande :

```
BLOC OUVERTURES_FISSURES
    Partie_oa(1) wk(1)
    …
    Partie_oa(n) wk(n)
FIN
```

De plus, conformément à l'EN1992-2 §113.3.2(104), toutes les parties d'ouvrage soumises à des limitations d'ouvertures de fissures en fréquent (définis par la règle précédente) sont également soumises à ces mêmes limitations à l'ELS quasi permanent en construction (en particulier à la mise en tension pour les ouvrages BP).

Pour les ouvrages de type PSIDP, il existe une valeur pour le calcul de flexion longitudinale (BP) et une autre pour le calcul de flexion transversale (BA).

De même, pour les ouvrages de type PRAD, deux valeurs ont été prévues pour les poutres et le hourdis : `POUTRE_BP` et `HOURDIS_BP` en zone courante, `POUTRE` et `HOURDIS` en zone d'about des poutres. La doctrine n'étant pas encore figée, il se peut qu'à terme, certaines deviennent inutiles (hourdis entièrement justifié en BA par exemple).

12 - Modification des valeurs par défaut

12.1 - Paramètres avancés

Données complémentaires en utilisation extra-réglementaire :

Ce bloc se présente sous une forme très simple avec une suite de mots-clés, valeurs, plusieurs couples mots-clés, valeurs étant acceptés sur la même ligne.

L'interface peut être présentée sous la forme qui paraîtra la plus appropriée : regroupement par groupes de valeurs homogènes ou autres. Seules les valeurs modifiées sont transcrites dans le fichier de données.

```
BLOC MODIFICATIONS_DEFAUT
    ALPHA_TS_1_CLASSE_1        Valeur  # [1.00]
    ALPHA_TS_N_CLASSE_1        Valeur  # [1.00]
    ALPHA_TS_1_CLASSE_2        Valeur  # [0.90]
    ALPHA_TS_N_CLASSE_2        Valeur  # [0.80]
    POIDS_ESSIEU_TS_VOIE_1     Valeur  # [300.]
    POIDS_ESSIEU_TS_VOIE_2     Valeur  # [200.]
    POIDS_ESSIEU_TS_VOIE_3     Valeur  # [100.]
    ALPHA_UDL_1_CLASSE_1       Valeur  # [1.00]
    ALPHA_UDL_N_CLASSE_1       Valeur  # [1.20]
    ALPHA_UDL_1_CLASSE_2       Valeur  # [0.70]
    ALPHA_UDL_N_CLASSE_2       Valeur  # [1.00]
    DENSITE_UDL_VOIE_1         Valeur  # [9.00]
    DENSITE_UDL_VOIE_2         Valeur  # [2.50]
    DENSITE_UDL_VOIE_3         Valeur  # [2.50]
    DENSITE_UDL_VOIE_N         Valeur  # [2.50]
    QCA                          Valeur  # [1.00]
    QCB                          Valeur  # [0.20]
    FCB                          Valeur  # [100.00]
    TS_PSI_1                   Valeur  # [0.75]
    UDL_PSI_1                  Valeur  # [0.40]
    TROTTOIR_LM1_PSI_1         Valeur  # [0.00]
    TROTTOIR_LM1_PSI_0         Valeur  # [0.40]
    TS_MINORANT_DYN_REMBLAI    Valeur  # [0.70]
    UDL_MINORANT_DYN_REMBLAI   Valeur  # [0.70]
    LM2_MINORANT_DYN_REMBLAI   Valeur  # [0.70]
    LM2_BETA_CLASSE_1          Valeur  # [0.80]
    LM2_BETA_CLASSE_2          Valeur  # [0.80]
    LM2_PSI_1                  Valeur  # [0.75]
    VS_MAJORATION              Valeur  # [1.10]
    VS_TYPE_PSI_1              Valeur  # [0.85]
    VS_NON_TYPE_PSI_1          Valeur  # [1.00]
    VS_CORRELE                 <1, 0>  # [1] 1 : oui, 0 : non (VS sur Voie 1 et 2)
    TROTTOIR_EC_PSI_1          Valeur  # [0.40]
    LM4_PSI_1                  Valeur  # [0.00]
    EC_PASSERELLE_PSI_0        Valeur  # [0.40]
    EC_PASSERELLE_PSI_1        Valeur  # [0.40]
    EC_PASSERELLE_LOCAL_LM4    <1, 0>  # [1] 1 : oui, 0 : non
    ENGIN_SERVICE_PSI_1        Valeur  # [0.00]
    CHANTIER_MINORANT_DYN_R    Valeur  # [2/3]
    CHANTIER_PSI_1             Valeur  # [1.00]
```

```
MILITAIRE_PSI_1            Valeur  # [0.00]

CIVIL_FR_CLASSE_1_PSI_1    Valeur  # [0.60]
CIVIL_FR_CLASSE_2_PSI_1    Valeur  # [0.40]
CIVIL_FR_CLASSE_3_PSI_1    Valeur  # [0.20]

CIVIL_FR_60_PSI_1          Valeur  # [0.60]

TROTTOIR_FR_PSI_1          Valeur  # [0.60]
PASSERELLE_FR_PSI_1        Valeur  # [0.60]

AL_B_FR_KG_ELS             Valeur  # [1.20]
AL_B_FR_60_KG_ELS          Valeur  # [1.00]
PIETONS_FR_KG_ELS          Valeur  # [1.00]
PIETONS_FR_60_KG_ELS       Valeur  # [1.00]

AL_B_FR_KG_ELU             Valeur  # [1.07]
AL_B_FR_60_KG_ELU          Valeur  # [1.00]
PIETONS_FR_KG_ELU          Valeur  # [1.07]
PIETONS_FR_60_KG_ELU       Valeur  # [1.00]

GAMMA_G                    Valeur  # [1.35]
GAMMA_Q                    Valeur  # [1.35]
GAMMA_Q_REMBLAI            Valeur  # [1.35]
GAMMA_Q_FR_NP              Valeur  # [1.50]

TASSEMENT_P_RHO_0          Valeur  # [1.00]
TASSEMENT_P_RHO_1          Valeur  # [1.00]
TASSEMENT_P_RHO_2          Valeur  # [1.00]

TASSEMENT_P_GAMMA          Valeur  # [1.20]
TASSEMENT_P_DZETA          Valeur  # [0.00]

TASSEMENT_A_RHO_0          Valeur  # [1.00]
TASSEMENT_A_RHO_1          Valeur  # [0.00]
TASSEMENT_A_RHO_2          Valeur  # [0.00]

TASSEMENT_A_GAMMA          Valeur  # [0.00]
TASSEMENT_A_DZETA          Valeur  # [0.00]

THERMIQUE_OMEGA_N          Valeur  # [0.35]
THERMIQUE_OMEGA_M          Valeur  # [0.75]

THERMIQUE_PSI_0            Valeur  # [0.60]
THERMIQUE_PSI_1            Valeur  # [0.60]
THERMIQUE_PSI_2            Valeur  # [0.50]

THERMIQUE_GAMMA_Q          Valeur  # [1.50]
THERMIQUE_DZETA            Valeur  # [0.00]
LAMBDA_THERMIQUE           Valeur  # [0.50]

ALPHA_DALLES_TRANS         Valeur  # [0.80]

FLEXION_COMPOSEE           <1, 0>  # [1] 1 : oui, 0 : non

ACIERS_COMPRIMES           <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non

ACIERS_COMPRIMES_PIEUX     <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non

PREC_AUTO_GARDER_MAX_ITER <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non
PREC_AUTO_TRACE_MOUCHARD  <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non
PREC_AUTO_NBRE_CABLES_MIN Valeur  # [0]
PREC_SURETE_TRACTION_KPA  Valeur  # [0.00]

PPE_COEFF_AIRE_CISAILLE   Valeur  # [1.20]

M7_GARDER_TOUT            <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non
M7_DIVIS_DEMI_NERVURE     Valeur  # [20]
M7_DIVIS_DEMI_NERVURE_TMP Valeur  # [10]
M7_NB_BARRES_TR_CHEV      Valeur  # [4]
M7_NB_BARRES_TR_CHEV_TMP  Valeur  # [2]

EDITER_FICHIER_GUYON      <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non
```

```
    EDITER_MESSAGES_CONSOLE    <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non

    PR_GARDER_TOUT                    <1, 0>  # [1] 1 : oui, 0 : non
    PR_INCLURE_GRAPHES_HTML           <1, 0>  # [1] 1 : oui, 0 : non
    PR_EDITER_FICHIER_SECTION         <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non
    PR_EDITER_FICHIER_SECTION_PHASE   <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non
    PR_EDITER_TRACAGE_ERR_OPTIM       <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non
    PR_EDITER_FICHIER_DEROUL          <1, 0>  # [1] 1 : oui, 0 : non
    PR_EDITER_PR2_NDC_EFFORT          <1, 0>  # [1] 1 : oui, 0 : non
    PR_EDITER_PR2_NDC_REAC            <1, 0>  # [1] 1 : oui, 0 : non
    PR_EDITER_PR4_NDC_SECTION         <1, 0>  # [1] 1 : oui, 0 : non
    PR_EDITER_PR4_NDC_SIGMA           <1, 0>  # [1] 1 : oui, 0 : non
    PR_EDITER_PR4_SIGMA_TOUT          <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non
    PR_EDITER_PR4_NDC_ACIER           <1, 0>  # [1] 1 : oui, 0 : non
    PR_M2_NON_RECALCUL                <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non
    PR_CALCUL_PR2_ONLY_FILE           Valeur  # [0] 0 : toutes, 1 : C, 2 : RG, 3 : RD
    PR_CALCUL_PR2_ONLY_PIV_MN         <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non
    PR_CALCUL_PR2_NON_RAFINE          <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non
    PR_PR4_NON_CALCUL                 <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non
    PR_CALCUL_PR4_ONLY_FILE           Valeur  # [0] 0 : toutes, 1 : C, 2 : RG, 3 : RD
    PR_CALCUL_PR4_ONLY_FILE           Valeur  # [0] 0 : toutes, 1 : C, 2 : RG, 3 : RD
    PR_CALCUL_PR4_ONLY_SIGMA          <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non
    PR_CALCUL_PR4_ONLY_X_REF          Valeur  # [0] 0 : toutes, i>=1: section numero i

    PR_KCT_QP_FISSURE          Valeur  # [0.50]
    PR_KCT_FREQ_FISSURE        Valeur  # [0.50]
    PR_KCT_CARA_FISSURE        Valeur  # [3.00]
    PR_LG_JUSTIF_ABOUT_BA      Valeur  # [-1.00]  <0 : ignore, >=0 : longueur imposee

    PR_PR4T_NON_CALCUL         <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non
    PR_CALCUL_PR4T_ONLY_TRAV   Valeur  # [0] 0 : toutes, 1 : C, 2 : RG, 3 : RD
    PR_CALCUL_PR4T_ONLY_SIGMA  <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non
    PR_CALCUL_PR4T_ONLY_Y_SEC  Valeur  # [0] 0 : toutes, i >= 1 : section numero i

    PR_PR5_NON_CALCUL          <1, 0>  # [0] 1 : oui, 0 : non
    PR_CALCUL_PR5_ONLY_FILE    Valeur  # [0] 0 : toutes, 1 : C, 2 : RG, 3 : RD
    PR_CALCUL_PR5_ONLY_X_REF   Valeur  # [0] 0 : toutes, i >= 1 : section numero i

    PR_PR5_C_RUGOSITE          Valeur  # [0.45] [§6.2.5 EC2-1-1]
    PR_PR5_MU_RUGOSITE         Valeur  # [0.70] [§6.2.5 EC2-1-1]

    PPE_CAT_DETAIL_PERCAGE            Valeur  # [80] MPa
    PPE_CAT_DETAIL_RABOUTAGE          Valeur  # [90] MPa
    PPE_FAT_FACT_EPAISSEUR            Valeur  # [1]  1 : oui, 0 : non
    PPE_CAT_DETAIL_ACIER_PASSIF       Valeur  # [162.5] MPa

    MODULE_KM                         Valeur  # [1.00] Coeff Module young Beton(hors DDT)

FIN
```

12.2 - Description des paramètres avancés pour PRAD

Pour les calculs de type PRAD ou PRAD_TDC, certains paramètres peuvent être modifiés par le gestionnaire CEREMA.

– `PR_GARDER_TOUTPR_GARDER_FIC_INTERM_TOUS` : Garder les fichiers intermediaires de PR2 et PR4

– `PR_INCLURE_GRAPHES_HTML` : Inclure les graphiques SVG dans la NDC PR2 HTML

– `PR_EDITER_TRACAGE_ERR_OPTIM` : Editer le fichier de traçage des erreurs ERR_ECHEC_OPTIM du module section SC2 (optimisation des aciers)

– `PR_EDITER_FICHIER_SECTION` : Editer les fichiers de commande SC2 (.log) de chaque section

– PR_EDITER_FICHIER_SECTION_PHASE : Editer les fichiers de commande SC2 (.log) de chaque section pour chaque phase et chaque type d'étude

– PR_EDITER_FICHIER_DEROUL : Editer les fichiers de deroulement PR2 et PR4

– PR_EDITER_PR2_NDC_EFFORT : Editer les NDC Effort PR2 de chaque file

– PR_EDITER_PR2_NDC_REAC : Editer la NDC Reactions Fleches PR2

– PR_EDITER_PR4_NDC_SECTION : Editer les NDC PR4 de chaque section

– PR_EDITER_PR4_NDC_SIGMA : Editer les NDC Sigma PR4 de chaque file

– PR_EDITER_PR4_SIGMA_TOUT : Editer les contraintes limites et les dépassements de contraintes. Ces éditions alourdissent le volume des notes mais facilitent la visualisation des dépassements de contrainte lors du dimensionnement de la précontrainte. Les notes impactées sont aussi bien les NDC PR4 de chaque section que les NDC Sigma PR4 de chaque file.

– PR_EDITER_PR4_NDC_ACIER : Editer les NDC Acier PR4 de chaque file

– PR_M2_NON_RECALCUL : M2 non exécuté (ok si seuls PREC_POUTRES et FAMILLE_TORONS modi-fies). Si la géométrie ou autres données ont été modifiées, ce paramètre avancé ne doit pas être utilisé.

– PR_CALCUL_PR2_ONLY_FILE : Calculs PR2 exécutés uniquement pour la file spécifiée

– PR_CALCUL_PR2_ONLY_PIV_MN : Calculs PR2 exécutés uniquement pour les pivots M et N

– PR_CALCUL_PR2_NON_RAFINE : Calculs PR2 avec maillage grossier du modele ST1 poutre-échelle

– PR_PR4_NON_CALCUL : PR4 non exécuté

– PR_CALCUL_PR4_ONLY_FILE : Calculs PR4 exécutés uniquement pour la file spécifiée

– PR_CALCUL_PR4_ONLY_SIGMA : Calculs PR4 exécutés uniquement pour obtention des contrain-tes non fissurées

– PR_CALCUL_PR4_ONLY_X_REF : Calculs PR4 exécutés uniquement pour la section de numéro spécifié

– KCT_QP_FISSURE : Assouplissement contrainte limite poutre PRAD ELS Quasi-permanent

– KCT_FREQ_FISSURE : Assouplissement contrainte limite poutre PRAD ELS Fréquent

– KCT_CARA_FISSURE : Assouplissement contrainte limite poutre PRAD ELS Caractéristique

– PR_LG_JUSTIF_ABOUT_BA : Longueur de justification spécifique abouts de poutres. Si la valeur est négative, elle est ignorée. Si elle est positive, elle remplace la valeur calculée par le pro-gramme qui vaut Min(Lcs, Hpoutre).

– PR_PR4T_NON_CALCUL : PR4T non exécuté

– PR_CALCUL_PR4T_ONLY_TRAV : Calculs PR4T exécutés uniquement pour la travée spécifiée

– PR_CALCUL_PR4T_ONLY_SIGMA : Calculs PR4T exécutés uniquement pour obtention des contraintes non fissurées

– PR_CALCUL_PR4T_ONLY_Y_SEC : Calculs PR4T exécutés uniquement pour la section de numéro spécifié

– PR_PR5_NON_CALCUL : PR5 non exécuté

– PR_CALCUL_PR5_ONLY_FILE : Calculs PR5 exécutés uniquement pour la file spécifiée

– PR_CALCUL_PR5_ONLY_X_REF : Calculs PR5 exécutés uniquement pour la section de numéro spécifié

Chapitre 4 – Note de calculs commentée

Le présent chapitre illustre, sur la base d'exemples, les résultats produits par la chaîne Chamoa.

Les jeux de données composant les exemples d'application sont décrits dans un premier temps. Il y est fait référence au chapitre précédent « Description des données nécessaires au calcul d'un ouvrage de type PRAD », présentant de façon exhaustive l'ensemble des données et options de Chamoa . Pour un type d'ouvrage, plusieurs jeux de données sont nécessaires pour permettre d'illustrer convenablement les possibilités de Chamoa.

Les principes de la note de calcul commentée sont précisés en préambule de la note de calcul commentée proprement dite.

Les fichiers auxiliaires (fichiers de données intermédiaires, fichiers de commande ST1, notes de calculs détaillées) sont également succinctement décrits. Il y est fait référence au chapitre « Application des Eurocodes à la justification des ouvrages » détaillant les méthodes de calculs utilisées par Chamoa ainsi qu'aux annexes méthodologiques.

13 - Description de 3 exemples d'application : ouvrages de type PRAD et PRAD TDC

La description des ouvrages destinés à illustrer les sorties (ou notes de calculs) de Chamoa se basent sur le rappel des données et sont donc fournies dans l'ordre du rappel de données.

Pour illustrer les différentes options possibles, trois exemples de PRAD sont utilisés.

Chacun des trois ouvrages possède les caractéristiques communes suivantes :

- ne dispose pas de dalle de transition
- vérifie un tracé de précontrainte utilisateur

13.1 - Un PRAD classique à 3 travées (ouvrage n°1)

- PRAD_T010_0
- comprend un profil définitif
- possède des poutres rectangulaires
- supporte des charges du fascicule 61 titre II

13.2 - Un PRAD TDC à 3 travées (ouvrage n°2)

- PRAD_T023_0
- comprend un profil définitif
- possède des poutres courantes en T inversé et des poutres de rive spécifiques
- supporte des charges Eurocodes

13.3 - Un PRAD classique portique à 1 travée (ouvrage n°3)

- PRAD_T024_0
- comprend un profil provisoire et un profil définitif
- possède des poutres en I
- supporte des charges du fascicule 61 titre II
- le tablier est encastré sur les appuis (ouvrage portique ou intégral)

13.4 - Description des jeux de données

13.4.1 - Choix du type de programme

Deux programmes distincts ont été prévus dans Chamoa-P pour traiter des ouvrages de type PRAD :

- Le programme « PRAD » pour le calcul des PRAD dits « classiques »
- Le programme « PRAD_TDC » pour le calcul des PRAD de type « Tablier Dalle Composite »

Le choix entre ces 2 programmes est effectué dès le début de la saisie, comme vu dans les captures ci-dessous.

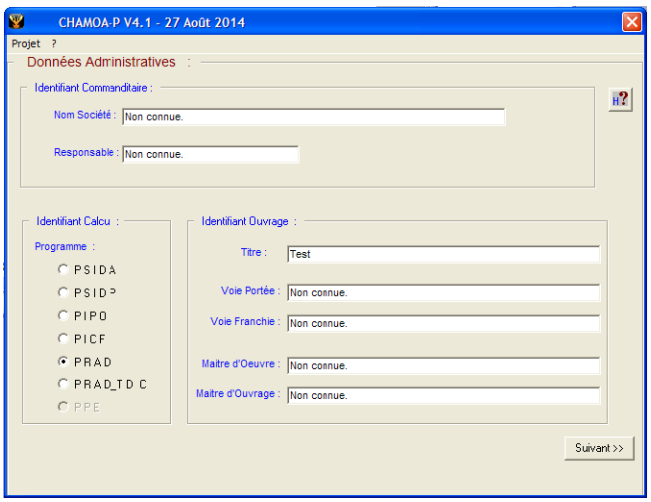


Figure 27 – Choix du type de programme (ouvrage n°1, n°3)

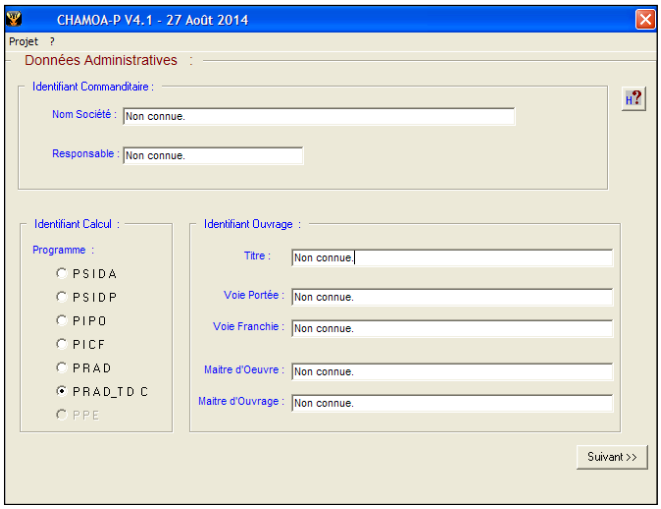


Figure 28 – Choix du type de programme (ouvrage n°2)

13.4.2 - Géométrie

Profil transversal du tablier

Un seul profil en travers est défini sur l'ouvrage n°1 :

Le profil définitif comporte une chaussée de 5,50 m bordée de trottoirs de 2,06 et 1,06 m.
Les épaisseurs de diffusion de la chaussée et des trottoirs sont prises ici égales à zéro, ce qui est sécuritaire.

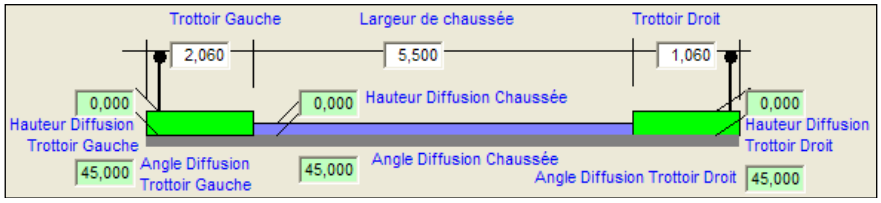


Figure 29 – Profil définitif (ouvrage n°1)

Un seul profil en travers est défini sur l'ouvrage n°2 :

Le profil définitif comporte une chaussée de 7,26 m bordée de trottoirs de 1,80 m.
Les épaisseurs de diffusion de la chaussée et des trottoirs sont prises ici égales à zéro, ce qui est sécuritaire.

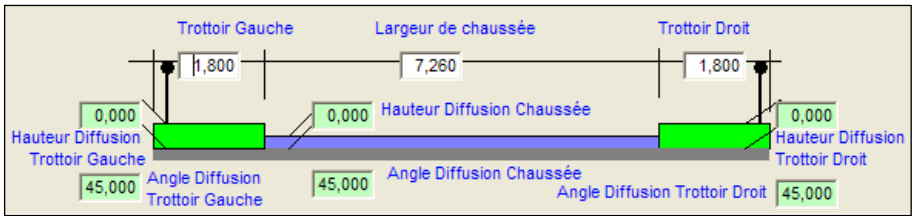


Figure 30 – Profil définitif (ouvrage n°2)

Deux profils en travers sont définis pour l'ouvrage n°3.

Le profil définitif comporte une chaussée de 7,00 m bordée de trottoirs de 1,90 m.
Les épaisseurs de diffusion de la chaussée et des trottoirs sont prises ici égales à zéro, ce qui est sécuritaire.

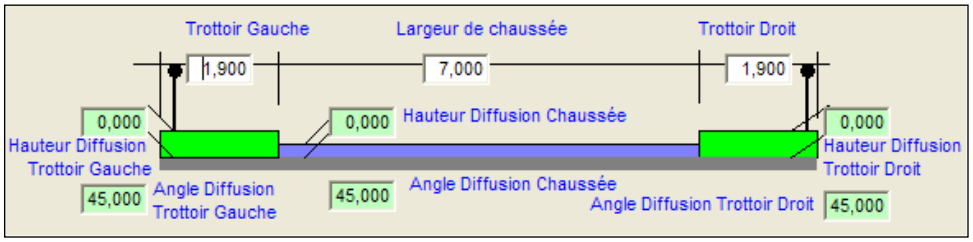


Figure 31 – Profil définitif (ouvrage n°3)

Le profil définitif comporte une chaussée de 74,40 m bordée de trottoirs de 3,20 m.
Les épaisseurs de diffusion de la chaussée et des trottoirs sont prises ici égales à zéro, ce qui est sécuritaire.

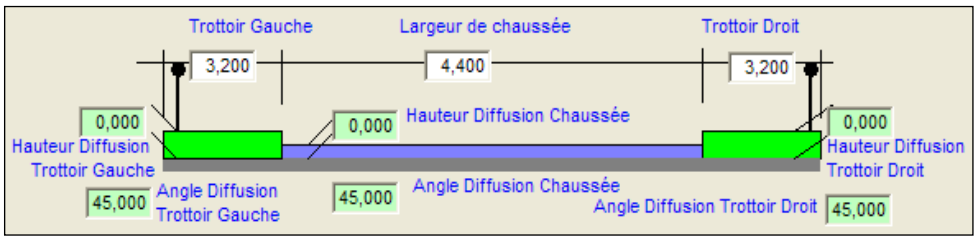


Figure 32 – Profil provisoire (ouvrage n°3)

Pour tous les cas, la description est complétée par la définition des angles de diffusion des charges à travers la chaussée et les trottoirs. Les valeurs par défaut de 45° sont retenues.

Remarque 1 : La somme des largeurs droites de ces paramètres correspond à la largeur droite de la dalle. Il est donc important de veiller à la validité de ces données.

Remarque 2 : Les épaisseurs définies ici sont des épaisseurs de diffusion destinées à étaler les charges. Il est souhaitable de minimiser ces valeurs afin d'obtenir un effet défavorable des actions variables. La prise en compte du poids propre de ces éléments est définie dans le chapitre sur les superstructures, où il est possible de prendre en compte des valeurs caractéristiques minimale et maximale.

Ces caractéristiques sont à définir dans plusieurs séries de données (coupe longitudinale, coupe transversale).

Biais

Le biais de l'ouvrage est caractérisé par l'angle (en grades) compris entre les bords libres et la direction des piédroits. Les ouvrage n°1 et n°3 présentent un biais de 100 grades. L'ouvrage n°2 possède un biais de 70 grades.

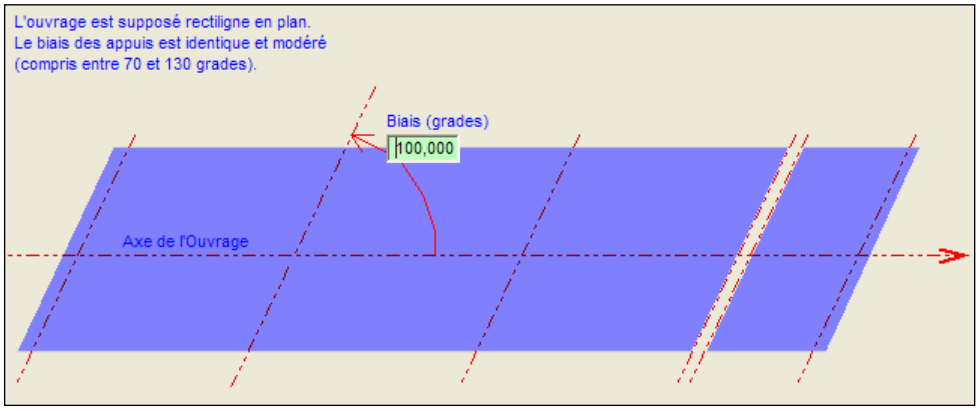


Figure 33 – Biais (ouvrage n°1, n°3)

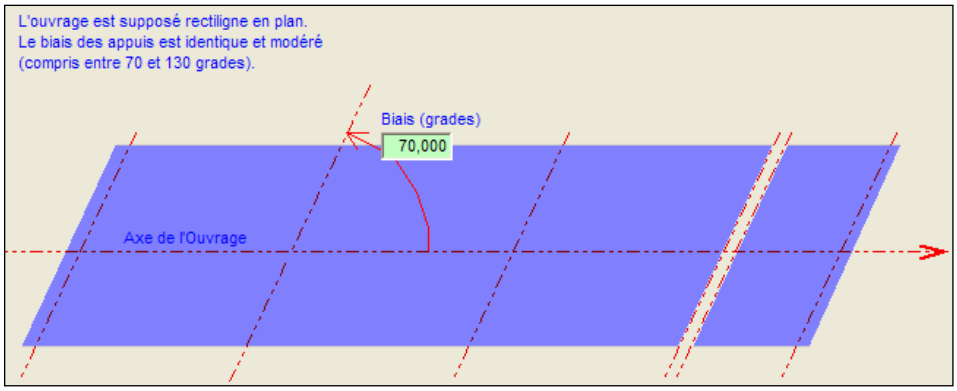


Figure 34 – Biais (ouvrage n°2)

Coupe longitudinale générale

La coupe longitudinale biaise (parallèle aux bords libres) de chaque ouvrage est définie comme suit.

L'ouvrage n°1 possède 3 travées de longueurs 110,0 m, 20,00 m et 11,00 m. Son épaisseur totale est de 0,89 m.

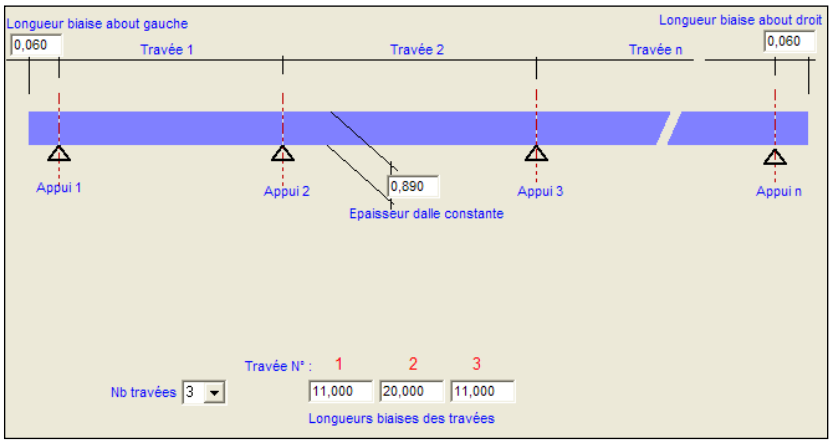


Figure 35 – Coupe longitudinale (ouvrage n°1)

L'ouvrage n°2 possède 3 travées de longueurs 18,00 m, 25,01 m et 18,00 m. Son épaisseur totale est de 0,84 m.

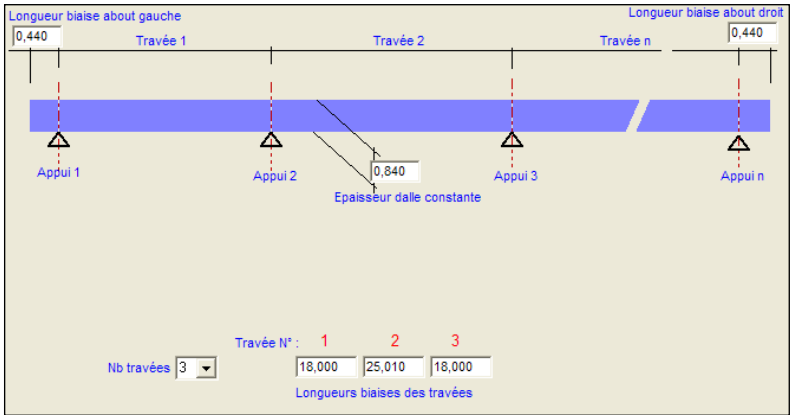


Figure 36 – Coupe longitudinale (ouvrage n°2)

L'ouvrage n°3 possède une seule travée de 22,0 m. Son épaisseur totale est de 1,22 m.

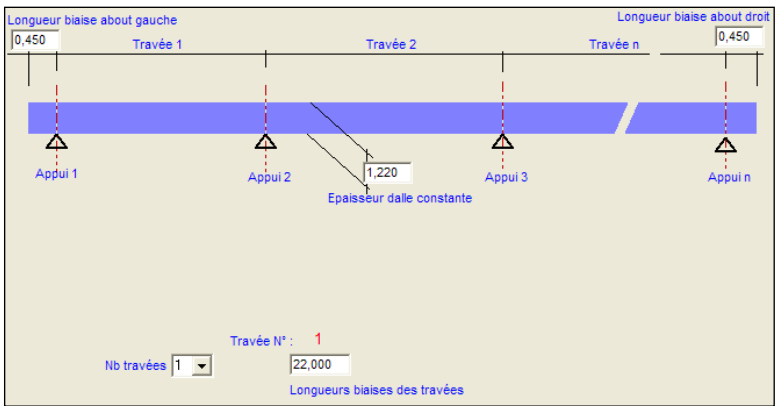


Figure 37 – Coupe longitudinale (ouvrage n°3)

Bombement

Aucun des 3 ouvrages étudiés ne comporte de bombement. Cependant un bombement pourrait être défini, comme vu sur la figure ci-dessous.

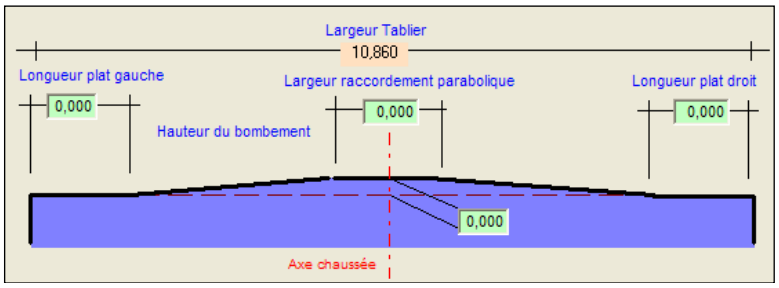


Figure 38 – Bombement

Répartition des poutres

Pour les ouvrages n°1 et n°3 la répartition des poutres est la suivante :

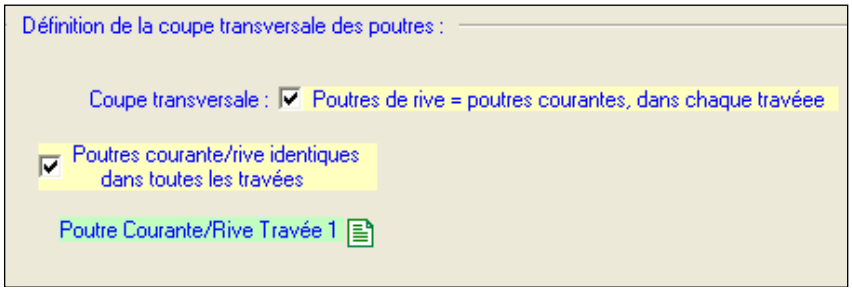


Figure 39 – Répartition des poutres (ouvrage n°1 et n°3)

Pour l'ouvrage n°2 la répartition des poutres est entièrement prédéfinie. En effet, pour les PRAD TDC, les poutres (courantes ou de rives) sont nécessairement identiques dans toutes les travées.

Géométrie des poutres

De nombreuses géométries de poutres sont envisageables.

L'ouvrage n°1 est constitué de poutres rectangulaires de hauteur 0,65 m et de largeur 0,35 m.

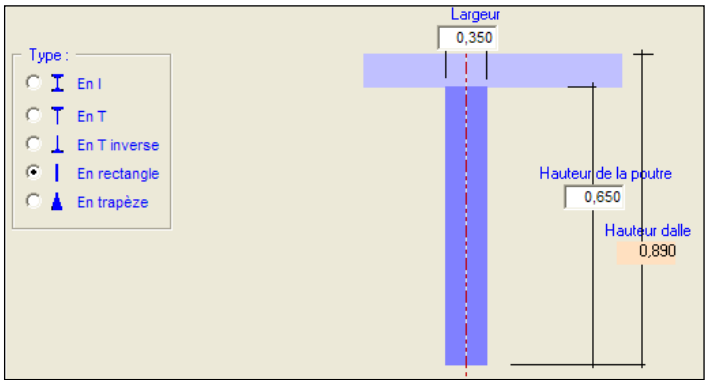


Figure 40 – Géométrie des poutres (ouvrage n°1)

L'ouvrage n°2 est constitué de poutres courantes en T inversé de hauteur 0,74 m, de largeur d'âme 0,38 m et comprenant une semelle de hauteur 0,20 m et de largeur 0,78 m. Les poutres de rive spécifiques sont présentées sur la figure suivante.

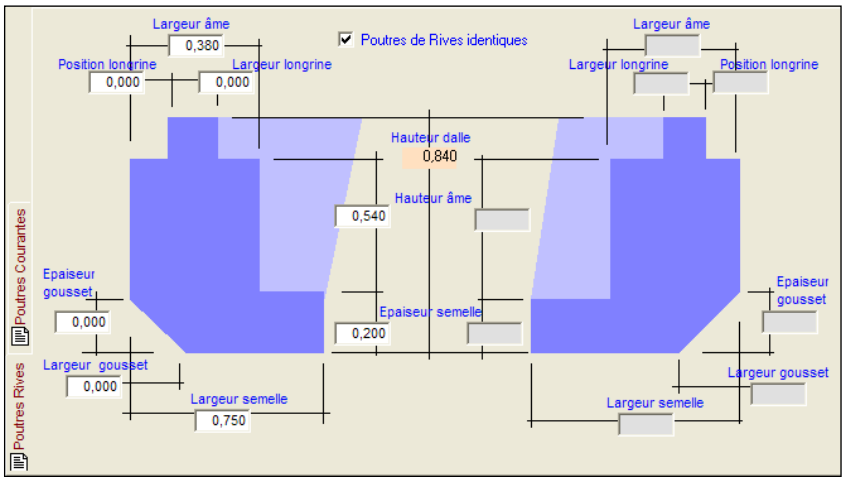


Figure 41 – Géométrie des poutres de rive (ouvrage n°2)

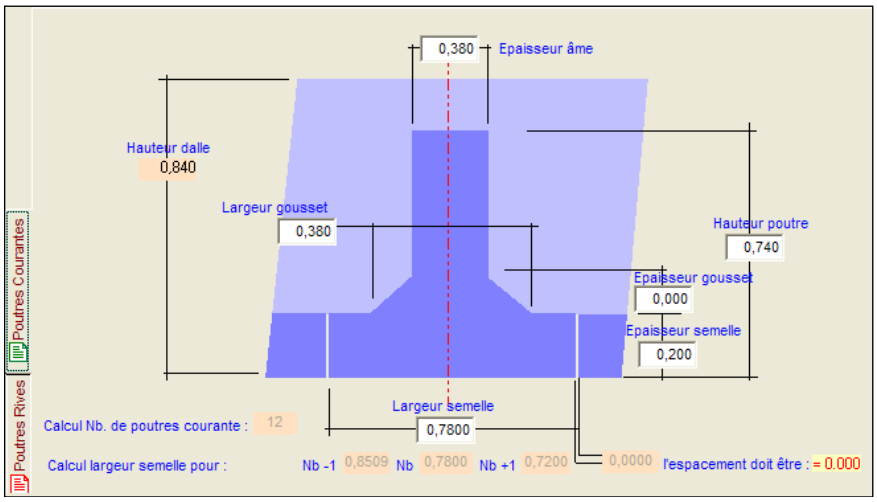


Figure 42 – Géométrie des poutres centrales (ouvrage n°2)

L'ouvrage n°3 est constitué de poutres en I dont les dimensions sont spécifiées sur la figure ci-après.

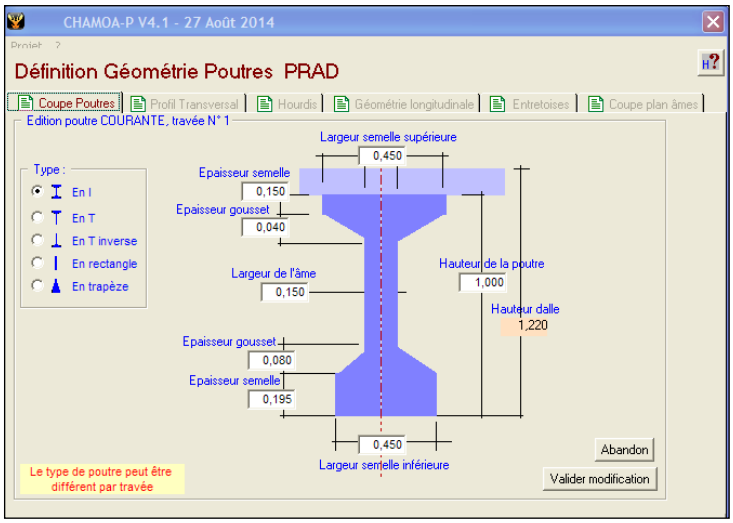


Figure 43 – Géométrie des poutres (ouvrage n°3)

Coupe transversale

La géométrie transversale de l'ouvrage est définie par une coupe transversale droite (perpendiculaire aux bords libres).

La répartition des poutres de l'ouvrage n° 1 est la suivante.

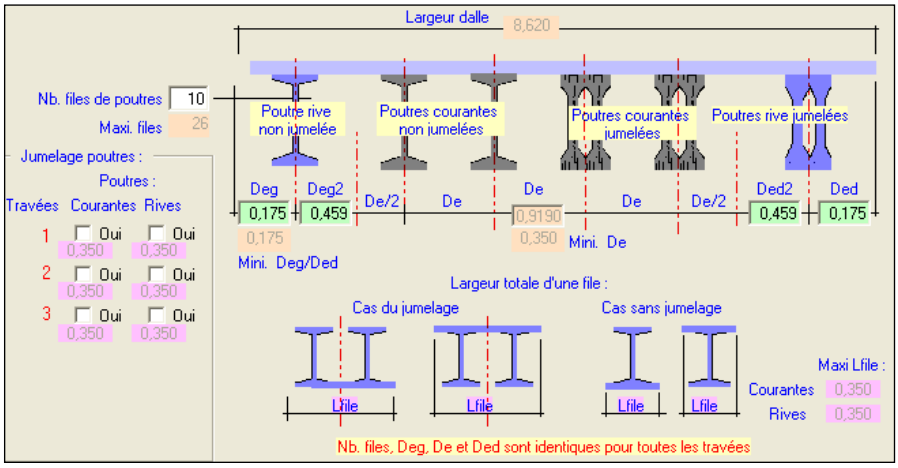


Figure 44 – Coupe transversale (ouvrage n°1)

La répartition des poutres de l'ouvrage n° 2 est la suivante.

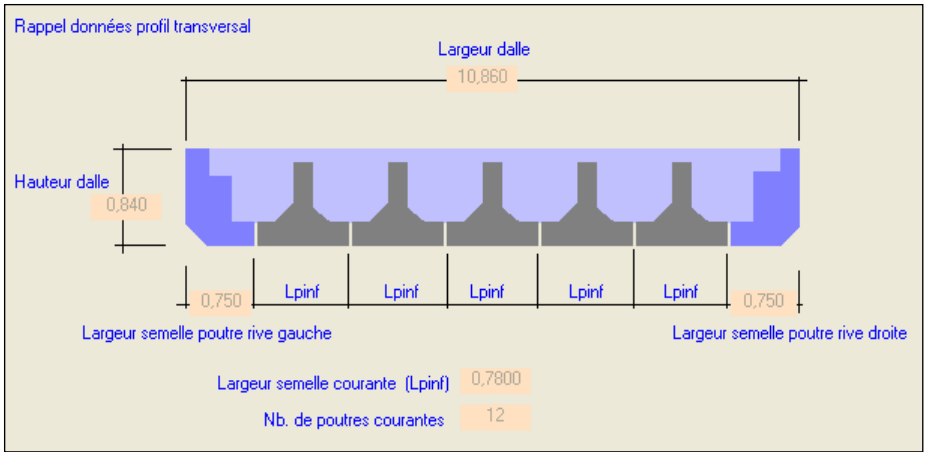


Figure 45 – Coupe transversale (ouvrage n°2)

La répartition des poutres de l'ouvrage n° 3 est la suivante.

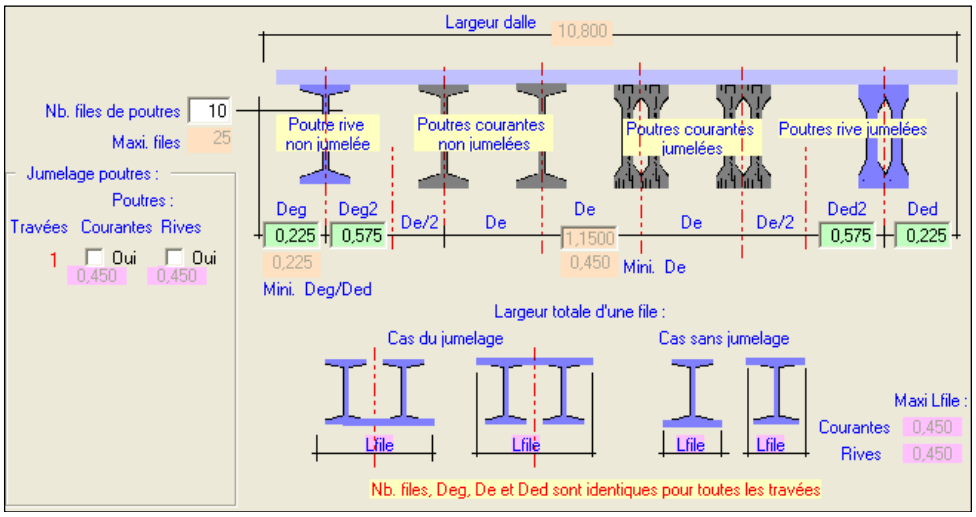


Figure 46 – Coupe transversale (ouvrage n°3)

Hourdis

Les épaisseurs de hourdis en tenant compte éventuellement des épaisseurs de coffrage sont données ci-dessous.

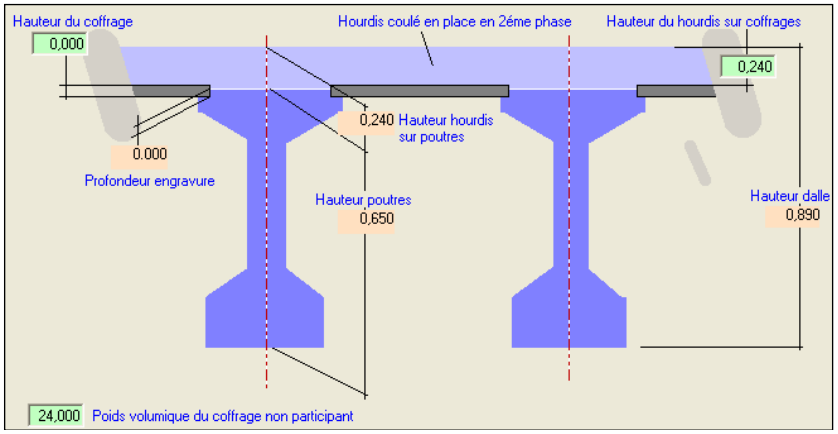


Figure 47 – Dimensions du hourdis (ouvrage n°1)

Dans le cas de PRAD_TDC pas de définition :
- de la hauteur du hourdis,
- de la hauteur du coffrage.

Figure 48 – Dimensions du hourdis (ouvrage n°2)

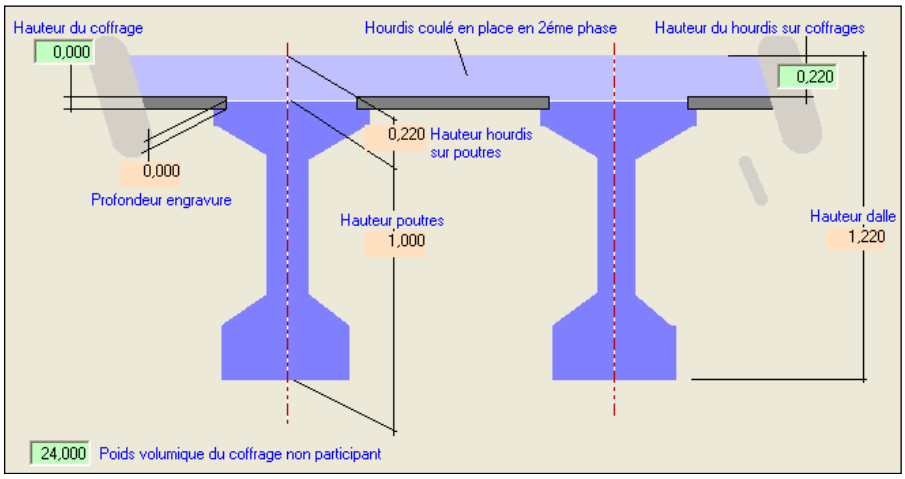


Figure 49 – Dimensions du hourdis (ouvrage n°3)

Géométrie longitudinale : poutres et appuis provisoires

Deux configurations sont envisageables sur les culées : appuis définitifs sous entretoise ou appuis définitifs sous poutre (chaînage).

Dans le cas de l'ouvrage n°1

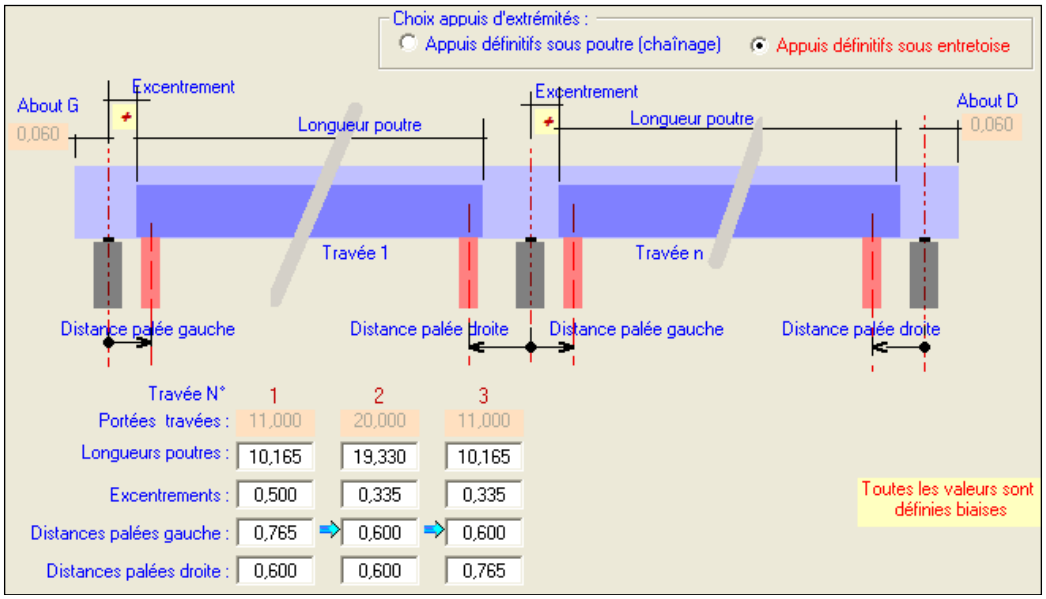


Figure 50 – Géométrie longitudinale (ouvrage n°1)

Dans le cas de l'ouvrage n°2

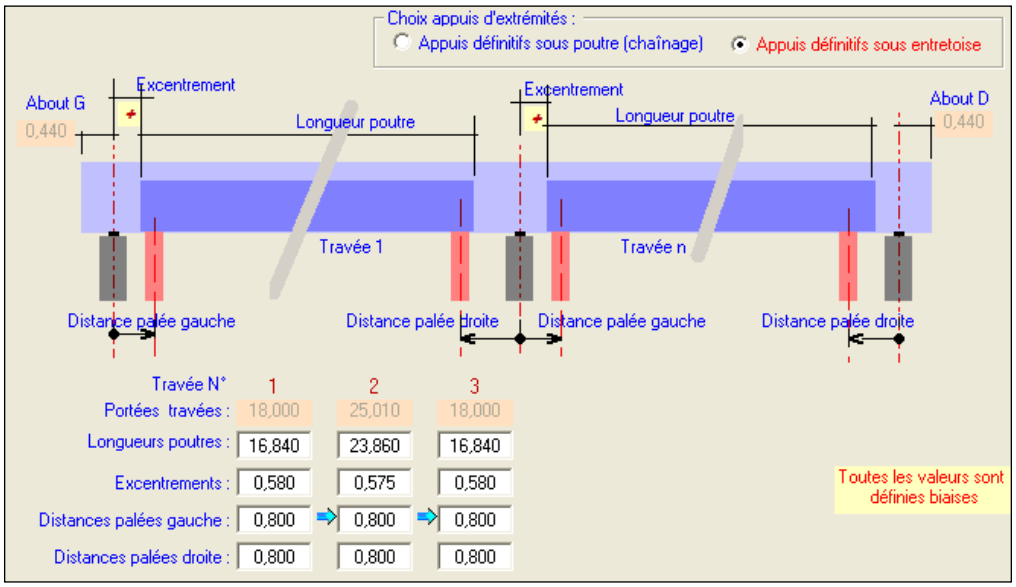


Figure 51 – Géométrie longitudinale (ouvrage n°2)

Dans le cas de l'ouvrage n°3

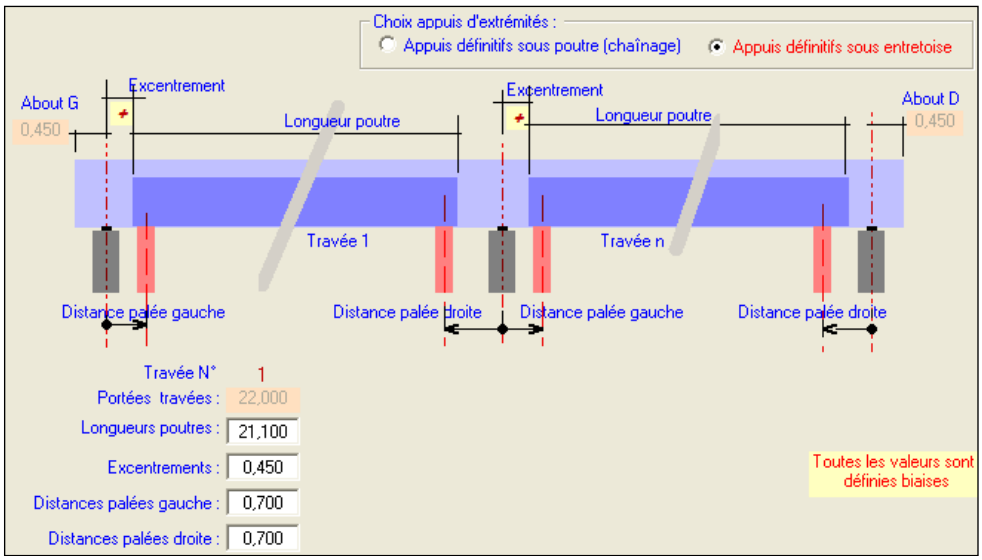


Figure 52 – Géométrie longitudinale (ouvrage n°3)

Entretoises

Les dimensions des entretoises sont les suivantes. L'engagement des poutres dans les entretoises doit être nécessairement positif ou nul.

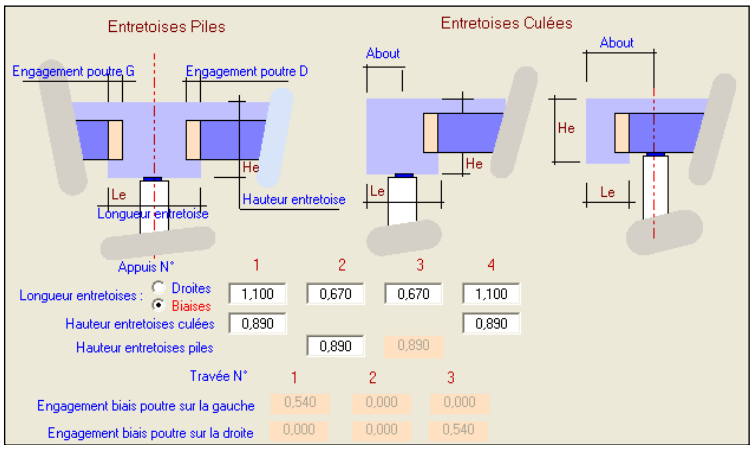


Figure 53 – Entretoises (ouvrage n°1)

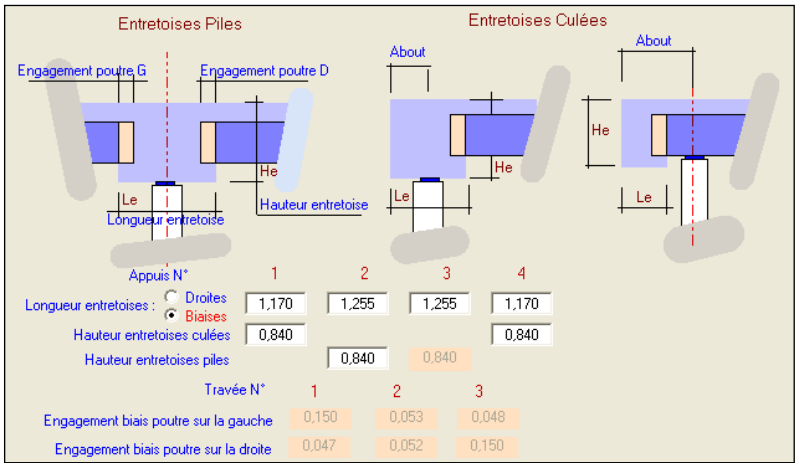


Figure 54 – Entretoises (ouvrage n°2)

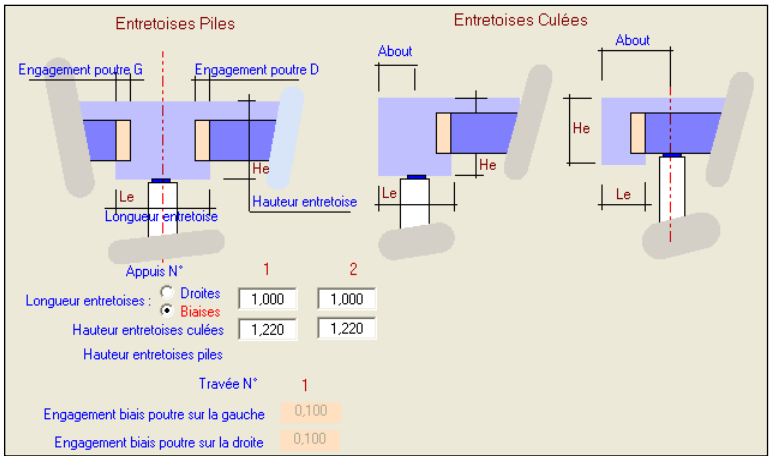


Figure 55 – Entretoises (ouvrage n°3)

Coupe en plan des âmes

Seuls les ouvrages avec des poutres en I ou en T de type PRAD classique peuvent comporter des épaississements d'âme à proximité des appuis. Toutefois, dans les exemples présentés ici, aucun épaississement n'est prévu. On donne tout de même un aperçu du panneau de saisie des données correspondant pour chacun des 3 ouvrages. Lorsqu'aucun épaississement n'est possible, la saisie est empêchée par l'affichage de case grisées contenant l'indication « Sans objet ».

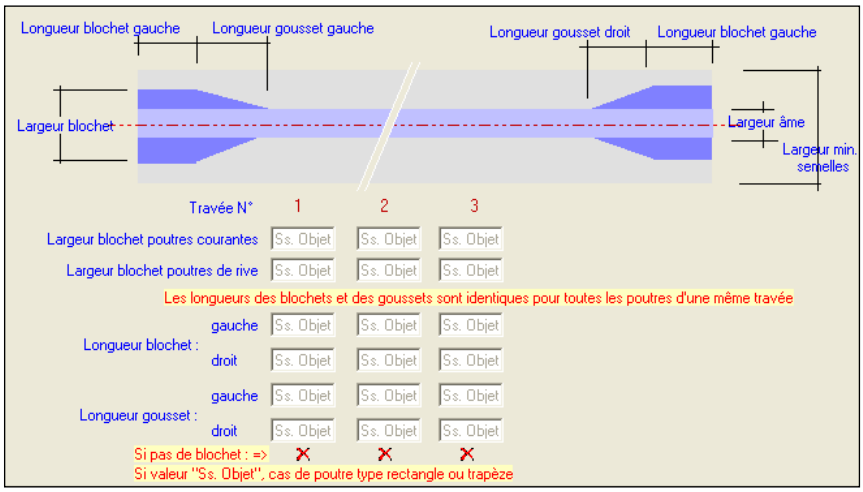


Figure 56 – Épaississement des âmes (ouvrage n°1)

Figure 57 – Épaississement des âmes (ouvrage n°2)

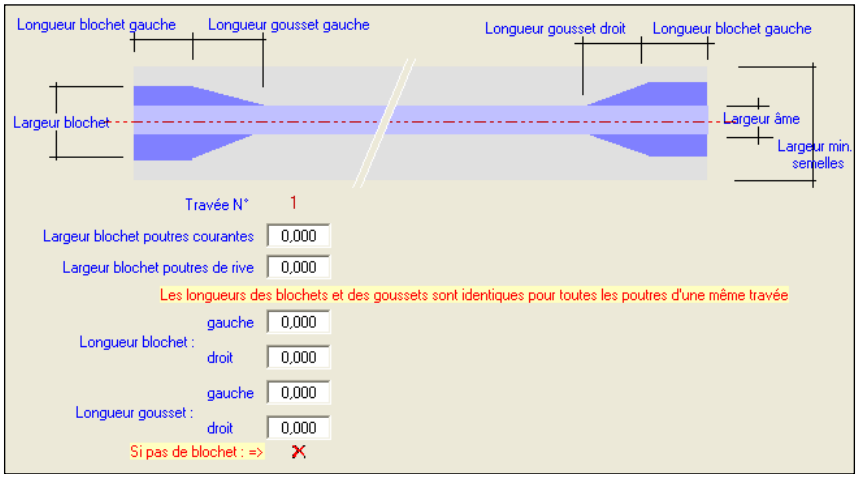


Figure 58 – Épaississement des âmes (ouvrage n°3)

Appuis simples ou encastrés

Il est possible de réaliser un encastrement du tablier sur certains appuis. Ici, seul l'ouvrage n°3 utilise cette fonctionnalité.

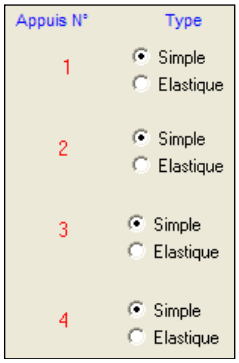


Figure 59 – Appuis simples ou encastrés (ouvrage n°1, n°2)

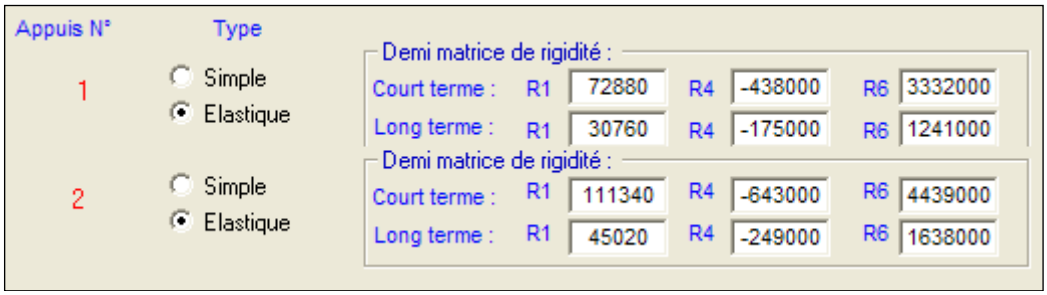


Figure 60 – Appuis simples ou encastrés (ouvrage n°3)

Coefficients de transmission sur appuis

Par défaut, en l'abscence du bloc de données correspondant, les coefficient de transmission sur appuis sont pris égaux à 1,0 (continuité parfaite), sans calcul en fourchette. Il est touefois possible de réaliser un calcul en continuité réduite avec des coefficients inférieurs à 1,0, ou encore un calcul en fourchette qui se traduit par un double-calcul (continuité réduite et continuité parfaite). Cette option n'est pas utilisée dans les exemples présentés.

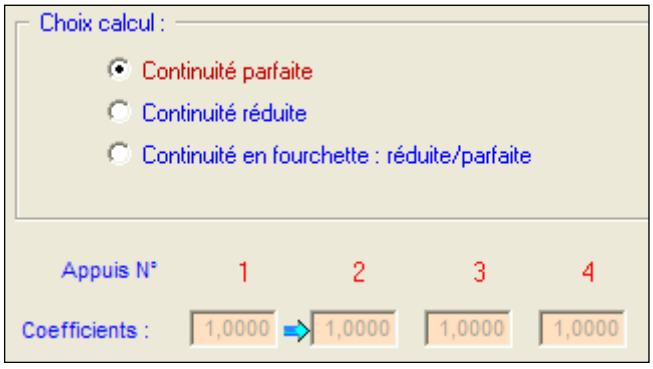


Figure 61 – Continuité sur appuis (ouvrage n°1, n°3)

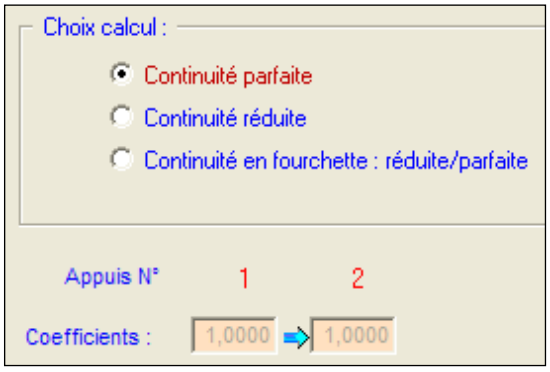


Figure 62 – Continuité sur appuis (ouvrage n°3)

13.4.3 - Dalles de transition

Il est possible de décrire des dalles de transition qui sont alors calculées par Chamoa. Se reporter aux ponts cadres ou portiques. Ici, aucune dalle de transition n'a été définie.

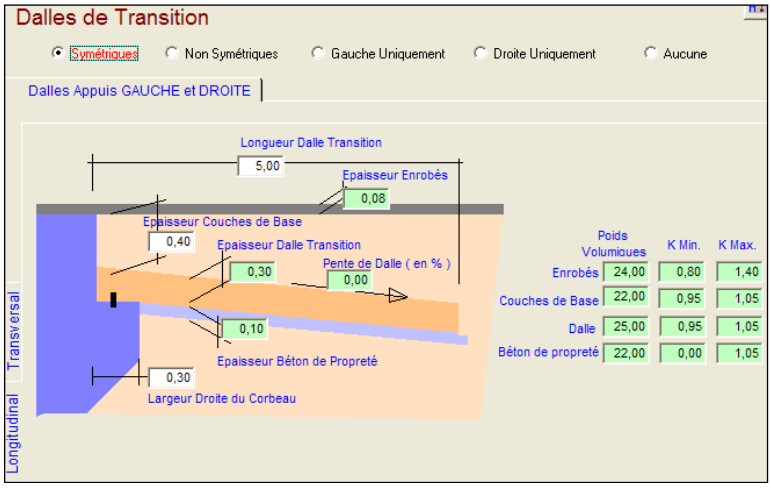


Figure 63 – Caractéristiques longitudinales des dalles de transition

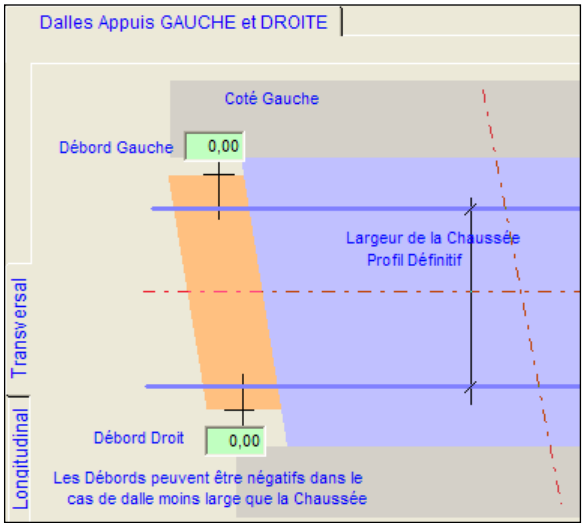


Figure 64 – Caractéristiques transversales des dalles de transition

13.4.4 - Dates de phasage

Les dates de phasage à renseigner sont différentes selon que l'ouvrage est encastré sur ses appuis (portique) ou non. Par ailleurs les dates relatives au profil provisoire ne sont à renseigner que si un profil provisoire a été défini.

Date de mise en tension des armatures sur le banc :	0,00	jmt	(Date en jours)
Date de bétonnage des poutres :	1,00	jb	
Durée totale de l'étuvage si il existe :	0,50	jours	
Date de relâchement des armatures du banc et mise en précontrainte des poutres :	2,00	jrel	
Date de pose sur appuis (provisoires ou définitifs) :	60,00	jpapp	
Date de coulage hourdis et entretoises :	73,00	jche	
Date de durcissement du hourdis et entretoises :	76,00	jdur	
Date de transfert sur appuis définitifs si appuis provisoires :	94,00	jtad	
Âge en jours du béton à la mise en service "Provisoire" :	0.000	jsp	
Âge en jours du béton à la mise en service " Définitive" :	170,00	jsd	

Figure 65 – Dates de phasage (ouvrage n°1)

Date de mise en tension des armatures sur le banc :	0,00	jmt	(Date en jours)
Date de bétonnage des poutres :	1,00	jb	
Durée totale de l'étuvage si il existe :	0,50	jours	
Date de relâchement des armatures du banc et mise en précontrainte des poutres :	2,00	jrel	
Date de pose sur appuis (provisoires ou définitifs) :	60,00	jpapp	
Date de coulage hourdis et entretoises :	73,00	jche	
Date de durcissement du hourdis et entretoises :	76,00	jdur	
Date de transfert sur appuis définitifs si appuis provisoires :	94,00	jtad	
Âge en jours du béton à la mise en service "Provisoire" :	0.000	jsp	
Âge en jours du béton à la mise en service " Définitive" :	170,00	jsd	

Figure 66 – Dates de phasage (ouvrage n°2)

Figure 67 – Dates de phasage (ouvrage n°3)

13.4.5 - Définition des familles de torons

La répartition de la précontrainte est définie via un concept de familles de torons. Ces familles sont ensuite affectées aux poutres de chaque travée.

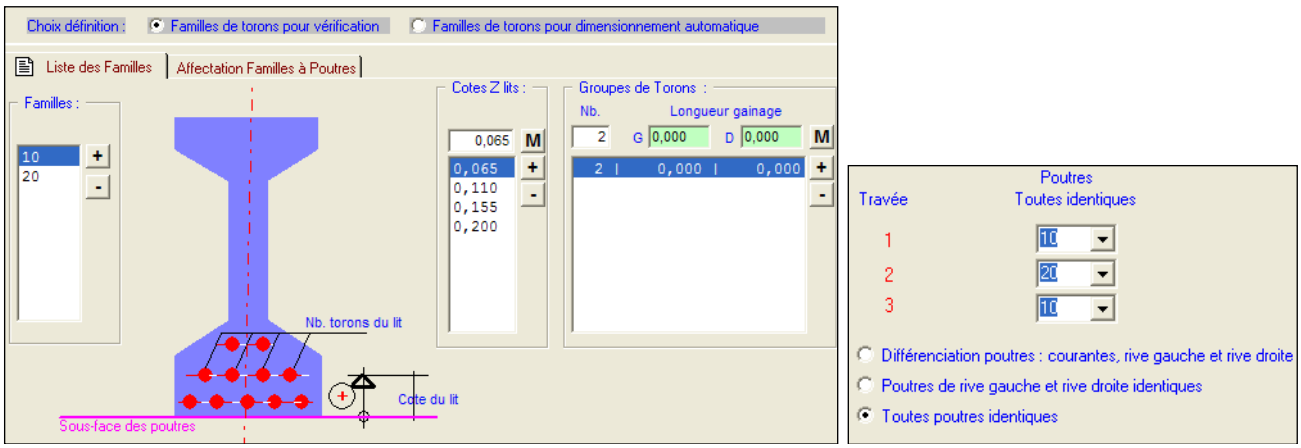


Figure 68 – Définition et affectation des familles de torons (ouvrage n°1)

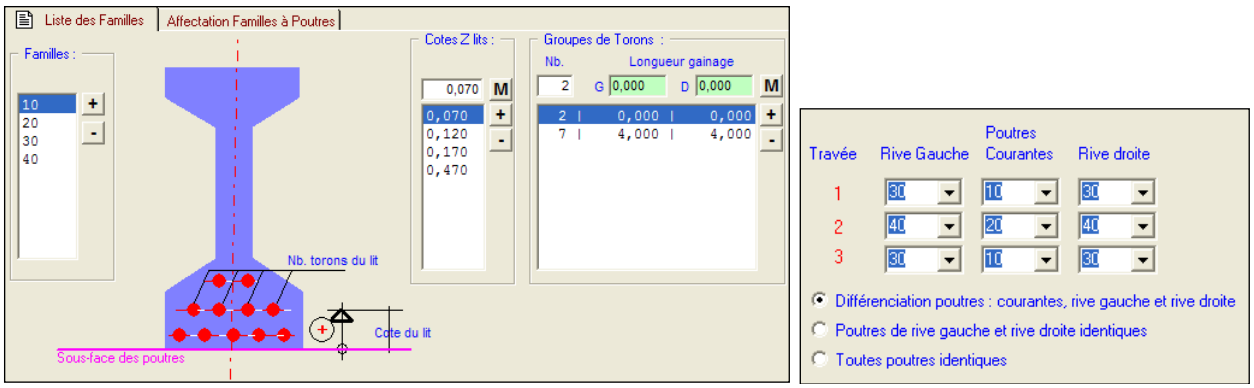


Figure 69 – Définition et affectation des familles de torons (ouvrage n°2)

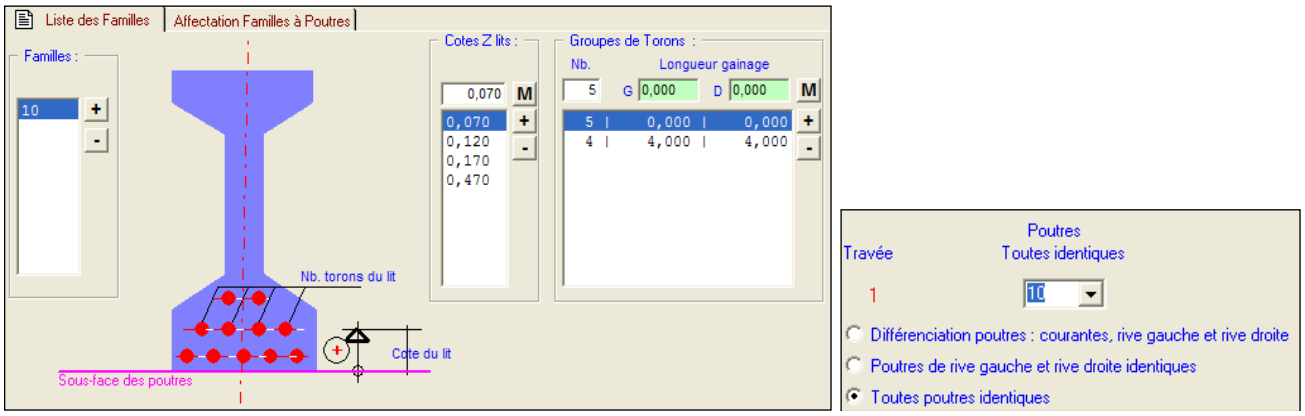


Figure 70 – Définition et affectation des familles de torons (ouvrage n°3)

13.4.6 - Superstructures

Les superstructures sur les profils définitifs (et éventuellement sur profil provisoire) sont définies comme suit. On rappelle que l'étanchéité règne sur toute la largeur de la dalle alors que l'enrobé ne règne que sous la chaussée.

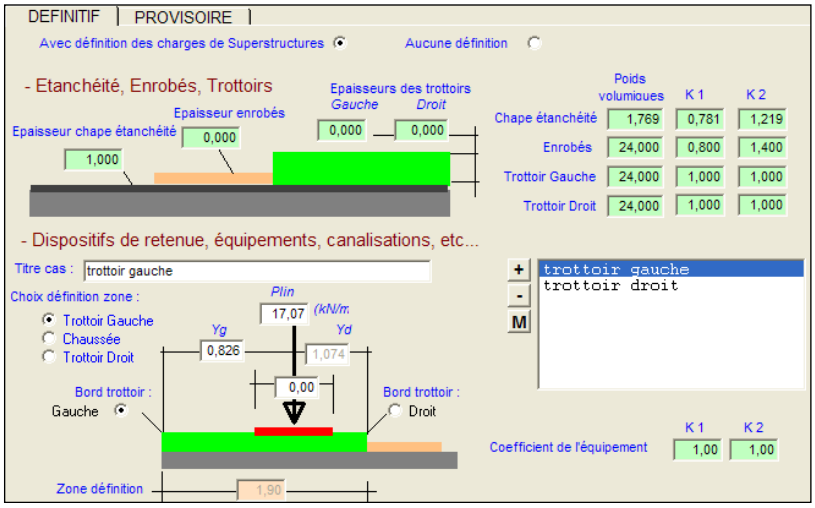


Figure 71 – Superstructure sur profil définitif (ouvrage n°1)

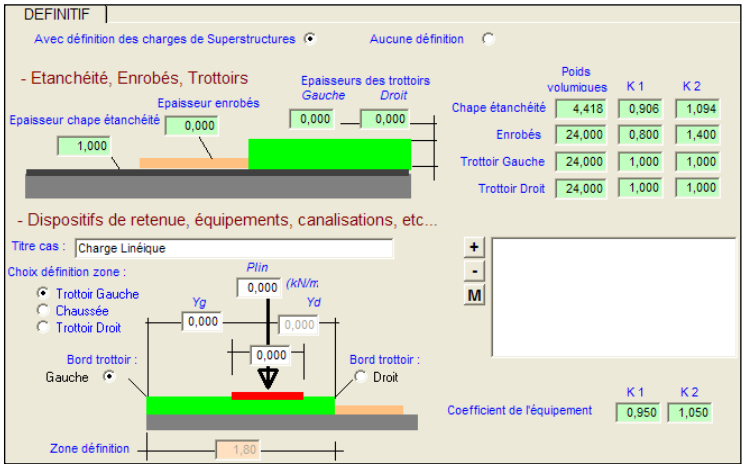


Figure 72 – Superstructure sur profil définitif (ouvrage n°2)

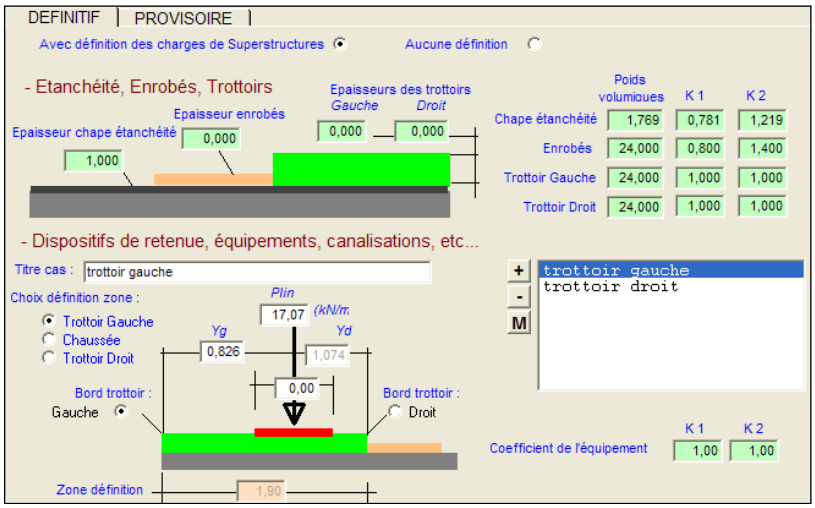


Figure 73 – Superstructure sur profil définitif (ouvrage n°3)

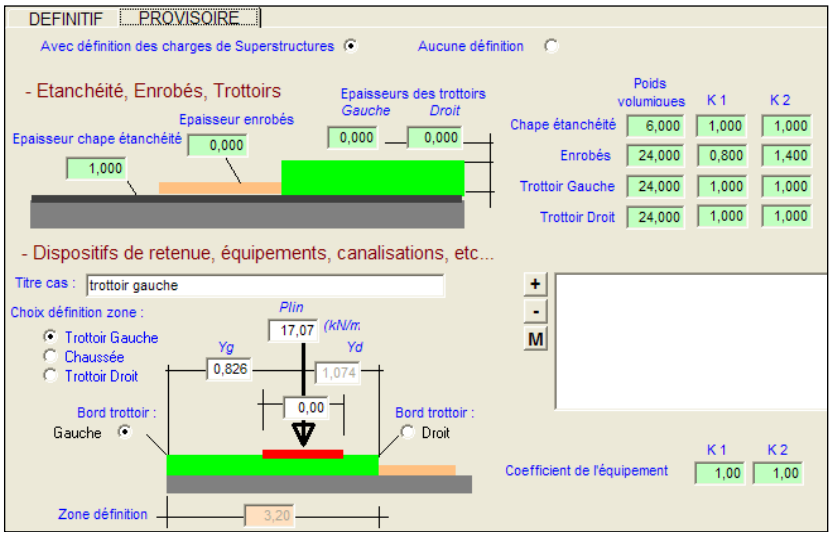


Figure 74 – Superstructure sur profil provisoire (ouvrage n°3)

13.4.7 - Remblais

Un remblai sur la dalle peut éventuellement être défini (sur le profil provisoire et/ou le profil définitif) des ouvrages. Ce n'est jamais le cas ici, mais on présente tout de même le panneau de saisie.

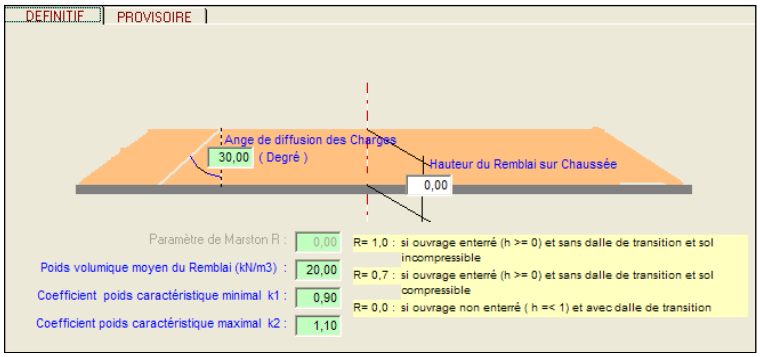


Figure 75 – Remblais sur le tablier profil définitif

13.4.8 - Actions amenées au tablier par les appuis

Ces données ne concernent que les ouvrages encastrés sur leur appuis (ouvrages portiques avec des appuis élastiques à minima sur chaque sur culée). Dans les autres cas la saisie n'est pas possible. Seul l'ouvrage n°3 est donc concerné.

Il est possible de définir des efforts différents sur le profil provisoire et sur le profil définitif.

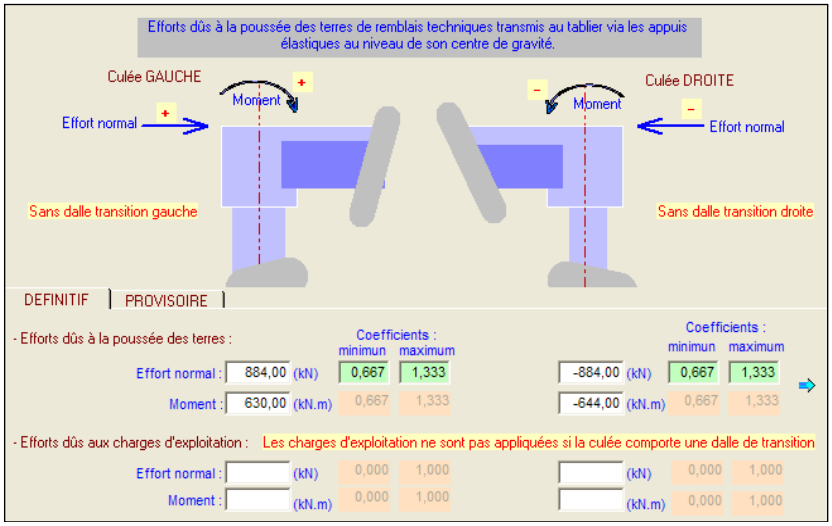


Figure 76 – Actions amenées au tablier par les appuis sur profil définitif (ouvrage n°3)

13.4.9 - Actions variables de température

L'action variable de température comprend une variation linéaire par rapport à une température de référence, ainsi qu'un gradient thermique appliquées à la dalle.

Variation linéaire de température

La variation linéaire de température ou dilataion n'a d'effet que sur les PRAD encastrés sur leurs appuis (ou portiques). Elle n'est donc renseignée que pour l'ouvrage n°3, comme le montrent les prises de vue ci-après.

Gradient thermique

Le gradient thermique est similaire à celui appliqué aux ponts dalle, avec un gradient linéique global sur toute l'épaisseur du tablier.

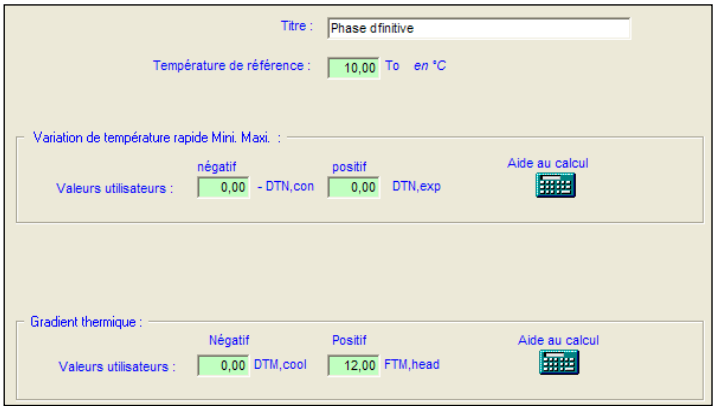


Figure 77 – Effets de la température (ouvrage n°1)

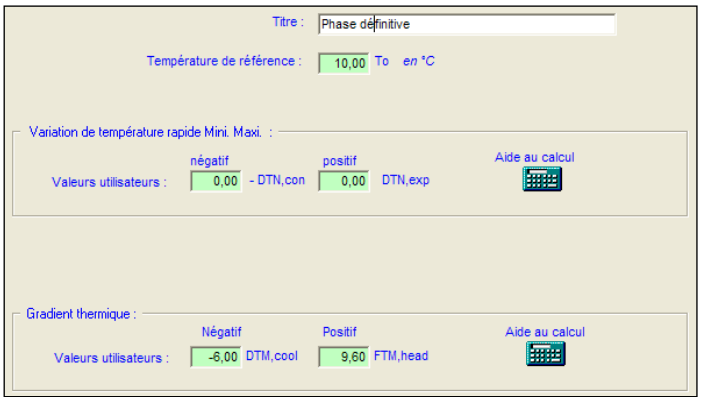


Figure 78 – Effets de la température (ouvrage n°2)

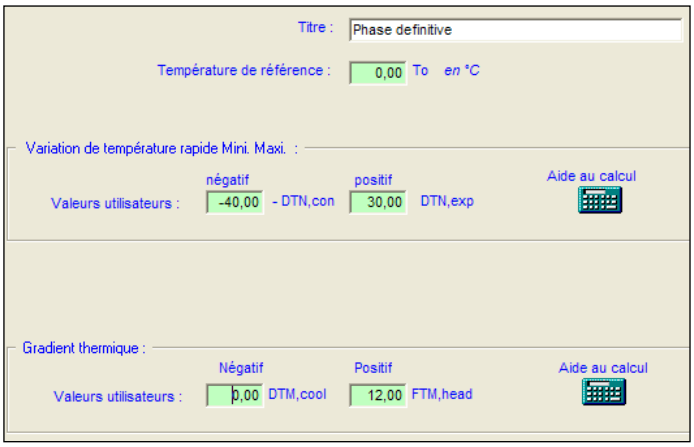


Figure 79 – Effets de la température (ouvrage n°3)

13.4.10 - Tassements

Les valeurs de tassement porbable et aléatoires au droit de chaque appui sont les suivantes.

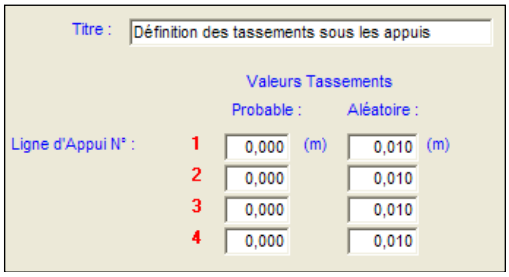


Figure 80 – Tassements probables et aléatoires (ouvrage n°1)

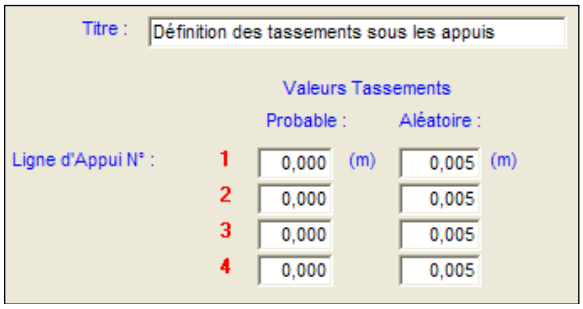


Figure 81 – Tassements probables et aléatoires (ouvrage n°2)

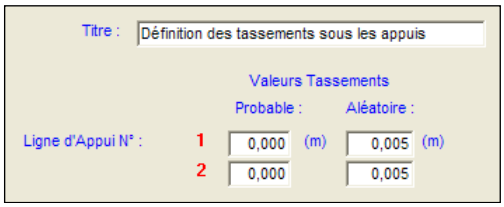


Figure 82 – Tassements probables et aléatoires (ouvrage n°3)

13.4.11 - Charges d'exploitation

Profils de chargement

Sur chaque ouvrage sont définis un ou plusieurs profils de chargement.

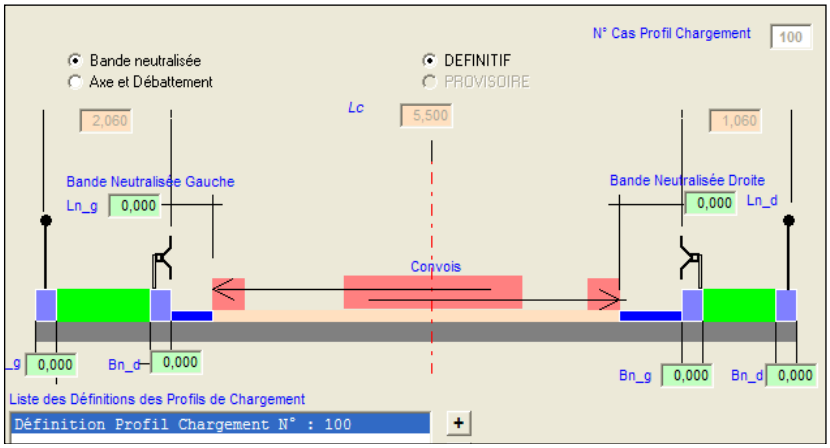


Figure 83 – Profil de chargement 100 sur profil définitif (ouvrage n°1)

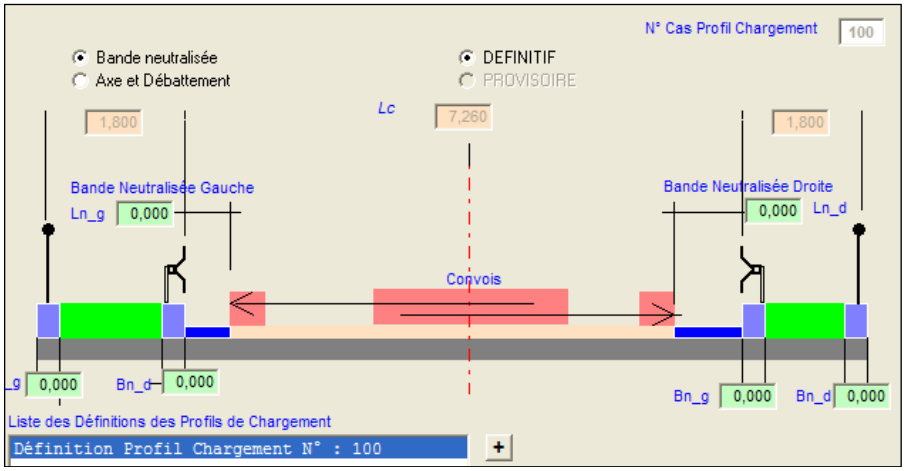


Figure 84 – Profil de chargement 100 sur profil définitif (ouvrage n°2)

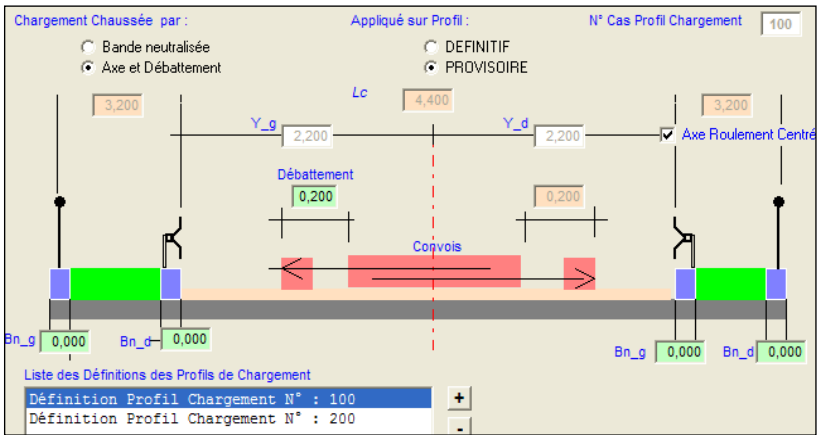


Figure 85 – Profil de chargement 100 sur profil provisoire (ouvrage n°3)

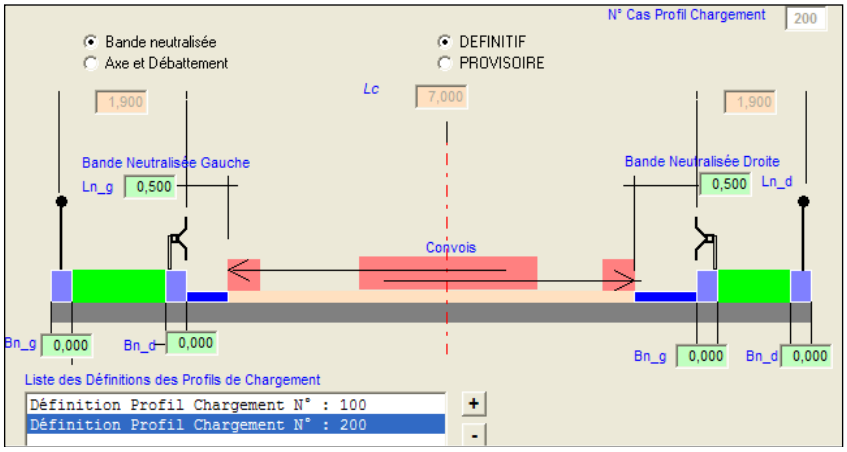


Figure 86 – Profil de chargement 200 sur profil définitif (ouvrage n°3)

Véhicules et convois généralisés

Aucun véhicule généralisé n'a été défini dans les ouvrages étudiés. Une saisie est toutefois possible : on présnete ci-dessous le panneau de saisie .

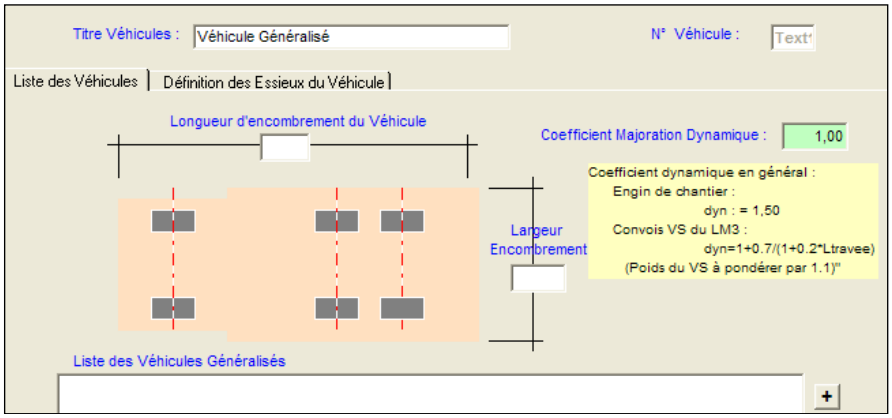


Figure 87 – Véhicules et convois généralisés : description du véhicule

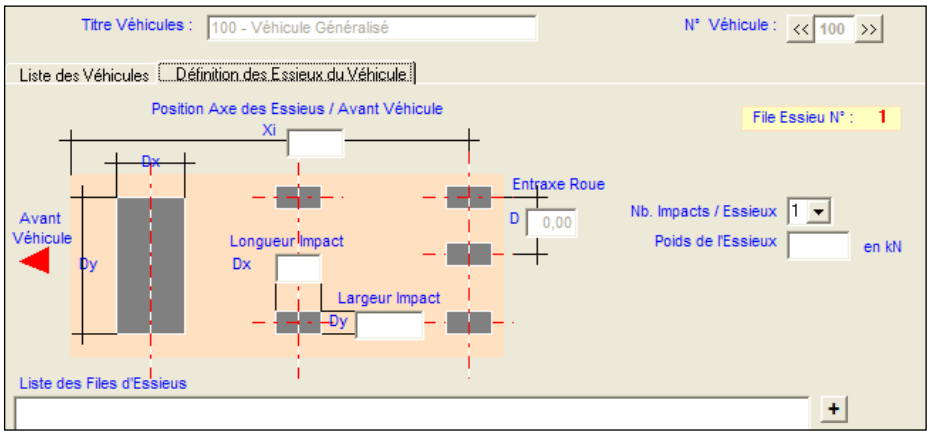


Figure 88 – Véhicules et convois généralisés : description des essieux

Affectation charges (règlement français)

Les ouvrages n°1 et n°3 comportent des charges au règlement français.

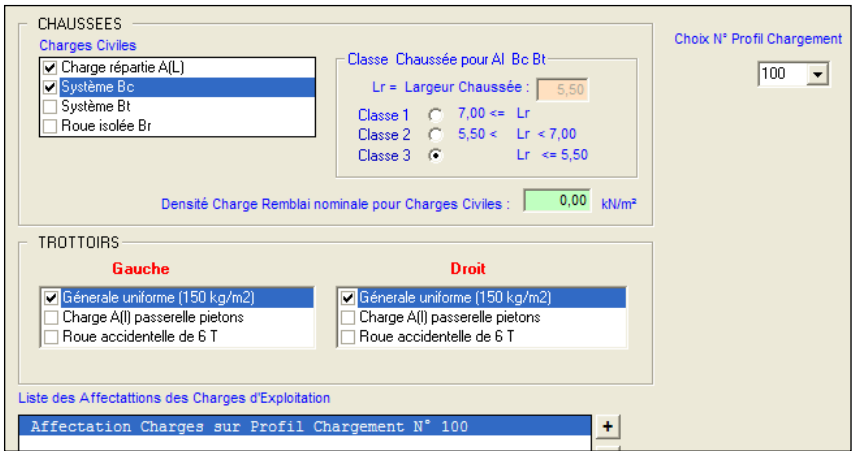


Figure 89 – Affectation charges sur profil 100 (ouvrage n°1)

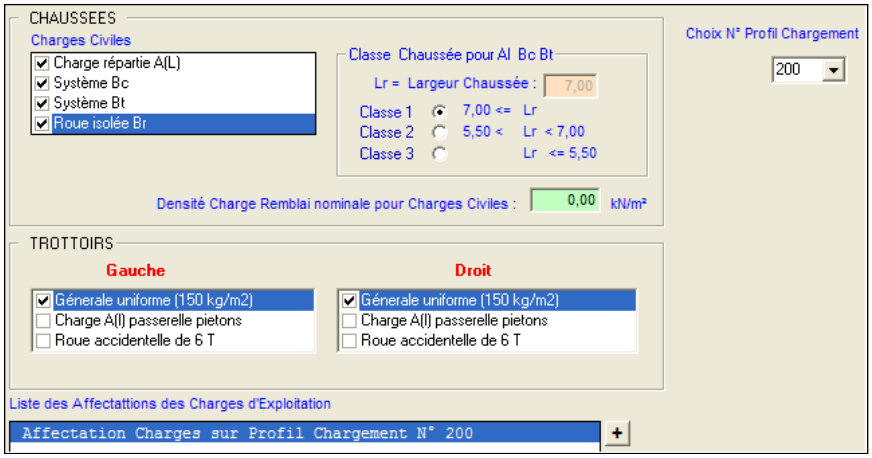


Figure 90 – Affectation charges sur profil 200 (ouvrage n°3)

Affectation charges (règlement Eurocode 1)

Les ouvrages n°2 et n°3 comportent des charges Eurocodes.

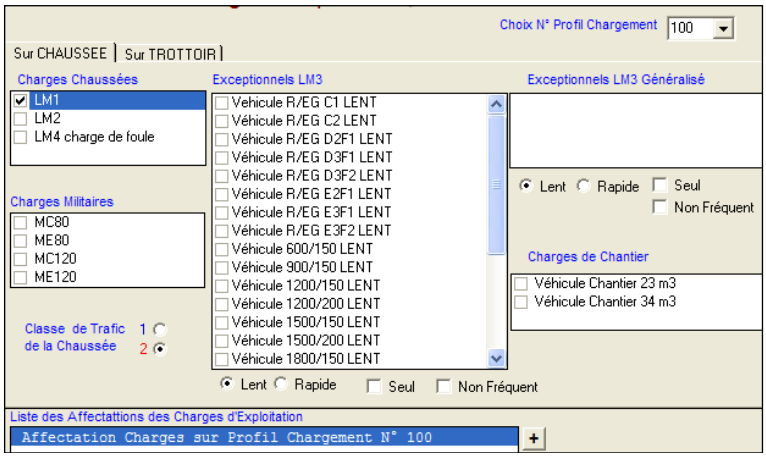


Figure 91 – Affectation charges de chaussée sur profil 100 (ouvrage n°2)

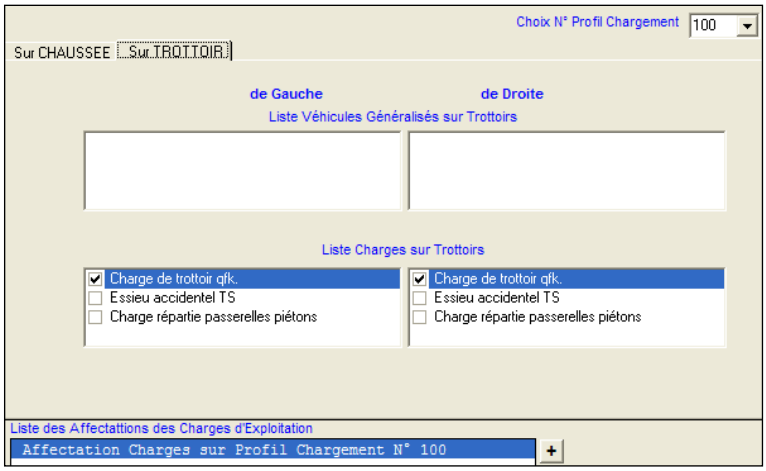


Figure 92 – Affectation charges de trottoir sur profil 100 (ouvrage n°2)

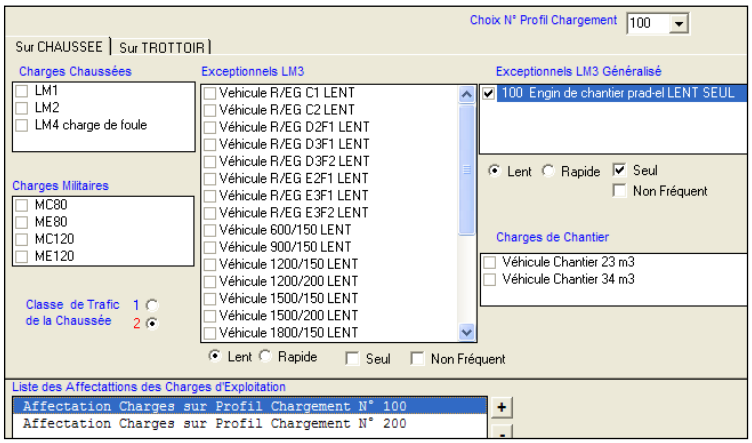


Figure 93 – Affectation charges sur profil 100 (ouvrage n°3)

13.4.12 - Matériaux

Béton

Les caractéristiques des différents béton sont les suivantes.

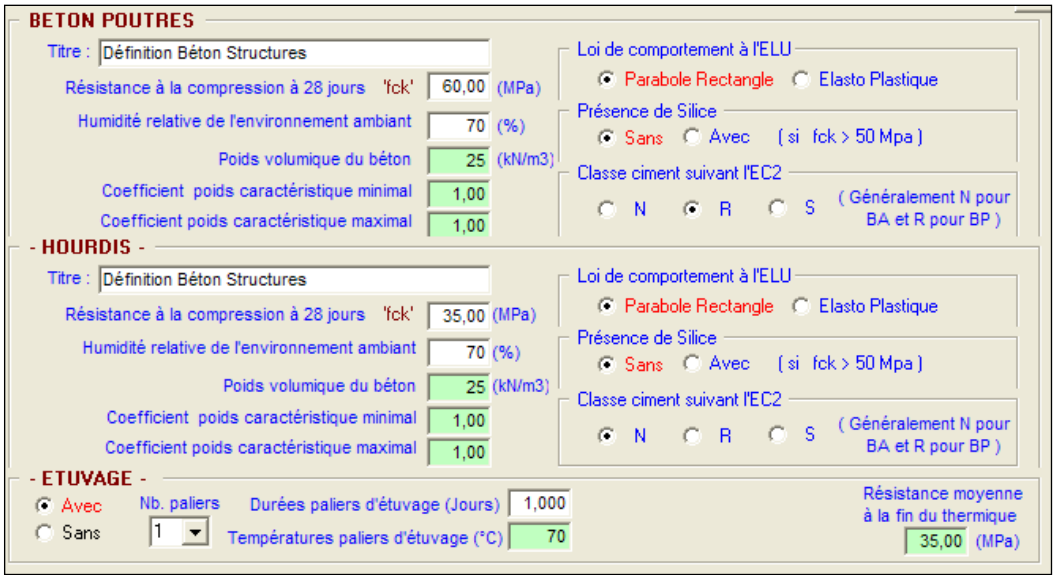


Figure 94 – Matériau béton (ouvrage n°1)

Figure 95 – Matériau béton (ouvrage n°2)

Figure 96 – Matériau béton (ouvrage n°3)

Acier passif

Les caractéristiques des aciers passifs sont les suivantes.

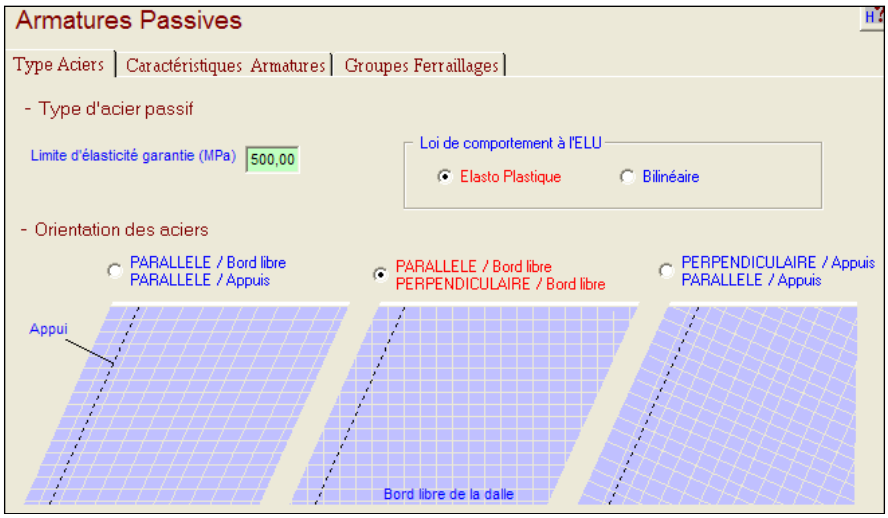


Figure 97 – Armatures passives – types d'acier (ouvrage n°1, n°2, n°3)

Variable	Désignation	Défaut	Utilisateur
PHI_ETRIERS	Diametre etriers	0,0080	0,0080
PHI_LONG_POUTRE	Diametre armatures long des poutres	0,0140	0,0140
PHI_LONG_HOURDIS	Diametre armatures long du hourdis	0,0160	0,0160
PHI_TRAN_HOURDIS	Diametre armatures trans du hourdis	0,0120	0,0120
PHI_ETRIERS_POUTRE	Diametre etriers des poutres	0,0080	0,0080

Figure 98 – Armatures passives – caractéristiques des armatures (ouvrage n°1, n°2, n°3)

Figure 99 – Armatures passives – groupes de ferraillage (ouvrage n°1)

Figure 100 – Armatures passives – groupes de ferraillage (ouvrage n°2)

Figure 101 – Armatures passives – groupes de ferraillage (ouvrage n°3)

Acier de précontrainte

Les caractéristiques des aciers passifs sont les suivantes.

Figure 102 – Matériau acier de précontrainte (ouvrage n°1)

Figure 103 – Matériau acier de précontrainte (ouvrage n°2)

Figure 104 – Matériau acier de précontrainte (ouvrage n°3)

Définition des torons en pré-tension

Les caractéristiques des torons de précontrainte sont les suivantes.

Nom du procédé de précontrainte: Définition des torons

Section d'acier d'un toron	93,000	(mm²)
Longueur conventionnelle de scellement	0,950	(m)
Si différente de la valeur réglementaire, contrainte de mise en tension au vérin	1573,000	(MPa)
Diamètre d'encombrement des gainages d'extrémité	0,000	(m)
Pertes instantanées à la mise sous tension :		
- par glissement de l'armature sur l'ancrage	12,300	(MPa)
- par frottement de l'armature sur le peigne d'about	0,000	(MPa)

	Max.		Min.	
Coefficient précontrainte caractéristique : Tension	1,0500	cp1	0,9500	cp2
Coefficient précontrainte caractéristique : Pertes	1,0500	cdp1	0,9500	cdp2

Précontrainte justification mise en tension : (•) Valeur Carac. ( ) Valeur Moyenne

Figure 105 – Définition des torons en pré-tension (ouvrage n°1)

Nom du procédé de précontrainte: Définition des torons

Section d'acier d'un toron	140,000	(mm²)
Longueur conventionnelle de scellement	1,200	(m)
Si différente de la valeur réglementaire, contrainte de mise en tension au vérin	1561,000	(MPa)
Diamètre d'encombrement des gainages d'extrémité	0,000	(m)
Pertes instantanées à la mise sous tension :		
- par glissement de l'armature sur l'ancrage	19,000	(MPa)
- par frottement de l'armature sur le peigne d'about	0,000	(MPa)

	Max.		Min.	
Coefficient précontrainte caractéristique : Tension	1,0000	cp1	1,0000	cp2
Coefficient précontrainte caractéristique : Pertes	1,0000	cdp1	1,0000	cdp2

Précontrainte justification mise en tension : (•) Valeur Carac. ( ) Valeur Moyenne

Figure 106 – Définition des torons en pré-tension (ouvrage n°2)

Nom du procédé de précontrainte: Définition des torons

Section d'acier d'un toron	150,000	(mm²)
Longueur conventionnelle de scellement	1,200	(m)
Si différente de la valeur réglementaire, contrainte de mise en tension au vérin	1520,000	(MPa)
Diamètre d'encombrement des gainages d'extrémité	0,000	(m)
Pertes instantanées à la mise sous tension :		
- par glissement de l'armature sur l'ancrage	23,200	(MPa)
- par frottement de l'armature sur le peigne d'about	0,000	(MPa)

	Max.		Min.	
Coefficient précontrainte caractéristique : Tension	1,0000	cp1	1,0000	cp2
Coefficient précontrainte caractéristique : Pertes	1,0000	cdp1	1,0000	cdp2

Précontrainte justification mise en tension : (•) Valeur Carac. ( ) Valeur Moyenne

Figure 107 – Définition des torons en pré-tension (ouvrage n°3)

Enrobage

Les distances d'enrobage des différentes parties d'ouvrage sont les suivantes.

		Valeurs enrobages
POUTRE	Extrados :	0,030
	Intrados :	0,040
HOURDIS	Extrados :	0,030
	Intrados :	0,040
ENTRETOISES INTRADOS		0,040

Figure 108 – Enrobages (ouvrage n°1)

		Valeurs enrobages
POUTRE	Extrados :	0,015
	Intrados :	0,060
HOURDIS	Extrados :	0,070
	Intrados :	0,070
ENTRETOISES INTRADOS		0,040

Figure 109 – Enrobages (ouvrage n°2)

		Valeurs enrobages
POUTRE	Extrados :	0,050
	Intrados :	0,050
HOURDIS	Extrados :	0,060
	Intrados :	0,060
ENTRETOISES INTRADOS		0,040

Figure 110 – Enrobages (ouvrage n°3)

13.4.13 - Critères de justification

Critère de non décompression à l'ELS Fréquent (cas de la précontrainte adhérente)

Le critère par défaut est utilisé pour les 3 ouvrages étudiés.

Un critère de non décompression du béton s'applique à l'ELS fréquent pour les sections soumises aux classes d'exposition D ou S (présence de sels ou risque de gel). En pratique, on limite donc à l'ELS fréquent la contrainte de traction du béton à 0.

Critère de non décompression du béton : ◉ Faux ○ Vrai

Figure 111 – Critère de non décompression à l'ELS Fréquent (ouvrage n°1, n°2, n°3)

Critères normatifs de contrainte du béton ELS

Les critères sont identiques pour les 3 ouvrages étudiés (utilisation des valeurs par défaut).

Critères Normatifs de Contrainte du béton ELS

Pour tous les types d'ouvrages		
Coefficient appliqué à fck et donnant la contrainte admissible en compression à l'ELS caractéristique :	0,600	kcc_cara
Pour les PSIDP et PRAD		
Coefficient appliqué à fck et donnant la contrainte admissible en compression à l'ELS quasi permanent (fluage linéaire) :	0,450	c_perm
Coefficient appliqué à fck(t) et donnant la contrainte admissible en compression à l'ELS quasi permanent en construction lors des mises en tension :	0,450	kcc_mt
Coefficient appliqué à fctm(t) et donnant la contrainte admissible en traction à l'ELS quasi permanent en construction lors des mises en tension :	0,700	kct_mt
Uniquement pour les PRAD		
Coefficient appliqué à fck(t) et donnant la contrainte admissible en compression à l'ELS quasi permanent en construction lors des mises en tension :	0,600	kct_mt_pr
Coefficient appliqué à fck(t) et donnant la contrainte admissible en compression à l'ELS quasi permanent en construction (hors mises en tension) :	0,450	kcc_cons
Coefficient appliqué à fctm(t) et donnant la contrainte admissible en traction à l'ELS quasi permanent en construction (hors mises en tension) :	0,700	kct_cons
Coefficient appliqué à fctm(t) et donnant la contrainte admissible en traction à l'ELS quasi permanent en construction lors des mises en tension, spécifique aux zones d'about des poutres PRAD :	0,700	kct_mt_about_pr
Coefficient appliqué à fctm(t) et donnant la contrainte admissible en traction à l'ELS quasi permanent en construction (hors mises en tension), spécifique aux zones d'about des poutres PRAD	0,700	kct_cons_about_pr

Figure 112 – Critères normatifs de contrainte du béton à l'ELS (ouvrage n°1, n°2, n°3)

Critère d'ouverture de fissures

Les ouvertures de fissures tolérées pour les différentes parties d'ouvrage sont les suivantes.

Figure 113 – Ouvertures de fissures (ouvrage n°1, n°2, n°3)

13.4.14 - Prise en compte de la fatigue

La fatigue est prise en compte via le critère forfaitaire de l'Eurocode.

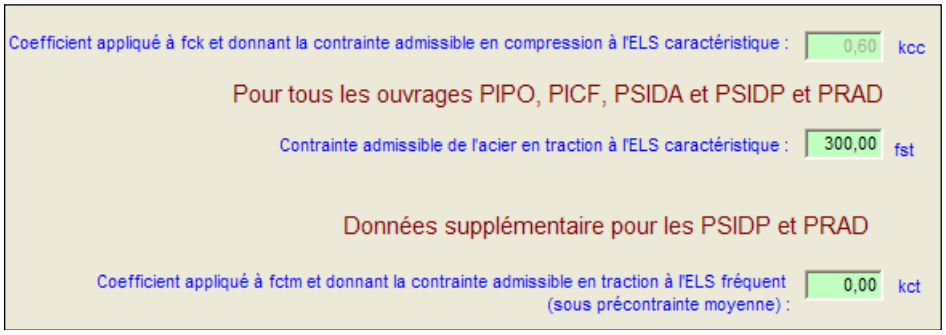


Figure 114 – Critère forfaitaire de fatigue (ouvrage n°1, n°2, n°3)

14 - Introduction à la note de calculs commentée

Chaque exécution du programme Chamoa produit une note de calcul rassemblant les principaux résultats, condensés et mis en forme. Un certain nombre de résultats intermédiaires ou plus détaillés sont également produits et sont destinés à être consultés dans un format électronique.

Les paragraphes qui suivent sont destinés à commenter les résultats fournis au regard des justifications prescrites par les Eurocodes et leur application dans le cadre restrictif du programme Chamoa, conformément au chapitre 2 du présent document.

Ils sont fournis dans l'ordre de la note de calcul générale, correspondant au déroulement logique du calcul.

Les extraits des notes de calcul sont reproduits selon le cas :

- dans la police de caractères non proportionnels suivante sur 132 colonnes pour constituer la note de calculs commentée.
- au travers de visualisations lorsque la note correspondante existe au format html.

```
----+----1----+----2----+----3----+----4----+----5----+----6----+----7----+----8----+----9----+----0----+----1----+----2----+----3--
NOTE DE CALCUL COMMENTEE TAILLE 6.5 : On peut conserver la marge de gauche à 2 cm, on n'a qu'1,5 cm à droite, ce qui est acceptable
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

    Le résultat 1 dans la barre n°1 est : 0.000
    Le résultat 2 dans la barre n°1 est : 0.000  [1]
    Le résultat 3 dans la barre n°1 est : 0.000  [2]
```

Afin de baliser des commentaires particuliers explicitant certains résultats, des repères numériques sont insérés à proximité des données à commenter.

Chaque extrait de note de calcul est suivi d'une plage de commentaires donnant des informations générales sur la séquence de résultats ou des informations particulières à certains résultats en regard des repères prévus à cet effet.

Ces commentaires sont fournis dans la police de caractère courante du présent document.

[1] : le résultat 2 nécessite les commentaires suivants …

[2] : le résultat 3 nécessite les commentaires suivants …

La note de calcul commentée vise à illustrer le plus grand nombre d'options possible de la chaîne Chamoa, tout en correspondant à un cas plausible.

Dans certains cas, lorsque des options incompatibles entre elles sont possibles, des jeux de données différents ont pu être utilisés, afin d'illustrer ou de commenter les résultats obtenus pour chaque option.

15 - Fichiers de données bruts

Les fichiers suivants sont les fichiers textes générés par l'interface de saisie des données d'ouvrage et qui serviront à l'exécution des calculs (c'est l'équivalent des anciens bordereaux de données des calculs de ponts types). Ceux-ci seront transmis au CEREMA avec le rappel des données que génère également l'interface de saisie. Généralement le fichier porte le nom du type d'ouvrage suivi d'une chaîne de caractère et de l'extension ".txt". Ils sont composés de BLOCS correspondant aux différents éléments nécessaires au calcul de l'ouvrage. Par extension, on appelle aussi par facilité ce fichier, le fichier "BLOC". Ce fichier est complet et valide pour un calcul lorsque le rappel des données (fichier texte du même nom suivi de l'extension _RAP.txt) a été produit via l'interface et ne mentionne aucune erreur.

15.1 - Ouvrage n°1

```
BLOC PROGRAMME PRAD
FIN


BLOC COMMANDITAIRE
   SOCIETE     "Non connue."
   RESPONSABLE "Non connue."
FIN

BLOC SETRA
   RESPONSABLE "Non Connu."  CODE_CLIENT "Non Connu."  FACTURATION 100
FIN

BLOC OUVRAGE   "Test"
   VOIE_PORTEE    "Non connue."
   VOIE_FRANCHIE  "Non connue."
   MAITRE_OEUVRE  "Non connue."
   MAITRE_OUVRAGE "Non connue."
FIN

BLOC PROFIL_TRANSVERSAL DEFINITIF  "Titre Profil en Travers Définitif"
   TROTTOIR  GAUCHE   LARGEUR    2.060
   CHAUSSEE           LARGEUR    5.500
   TROTTOIR  DROIT    LARGEUR    1.060
FIN

BLOC COUPE_LONGITUDINALE
   PORTEES       11.000 20.000 11.000
   H_DALLE      0.890
   ABOUT GAUCHE 0.060 DROIT 0.060
FIN

BLOC GEOMETRIE_EN_PLAN
   BIAIS 100.000
FIN

BLOC PROFIL_CHARGEMENT 100
   PROFIL_TRANSVERSAL DEFINITIF
   CHAUSSEE  BANDE_NEUTRALISEE
FIN

BLOC AFFECTATION_CHARGES PROFIL_CHARGEMENT 100 REGLEMENT_FRANCAIS
   CHAUSSEE  CLASSE  3
   A_DE_L  BC
   TROTTOIRS
   CHARGE_TROTTOIR_FR
FIN

BLOC SUPERSTRUCTURES DEFINITIF
   ETANCHEITE      EPAISSEUR 2.792 POIDS_VOL  1.000 K_MIN  0.753 K_MAX  1.247
   TROTTOIR TOUS EPAISSEUR 0.000 POIDS_VOL  0.000
   BANDE_SUPERSTRUCTURE TROTTOIR  GAUCHE "Charge Linéique"
   POIDS_LINEIQUE 17.960 GAUCHE 0.802 LARGEUR 0.000  K_MIN  1.000  K_MAX  1.000
   BANDE_SUPERSTRUCTURE TROTTOIR  DROIT "Charge Linéique"
   POIDS_LINEIQUE 10.410 GAUCHE 0.340 LARGEUR 0.000  K_MIN  1.000  K_MAX  1.000
FIN

BLOC EFFET_THERMIQUE   "Phase dfinitive"
   UNIFORME_RAPIDE MAX       0.00 MIN       0.00
   GRADIENT        POSITIF  12.00 NEGATIF   0.00
FIN

BLOC TASSEMENTS   "Définition des tassements sous les appuis"
   APPUI  1 PROBABLE  0.000 ALEATOIRE  0.010
   APPUI  2 PROBABLE  0.000 ALEATOIRE  0.010
   APPUI  3 PROBABLE  0.000 ALEATOIRE  0.010
   APPUI  4 PROBABLE  0.000 ALEATOIRE  0.010
FIN

BLOC DATES_DE_PHASAGE
   MISE_EN_TENSION       0
   BETONNAGE POUTRES     1
   RELACHEMENT_BANC      2
   APPUIS PROVISOIRES   62
   BETONNAGE HOURDIS    69
   DURCISSEMENT HOURDIS 76
   APPUIS DEFINITIFS    90
   REMBLAIS_TECHNIQUES PROVISOIRE 100
   REMBLAIS_TECHNIQUES DEFINITIVE 100
   MISE_EN_SERVICE PROVISOIRE     104
   MISE_EN_SERVICE DEFINITIVE     104
FIN

BLOC ACIER_PASSIF
   LIMITE_ELASTIQUE 500.00  LOI_ELU  ELASTOPLASTIQUE
FIN

BLOC ENROBAGES_BA
   POUTRE EXTRADOS     0.03
```

```
   POUTRE INTRADOS     0.04
   HOURDIS EXTRADOS    0.03
   HOURDIS INTRADOS    0.04
   ENTRETOISES INTRADOS 0.04
FIN

BLOC OUVERTURES_FISSURES
   POUTRE TOUT         0.30
   POUTRE_BP TOUT      0.30
   HOURDIS TOUT        0.30
   HOURDIS_BP TOUT     0.30
   ENTRETOISES INTRADOS 0.30
FIN

BLOC CRITERES_BETON
   MISE_EN_TENSION TRACTION COEFFICIENT 0.700 COMPRESSION COEFFICIENT 0.450
FIN

BLOC ORIENTATION_ACIERS
   PARALLELE PERPENDICULAIRE
FIN

BLOC ETUVAGE
   DUREES           1
   TEMPERATURES    70
   FCMP         35.00
FIN

BLOC COUPE_LONG_POUTRES
   LONGUEURS        10.165   19.330   10.165
   EXCENTREMENTS    0.500   0.335    0.335
   PALEES GAUCHE    0.765    0.600    0.600
   PALEES DROITE    0.600    0.600    0.765
FIN

BLOC COUPE_TRANS_POUTRE TOUTES
   HAUTEUR 0.650
   TRAVEES TOUTES
   SEMELLE LARGEUR SUPERIEURE 0.350 LARGEUR INFERIEURE 0.350
FIN

BLOC ENTRETOISE
   LONGUEUR  BIAISE 1.100  0.670  0.670  1.100
   HAUTEUR   PILE 0.890 CULEES TOUTES 0.890
FIN

BLOC COUPE_TRANS_PRAD
   FILES         10
   DISTANCE BORD TOUS 0.175
FIN

BLOC HOURDIS
   HOURDIS  EPAISSEUR 0.240
   COFFRAGE EPAISSEUR 0.000 POIDS_VOL 24.000
FIN

BLOC COUPE_PLAN_POUTRES
FIN

BLOC ACIER_PRECONTRAINTE
LIMITE_RUPTURE 1860 LIMITE_ELASTIQUE 1656 RHO_1000 2.5
LOI_ELU ELASTOPLASTIQUE
FIN


BLOC TORON_PRETENDU   "Définition des torons"
   SECTION 93.000
   TENSION 1573.000
   LONGUEUR SCELLEMENT 0.950
   PERTE GLISSEMENT 12.300 FROTTEMENT 0.000
   P_CARACTERISTIQUE MAX TENSION 1.0500 PERTES 1.0500
   P_CARACTERISTIQUE MIN TENSION 0.9500 PERTES 0.9500
FIN

BLOC BETON_POUTRES   "Définition Béton Structures"
   FCK 60.00 CIMENT  R  SANS_SILICE  RH 70
   LOI_ELU  PARABOLE_RECTANGLE
   POIDS_VOL 25.00 K_MIN 1.00 K_MAX 1.00
FIN

BLOC BETON_HOURDIS   "Définition Béton du hourdis"
   FCK 35.00 CIMENT  N  SANS_SILICE  RH 70
   LOI_ELU  PARABOLE_RECTANGLE
   POIDS_VOL 25 K_MIN 1.00 K_MAX 1.00
FIN

BLOC FAMILLE_TORONS 10
   Z     0.065
   TORONS   2
   Z     0.110
   TORONS   2
   Z     0.155
   TORONS   1
   Z     0.200
   TORONS   1
FIN

BLOC FAMILLE_TORONS 20
```

```
   Z     0.065
   TORONS   2
   TORONS   3 GAINAGE  GAUCHE    2.750 DROITE    2.750
   Z     0.110
   TORONS   2
   TORONS   1 GAINAGE  GAUCHE    2.750 DROITE    2.750
   Z     0.155
   TORONS   3
   Z     0.200
   TORONS   3
   Z     0.245
   TORONS   2
   Z     0.290
   TORONS   2
FIN

BLOC PREC_POUTRES TOUTES
   FAMILLE_TORONS 10  TRAVEES   1  3
   FAMILLE_TORONS 20  TRAVEES   2
FIN
```

15.2 - Ouvrage n°2

```
BLOC PROGRAMME PRAD_TDC
   VERSION_IHM ""
   CALCUL "T023" SUFFIXE "0"
   DATE "30/06/2014" HEURE "14:58:58"
FIN

BLOC COMMANDITAIRE
   SOCIETE     "Non connue."
   RESPONSABLE "Non connue."
FIN

BLOC OUVRAGE   "Test sur cas reel - 3 travees (base sur Calcul PRAD EL 354)"
   VOIE_PORTEE    "Non connue."
   VOIE_FRANCHIE  "Non connue."
   MAITRE_OEUVRE  "Non connue."
   MAITRE_OUVRAGE "Non connue."
FIN

BLOC PROFIL_TRANSVERSAL DEFINITIF  "Titre Profil en Travers Définitif"
   TROTTOIR  GAUCHE   LARGEUR    1.800
   CHAUSSEE           LARGEUR    7.260
   TROTTOIR  DROIT    LARGEUR    1.800
FIN

BLOC COUPE_LONGITUDINALE
   PORTEES      18.000 25.010 18.000
   H_DALLE      0.840
   ABOUT GAUCHE 0.440 DROIT 0.440
FIN

BLOC GEOMETRIE_EN_PLAN
   BIAIS 70.000
FIN

BLOC PROFIL_CHARGEMENT 100
   PROFIL_TRANSVERSAL DEFINITIF
   CHAUSSEE  BANDE_NEUTRALISEE
FIN

BLOC AFFECTATION_CHARGES PROFIL_CHARGEMENT 100 REGLEMENT_EUROCODES
   CHAUSSEE CLASSE 2
   TROTTOIR  TOUS
   CHARGE_UNIFORME_TROTTOIR
FIN

BLOC SUPERSTRUCTURES DEFINITIF
   ETANCHEITE  POIDS_VOL 4.41758   EPAISSEUR 1.00  K_MIN  0.90568 K_MAX  1.09432
   TROTTOIR TOUS EPAISSEUR 0.000
FIN

BLOC EFFET_THERMIQUE   "Phase définitive"
   UNIFORME_RAPIDE MAX       0.00 MIN       0.00
   GRADIENT        POSITIF   9.60 NEGATIF  -6.00
FIN

BLOC TASSEMENTS   "Définition des tassements sous les appuis"
   APPUI  1 PROBABLE  0.000 ALEATOIRE  0.005
   APPUI  2 PROBABLE  0.000 ALEATOIRE  0.005
   APPUI  3 PROBABLE  0.000 ALEATOIRE  0.005
   APPUI  4 PROBABLE  0.000 ALEATOIRE  0.005
FIN

BLOC DATES_DE_PHASAGE
   MISE_EN_TENSION       0
```

```
   BETONNAGE POUTRES     1
   RELACHEMENT_BANC      2
   APPUIS PROVISOIRES   60
   BETONNAGE HOURDIS    73
   DURCISSEMENT HOURDIS 80
   APPUIS DEFINITIFS    94
   MISE_EN_SERVICE DEFINITIVE 170
FIN

BLOC ACIER_PASSIF
   LIMITE_ELASTIQUE 500.00  LOI_ELU  ELASTOPLASTIQUE
FIN

BLOC ACIER_PRECONTRAINTE
   LIMITE_RUPTURE 1860.00 LIMITE_ELASTIQUE 1643.00 RHO_1000  2.5
   LOI_ELU  ELASTOPLASTIQUE
FIN

BLOC ENROBAGES_BA
   POUTRE EXTRADOS    0.015
   POUTRE INTRADOS    0.060
   HOURDIS EXTRADOS    0.070
   HOURDIS INTRADOS    0.070
   ENTRETOISES INTRADOS 0.060
FIN

BLOC OUVERTURES_FISSURES
   POUTRE TOUT         0.30
   POUTRE_BP TOUT      0.30
   HOURDIS TOUT        0.30
   HOURDIS_BP TOUT     0.30
   ENTRETOISES INTRADOS 0.30
FIN

BLOC ORIENTATION_ACIERS
   PARALLELE PERPENDICULAIRE
FIN

BLOC ETUVAGE
   DUREES          0.50
   TEMPERATURES    70
   FCMP         45.00
FIN

BLOC COUPE_LONG_POUTRES
   LONGUEURS        16.84   23.86   16.84
   EXCENTREMENTS    0.580   0.575   0.580
   PALEES GAUCHE    0.800   0.800   0.800
   PALEES DROITE    0.800   0.800   0.800
FIN

BLOC COUPE_TRANS_POUTRES COURANTES
    HAUTEUR 0.740
    SEMELLE LARGEUR 0.78 HAUTEUR 0.200
    AME 0.380
FIN

BLOC COUPE_TRANS_POUTRES RIVE
    SEMELLE  LARGEUR 0.750 HAUTEUR 0.200
    AME      LARGEUR 0.380 HAUTEUR 0.540
    LONGRINE LARGEUR 0.000
FIN


BLOC ENTRETOISE
   LONGUEUR  BIAISE 1.17  1.255  1.255  1.17
   HAUTEUR   PILE 0.84 CULEES TOUTES 0.84
FIN


BLOC HOURDIS
   HOURDIS  EPAISSEUR 0.10
   COFFRAGE EPAISSEUR 0.000 POIDS_VOL 24.000
FIN

BLOC COUPE_PLAN_POUTRES
FIN

BLOC CONTINUITE
   FOURCHETTE    NON
   COEFFICIENTS  1.0000 1.0000 1.0000 1.0000
FIN

BLOC TORON_PRETENDU   "Définition des torons"
   SECTION 140.000
   TENSION 1561.000
   LONGUEUR SCELLEMENT 1.200
   PERTE GLISSEMENT 19.000 FROTTEMENT 0.00
   P_CARACTERISTIQUE MAX TENSION 1.000 PERTES 1.000
   P_CARACTERISTIQUE MIN TENSION 1.000 PERTES 1.000
FIN

BLOC GROUPES_FERRAILLAGE
   GROUPER FILES NON
FIN

BLOC BETON_POUTRES   "Définition Béton Structures"
   FCK 60.00 CIMENT  R  SANS_SILICE  RH 70
```

```
   LOI_ELU  PARABOLE_RECTANGLE
   POIDS_VOL 26.00 K_MIN 1.00 K_MAX 1.00
FIN

BLOC BETON_HOURDIS   "Définition Béton du hourdis"
   FCK 35.00 CIMENT  N  SANS_SILICE  RH 70
   LOI_ELU  PARABOLE_RECTANGLE
   POIDS_VOL 25.00 K_MIN 1.00 K_MAX 1.00
FIN

BLOC FAMILLE_TORONS 10
   Z     0.070
   TORONS   2
   TORONS   7 GAINAGE  GAUCHE    4.000 DROITE    4.000
   Z     0.120
   TORONS   3
   TORONS   2 GAINAGE  GAUCHE    2.000 DROITE    2.000
   Z     0.170
   TORONS   5
   Z     0.470
   TORONS   5
FIN

BLOC FAMILLE_TORONS 20
   Z     0.070
   TORONS   4
   TORONS   7 GAINAGE  GAUCHE    5.000 DROITE    5.000
   Z     0.120
   TORONS   7
   TORONS   4 GAINAGE  GAUCHE    3.000 DROITE    3.000
   Z     0.170
   TORONS   5
   Z     0.470
   TORONS   4
FIN

BLOC FAMILLE_TORONS 30
   Z     0.070
   TORONS   2
   TORONS   4 GAINAGE  GAUCHE    4.000 DROITE    4.000
   Z     0.120
   TORONS   3
   TORONS   2 GAINAGE  GAUCHE    2.000 DROITE    2.000
   Z     0.170
   TORONS   5
   Z     0.470
   TORONS   3
FIN

BLOC FAMILLE_TORONS 40
   Z     0.070
   TORONS   4
   TORONS   5 GAINAGE  GAUCHE    5.000 DROITE    5.000
   Z     0.120
   TORONS   6
   TORONS   4 GAINAGE  GAUCHE    3.000 DROITE    3.000
   Z     0.170
   TORONS
   Z     0.470
   TORONS   3
FIN

BLOC PREC_POUTRES COURANTES
   FAMILLE_TORONS 10  TRAVEES   1  3
   FAMILLE_TORONS 20  TRAVEES   2
FIN

BLOC PREC_POUTRES RIVE GAUCHE
   FAMILLE_TORONS 30  TRAVEES   1  3
   FAMILLE_TORONS 40  TRAVEES   2
FIN

BLOC PREC_POUTRES RIVE DROITE
   FAMILLE_TORONS 30  TRAVEES   1  3
   FAMILLE_TORONS 40  TRAVEES   2
FIN

BLOC CRITERES_BETON
MISE_EN_TENSION COMPRESSION COEFFICIENT 0.6
FIN
```

15.3 - Ouvrage n°3

```
BLOC PROGRAMME PRAD
   VERSION_IHM ""
```

```
   CALCUL "T024" SUFFIXE "0"
   DATE "05/07/2014" HEURE "14:58:58"
FIN

BLOC COMMANDITAIRE
   SOCIETE     "Non connue."
   RESPONSABLE "Non connue."
FIN

BLOC OUVRAGE   "Test"
   VOIE_PORTEE    "Non connue."
   VOIE_FRANCHIE  "Non connue."
   MAITRE_OEUVRE  "Non connue."
   MAITRE_OUVRAGE "Non connue."
FIN

BLOC PROFIL_TRANSVERSAL PROVISOIRE  "Titre Profil en Travers Provisoire"
   TROTTOIR  GAUCHE   LARGEUR    3.200
   CHAUSSEE           LARGEUR    4.400
   TROTTOIR  DROIT    LARGEUR    3.200
FIN

BLOC PROFIL_TRANSVERSAL DEFINITIF  "Titre Profil en Travers Définitif"
   TROTTOIR  GAUCHE   LARGEUR    1.900
   CHAUSSEE           LARGEUR    7.000
   TROTTOIR  DROIT    LARGEUR    1.900
FIN

BLOC COUPE_LONGITUDINALE
   PORTEES      22.000
   H_DALLE      1.220
   ABOUT GAUCHE 0.450 DROIT 0.450
FIN

BLOC GEOMETRIE_EN_PLAN
   BIAIS 100.000
FIN

BLOC APPUIS
    APPUI 1
    COURT_TERME 72880.0  -438000.0  3332000.0
    LONG_TERME  30760.0  -175000.0  1241000.0
    APPUI 2
    COURT_TERME 111340.0 -643000.0  4439000.0
    LONG_TERME  45020.0  -249000.0  1638000.0
FIN

BLOC EFFET_REMBLAIS
    CULEE GAUCHE
        PERMANENT     MOMENT +630.00 EFFORT_NORMAL  +884.00 K_MIN 0.6667  K_MAX 1.3333
        EXPLOITATION  MOMENT  -0.00  EFFORT_NORMAL   +0.00
    CULEE DROITE
        PERMANENT     MOMENT -644.00 EFFORT_NORMAL  -884.00 K_MIN 0.6667  K_MAX 1.3333
        EXPLOITATION  MOMENT   0.00  EFFORT_NORMAL   -0.00
FIN

BLOC PROFIL_CHARGEMENT 100
    PROFIL_TRANSVERSAL PROVISOIRE
    CHAUSSEE AXE_ROULEMENT CENTRE DEBATTEMENT 0.20
FIN

BLOC PROFIL_CHARGEMENT 200
    PROFIL_TRANSVERSAL DEFINITIF
    CHAUSSEE BANDE_NEUTRALISEE GAUCHE 0.50 DROITE 0.50
FIN


BLOC VEHICULE_GENERALISE 100 "Engin de chantier prad-el"
    LARGEUR 4.00 LONGUEUR 15.50 MAJORATION_DYNAMIQUE 1.00
    ESSIEU XL 0.00 POIDS 750   N_ROUES 2   E_ROUES 2.400   IMPACT_LONG 0.60    IMPACT_TRANS 0.60
    ESSIEU XL 9.50 POIDS 750   N_ROUES 2   E_ROUES 2.400   IMPACT_LONG 0.60    IMPACT_TRANS 0.60
FIN

BLOC AFFECTATION_CHARGES PROFIL_CHARGEMENT 100
   CHAUSSEE
   LM3_GENERALISE 100 LENT SEUL
FIN

BLOC AFFECTATION_CHARGES PROFIL_CHARGEMENT 200 REGLEMENT_FRANCAIS
   CHAUSSEE CLASSE 1
   A_DE_L BC BT BR
   TROTTOIRS
   CHARGE_TROTTOIR_FR
FIN

BLOC AFFECTATION_CHARGES PROFIL_CHARGEMENT 200
   CHAUSSEE
   MC120 ME120
FIN

BLOC SUPERSTRUCTURES PROVISOIRE
   ETANCHEITE  POIDS_VOL  6.0   EPAISSEUR 1.00  K_MIN  1.0  K_MAX  1.0
FIN

BLOC SUPERSTRUCTURES DEFINITIF
   ETANCHEITE  POIDS_VOL  1.76852   EPAISSEUR 1.00  K_MIN  0.780628 K_MAX  1.21937
   BANDE_SUPERSTRUCTURE TROTTOIR GAUCHE "trottoir gauche"
   POIDS_LIN 17.07    GAUCHE 0.826     K_MIN 1.00   K_MAX 1.00
```

```
   BANDE_SUPERSTRUCTURE TROTTOIR DROIT "trottoir droit"
   POIDS_LIN 17.07    DROITE 0.826     K_MIN 1.00   K_MAX 1.00
FIN

BLOC EFFET_THERMIQUE   "Phase définitive"
   TEMPERATURE_REFERENCE 0.00
   UNIFORME_RAPIDE MAX      30.00 MIN       -40.00
   GRADIENT        POSITIF  12.00 NEGATIF   0.00
FIN

BLOC TASSEMENTS   "Définition des tassements sous les appuis"
   APPUI  1 PROBABLE  0.000 ALEATOIRE  0.005
   APPUI  2 PROBABLE  0.000 ALEATOIRE  0.005
FIN

BLOC DATES_DE_PHASAGE
   MISE_EN_TENSION       0
   BETONNAGE POUTRES     1
   RELACHEMENT_BANC      2
   APPUIS PROVISOIRES   62
   BETONNAGE HOURDIS    77
   DURCISSEMENT HOURDIS 84.00
   APPUIS DEFINITIFS    99
   REMBLAIS_TECHNIQUES PROVISOIRES 99.01
   REMBLAIS_TECHNIQUES DEFINITIFS 99.01

   MISE_EN_SERVICE DEFINITIVE 182
   MISE_EN_SERVICE PROVISOIRE 182
FIN

BLOC ACIER_PASSIF
   LIMITE_ELASTIQUE 500.00  LOI_ELU  ELASTOPLASTIQUE
FIN

BLOC ACIER_PRECONTRAINTE
   LIMITE_RUPTURE 1860.00 LIMITE_ELASTIQUE 1600.00 RHO_1000  2.5
   LOI_ELU  ELASTOPLASTIQUE
FIN

BLOC ENROBAGES_BA
   POUTRE EXTRADOS    0.05
   POUTRE INTRADOS    0.05
   HOURDIS EXTRADOS    0.06
   HOURDIS INTRADOS    0.06
   ENTRETOISES INTRADOS 0.05
FIN

BLOC OUVERTURES_FISSURES
   POUTRE TOUT         0.30
   POUTRE_BP TOUT      0.30
   HOURDIS TOUT        0.30
   HOURDIS_BP TOUT     0.30
   ENTRETOISES INTRADOS 0.30
FIN

BLOC ORIENTATION_ACIERS
   PARALLELE PERPENDICULAIRE
FIN

BLOC ETUVAGE
   DUREES          0.50
   TEMPERATURES    70
   FCMP         35.00
FIN

BLOC COUPE_LONG_POUTRES
   LONGUEURS        21.1
   EXCENTREMENTS    0.450
   PALEES GAUCHE    0.700
   PALEES DROITE    0.700
FIN

BLOC COUPE_TRANS_POUTRES TOUTES
    HAUTEUR 1.00
    TRAVEES TOUTES
    SEMELLE LARGEUR SUPERIEURE 0.450    LARGEUR INFERIEURE 0.450
    SEMELLE HAUTEUR SUPERIEURE 0.150    HAUTEUR INFERIEURE 0.195
    GOUSSET HAUTEUR SUPERIEURE 0.040    HAUTEUR INFERIEURE 0.080
    AME 0.150
FIN

BLOC ENTRETOISE
   LONGUEUR  BIAISE 1.00 1.00
   HAUTEUR   PILE 1.22 CULEES TOUTES 1.22
FIN

BLOC COUPE_TRANS_PRAD
FILES 10
DISTANCE BORD TOUS 0.225
FIN

BLOC HOURDIS
   HOURDIS  EPAISSEUR 0.22
   COFFRAGE EPAISSEUR 0.000 POIDS_VOL 24.000
FIN

BLOC COUPE_PLAN_POUTRES
    # Aucun blochet pour les poutres (ni courantes ni rives)
```

```
FIN

BLOC CONTINUITE
   FOURCHETTE    NON
   COEFFICIENTS  1.0000 1.0000 1.0000 1.0000
FIN

BLOC TORON_PRETENDU   "Définition des torons"
   SECTION 150.000
   TENSION 1520.000
   LONGUEUR SCELLEMENT 1.200
   PERTE GLISSEMENT 23.200 FROTTEMENT 0.00
   P_CARACTERISTIQUE MAX TENSION 1.000 PERTES 1.000
   P_CARACTERISTIQUE MIN TENSION 1.000 PERTES 1.000
FIN

BLOC GROUPES_FERRAILLAGE
   GROUPER FILES NON
FIN

BLOC BETON_POUTRES   "Définition Béton Structures"
   FCK 60.00 CIMENT  S  SANS_SILICE  RH 70
   LOI_ELU  PARABOLE_RECTANGLE
   POIDS_VOL 25.00 K_MIN 1.00 K_MAX 1.00
FIN

BLOC BETON_HOURDIS   "Définition Béton du hourdis"
   FCK 35.00 CIMENT  S  SANS_SILICE  RH 70
   LOI_ELU  PARABOLE_RECTANGLE
   POIDS_VOL 25.00 K_MIN 1.00 K_MAX 1.00
FIN

BLOC FAMILLE_TORONS 10
   Z     0.070
   TORONS   5
   TORONS   4 GAINAGE  GAUCHE    4.000 DROITE    4.000
   Z     0.120
   TORONS   3
   TORONS   2 GAINAGE  GAUCHE    2.000 DROITE    2.000
   Z     0.170
   TORONS   5
   Z     0.470
   TORONS   2
FIN

BLOC PREC_POUTRES TOUTES
   FAMILLE_TORONS 10  TRAVEES   1
FIN
```

16 - Note de calculs commentée

On présente dans cette partie l'édition des principaux résultats une fois le calcul exécuté. Les résultats fournis à l'utilisateur sont restitués sous la forme d'un projet lié à l'ouvrage calculé : chaque projet est constitué d'une part par cette note de calcul générale qui constitue une synthèse de l'ensemble des calculs, et par ailleurs, pour avoir des informations plus détaillées sur les résultats, l'ensemble des fichiers de calculs et de résultats intermédiaires fournis par les différents modules de calculs est également disponible.

16.1 - Note de calcul générale

Ouvrage n°1

Cerema
Direction technique
infrastructures de transport et matériaux

NOTE DE CALCUL GÉNÉRALE

Logiciel CHAMOA-P, CEREMA/DTITM

Avant-Propos

La remise à un entrepreneur de la présente note de calcul n'atténue en rien sa responsabilité et ne le dispense pas notamment des obligations qui lui incombent.

De même, sa remise à un bureau d'études ne décharge pas celui-ci de sa responsabilité de concepteur, notamment en ce qui concerne le choix des données et les adaptations éventuelles à son projet des résultats du calcul.

L'utilisateur reconnaît être en possession de toutes les informations concernant les caractéristiques, les performances et les conditions d'utilisation de la note de calcul.

L'utilisateur est seul responsable du choix du logiciel et de son aptitude à l'exécution d'une prestation donnée ou à l'obtention de résultats escomptés ou pour des fins spécifiques.

Rappel des données

- RAPPEL DES DONNÉES

Notes de calcul

- RÉPARTITION TRANSVERSALE, LIGNES D'INFLUENCE, EFFORTS SOUS VÉRINAGE
- EFFORTS LONGITUDINAUX - FILE COURANTE
- EFFORTS LONGITUDINAUX - FILE DE RIVE GAUCHE
- EFFORTS LONGITUDINAUX - FILE DE RIVE DROITE
- EFFORTS LONGITUDINAUX (MOMENTS DÉCALÉS) - FILE COURANTE
- EFFORTS LONGITUDINAUX (MOMENTS DÉCALÉS) - FILE DE RIVE GAUCHE
- EFFORTS LONGITUDINAUX (MOMENTS DÉCALÉS) - FILE DE RIVE DROITE
- EFFORTS TRANSVERSAUX

- RÉACTIONS D'APPUIS ET FLÈCHES
- CONTRAINTES BETON - FILE COURANTE
- CONTRAINTES BETON - FILE DE RIVE GAUCHE
- CONTRAINTES BETON - FILE DE RIVE DROITE
- ACIERS PASSIFS - FILE COURANTE
- ACIERS PASSIFS - FILE DE RIVE GAUCHE
- ACIERS PASSIFS - FILE DE RIVE DROITE
- FLEXION TRANSVERSALE - CONTRAINTES BETON - TRAVEE 1
- FLEXION TRANSVERSALE - CONTRAINTES BETON - TRAVEE 2
- FLEXION TRANSVERSALE - CONTRAINTES BETON - TRAVEE 3
- FLEXION TRANSVERSALE - ACIERS PASSIFS - TRAVEE 1
- FLEXION TRANSVERSALE - ACIERS PASSIFS - TRAVEE 2
- FLEXION TRANSVERSALE - ACIERS PASSIFS - TRAVEE 3

Synthèse des erreurs

- RAPPORT D'ERREURS ET AVERTISSEMENTS

© CEREMA / DTITM Site Web LOA

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

La note de calcul générale est présentée ici dans son format html.

16.2 - Rappel des données

Le rappel des données est le 1er élément présenté dans la note de synthèse et correspond à l'édition des données telles que définies par l'utilisateur. Ce fichier est produit également par l'interface de saisie pour que l'utilisateur vérifie que les données correspondent bien à ce qu'il souhaite faire avant de demander un calcul au CEREMA.

16.2.1 - Ouvrage n°1

PROGRAMME PRAD

COMMANDITAIRE :

Societe : Non connue.
Responsable : Non connue.

CEREMA :

Responsable : Non Connu.

OUVRAGE : Test sur cas reel - 3 travees (base sur Calcul 280_PP)

Voie portee : Non connue.
Voie franchie : Non connue.
Maitre d'oeuvre : Non connue.
Maitre d'ouvrage : Non connue.

COUPE LONGITUDINALE BIAISE :

Epaisseur du tablier : 0.890

About gauche : 0.060
Travee 1 : 11.000
Travee 2 : 20.000
Travee 3 : 11.000
About droit : 0.060

APPUIS :

Appui 1 : APPUI SIMPLE
Appui 2 : APPUI SIMPLE
Appui 3 : APPUI SIMPLE
Appui 4 : APPUI SIMPLE

COUPE LONGITUDINALE DES POUTRES :

	Longueur	Excentrement
Travee 1 :	10.165	0.500
Travee 2 :	19.330	0.335
Travee 3 :	10.165	0.335

DISTANCES ENTRE AXES DES APPUIS DEFINITIFS ET DES PALEES PROVISOIRES :

	A gauche	A droite
Travee 1 :	0.765	0.600
Travee 2 :	0.600	0.600
Travee 3 :	0.600	0.765

ENTRETOISES :

- Longueurs biaises
Travee 1 gauche : 1.100
Travees 1 - 2 : 0.670
Travees 2 - 3 : 0.670
Travee 3 droite : 1.100
Hauteur sur culee gauche : 0.890 Appuis sous chevetre d'about
Hauteur sur piles : 0.890
Hauteur sur culee droite : 0.890 Appuis sous chevetre d'about

- Engagements biais des poutres dans les entretoises

	A gauche	A droite
Travee 1 :	0.5400	0.0000
Travee 2 :	0.0000	0.0000
Travee 3 :	0.0000	0.5400

GEOMETRIE EN PLAN :

Biais : 100.00

PROFIL TRANSVERSAL DEFINITIF : Titre Profil en Travers Définitif

Trottoir gauche : 2.060 H Diff : 0.000 Beta : 45.000
Chaussee : 5.500 H Diff : 0.000 Beta : 45.000
Trottoir droit : 1.060 H Diff : 0.000 Beta : 45.000

LARGEUR DU TABLIER : 8.620

COUPE TRANSVERSALE DE TOUTES LES POUTRES

POUTRES RECTANGULAIRES
- Hauteur : 0.650
- Largeur : 0.350

COUPE TRANSVERSALE DU TABLIER

- Nombre de files : 10
- Entre axe : 0.919
- Distance bord gauche : 0.175
- Distance bord droit : 0.175
- Distance bord interne gauche : 0.459
- Distance bord interne droit : 0.459

JUMELAGE

	Travee 1	Travee 2	Travee 3
- Poutres courantes :	NON	NON	NON
- Poutres de rive :	NON	NON	NON

COUPE TRANSVERSALE DU HOURDIS

- Hauteur resistante au-dessus des poutres : 0.240
- Hauteur resistante au-dessus du coffrage perdu : 0.240
- Epaisseur du coffrage perdu : 0.000
- Poids volumique du coffrage perdu (kN/m3) : 24.000

COUPE EN PLAN DES POUTRES

SUPERSTRUCTURES DEFINITIVES :

Chape : E : 2.792 Pv : 1.00 k1 : 0.753 k2 : 1.247
Trottoir gauche : E : 0.000 Pv : 0.00 k1 : 1.000 k2 : 1.000
Trottoir droit : E : 0.000 Pv : 0.00 k1 : 1.000 k2 : 1.000

- Charge lineique trottoir gauche : Charge Linéique
Y a gauche : 0.802 L : 0.000 Pl : 17.96 k1 : 1.000 k2 : 1.000

- Charge lineique trottoir droit : Charge Linéique
Y a gauche : 0.340 L : 0.000 Pl : 10.41 k1 : 1.000 k2 : 1.000

BETON DES POUTRES : Définition Béton Structures

Resistance a 28 j : 60.00
Loi ELU : Loi parabole-rectangle
Classe du ciment : Ciment R
Silice : NON
Humidite relative : 70.000
Poids volumique : 25.000
Coefficient k min : 1.000
Coefficient k max : 1.000
Durees etuvage (j) : 1.000
Temperatures : 70.000
Resistance fcmp : 35.00

BETON DU HOURDIS : Définition Béton du hourdis

Resistance a 28 j : 35.00
Loi ELU : Loi parabole-rectangle
Classe du ciment : Ciment N
Silice : NON
Humidite relative : 70.000
Poids volumique : 25.000
Coefficient k min : 1.000
Coefficient k max : 1.000

POIDS DES TRAVEES :

	Travee 1	Travee 2	Travee 3
- Poids des travees :	1308.945	2227.644	1308.945

ACIERS PASSIFS :

Limite elastique : 500.00
Loi ELU : Loi elastoplastique
Option d'orientation : Parallele - Perpendiculaire

ACIERS ACTIFS :

Limite de rupture : 1860.00
Limite elastique : 1656.00
Rho_1000 (%) : 2.50
Loi ELU : Loi elastoplastique

TORONS PRE-TENDUS : Définition des torons

Section (mm2) : 93.00
Longueur conventionnelle de scellement : 0.9500
Perte instantanee par glissement (MPa) : 12.3000
Perte instantanee par frottement (MPa) : 0.0000
Coefficient P max (tension) : 1.050
Coefficient P max (pertes) : 1.050
Coefficient P min (tension) : 0.950
Coefficient P min (pertes) : 0.950
Justification mise en tension sous : Precontrainte en valeur caracteristique
Contrainte de mise en tension : 1573.00
Contrainte maximum admissible (k1, k2) : 1488.00
Contrainte maximum admissible (k3) : 1573.20
Diametre des gainages : 0.0123 (par defaut)

ATTENTION : CONTRAINTE REGLEMENTAIRE K1 K2 DEPASSEE

PRECONTRAINTE EN VUE D'UNE VERIFICATION

PRECONTRAINTE DE TOUTES LES POUTRES

- Travee : 1 Famille : 10

	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite
Lit : 1	0.0650	2	0.0000	0.0000
Lit : 2	0.1100	2	0.0000	0.0000
Lit : 3	0.1550	1	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.2000	1	0.0000	0.0000

- Travee : 2 Famille : 20

	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite
Lit : 1	0.0650	2	0.0000	0.0000
		3	2.7500	2.7500
Lit : 2	0.1100	2	0.0000	0.0000
		1	2.7500	2.7500
Lit : 3	0.1550	3	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.2000	3	0.0000	0.0000
Lit : 5	0.2450	2	0.0000	0.0000
Lit : 6	0.2900	2	0.0000	0.0000

- Travee : 3 Famille : 10

	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite
Lit : 1	0.0650	2	0.0000	0.0000
Lit : 2	0.1100	2	0.0000	0.0000
Lit : 3	0.1550	1	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.2000	1	0.0000	0.0000

ENROBAGES :

Poutres : 0.030 m extrados
Poutres : 0.040 m intrados
Hourdis : 0.030 m extrados
Hourdis : 0.040 m intrados
Entretoises : 0.040 m intrados

GROUPES DE FERRAILLAGE DES FILES :

- COURANTES
- DE RIVE

OUVERTURES DES FISSURES :

Poutres : 0.30 mm
Poutres (BP) : 0.30 mm
Hourdis : 0.30 mm
Hourdis (BP) : 0.30 mm
Entretoises : 0.30 mm intrados

LIMITATION DES CONTRAINTES AUX ELS

Compression max. dans le beton aux ELS caracteristiques kcc : 0.600000
Compression max. dans le beton aux ELS caracteristiques (fatigue) kcc : 0.600000
Traction max. dans les aciers BA aux ELS caracteristiques (fatigue) Mpa : 300.00
Traction max. dans le beton aux ELS frequents (fatigue) kct : 0.000000
Compression max. dans le beton aux ELS quasi permanents (fluage) kcc : 0.450000
Verification du critere de non decompression aux ELS frequents (BP) : NON
Critere Cerema de traction max. dans le beton aux ELS caracteristiques kct : 1.000000
Compression max. dans le beton a la mise en tension (fluage) kcc : 0.450000
Traction max. dans le beton a la mise en tension kct : 0.700000
Compression max. dans le beton a la mise en tension (specifique prad) kcc : 0.600000
Compression max. dans le beton en construction (hors mise en tension) kcc : 0.450000
Traction max. dans le beton en construction (hors mise en tension) kct : 0.700000
Traction max. dans le beton a la mise en tension (abouts prad) kct : 0.700000
Traction max. dans le beton en construction (hors MT)(abouts prad) kct : 0.700000

DATES DE PHASAGE :
Mise en tension sur banc : 0.000 jours
Betonnage des poutres : 1.000 jours
Mise en precontrainte des poutres : 2.000 jours
Mise sur appuis provisoires : 62.000 jours
Coulage du hourdis et entretoises : 69.000 jours
Durcissement du hourdis et entretoises : 76.000 jours
Mise sur appuis definitifs : 90.000 jours
Application de l'action des terres (profil provisoire): 100.000 jours
Application de l'action des terres (profil definitif) : 100.000 jours
Mise en service provisoire : 104.000 jours
Mise en service definitif : 104.000 jours

EFFETS THERMIQUES : Phase dfinitive

Temperature de reference : 10.0
Variation uniforme rapide max. (+ DTN,exp) : 0.0
Variation uniforme rapide min. (- DTN,con) : 0.0
Gradient positif (+ DTM,heat) : 12.0
Gradient negatif (- DTM,cool) : 0.0

TASSEMENTS : Définition des tassements sous les appuis

Appui PROBABLE ALEATOIRE

1 0.000 0.010
2 0.000 0.010
3 0.000 0.010
4 0.000 0.010

COEFFICIENTS DE CONTINUITE SUR APPUIS :

PROFILS DE CHARGEMENT :
Profil en !--------- Chaussee ----------! !-- Trott. G --! !-- Trott. D --!
Numero travers Bn G Bn D Axe d Bn G Bn D Bn G Bn D

100 DEFINITIF 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

AFFECTATION DES CHARGES :

-> Affectation : 1 Profil de chargement : 100 reglement FRANCAIS

Classe chaussee : 3
Chaussee : Charge repartie A(L)
Systeme Bc
Trottoir gauche : Charge de trottoir generale (150 kg/m2)
Trottoir droit : Charge de trottoir generale (150 kg/m2)

APPAREILS D'APPUI :

- Non definis

DISPOSITIFS DE VERINAGE :

- Non definis

HYPOTHESES DE FERRAILLAGE POUR LE POSITIONNEMENT DES ACIERS

- Diametre armatures long des poutres : 0.014 (Par defaut)
- Diametre armatures long du hourdis : 0.016 (Par defaut)
- Diametre armatures trans du hourdis : 0.012 (Par defaut)
- Diametre etriers des poutres : 0.008 (Par defaut)
- Diametre etriers : 0.008 (Par defaut)

MODIFICATIONS EXTRA-REGLEMENTAIRES :

INITIAL : 0.0000 MODIFIE : 1.0000 Garder les fichiers intermediaires de PR2 et PR4
INITIAL : 0.0000 MODIFIE : 1.0000 Editer les fichiers de deroulement PR2 et PR4

16.2.2 - Ouvrage n°2

PROGRAMME PRAD_TDC

Calcul : T023
Suffixe : 0
Date : 30/06/2014
Heure : 14:58:58

COMMANDITAIRE :
Societe : Non connue.
Responsable : Non connue.

CEREMA :

Responsable : Non connu.

OUVRAGE : Test sur cas reel - 3 travees (base sur Calcul PRAD EL 354)

Voie portee : Non connue.
Voie franchie : Non connue.
Maitre d'oeuvre : Non connue.
Maitre d'ouvrage : Non connue.

COUPE LONGITUDINALE BIAISE :

Epaisseur du tablier : 0.840

About gauche : 0.440
Travee 1 : 18.000
Travee 2 : 25.010
Travee 3 : 18.000
About droit : 0.440

APPUIS :

Appui 1 : APPUI SIMPLE
Appui 2 : APPUI SIMPLE
Appui 3 : APPUI SIMPLE
Appui 4 : APPUI SIMPLE

COUPE LONGITUDINALE DES POUTRES :

	Longueur	Excentrement
Travee 1 :	16.840	0.580
Travee 2 :	23.860	0.575
Travee 3 :	16.840	0.580

DISTANCES ENTRE AXES DES APPUIS DEFINITIFS ET DES PALEES PROVISOIRES :

	A gauche	A droite
Travee 1 :	0.800	0.800
Travee 2 :	0.800	0.800
Travee 3 :	0.800	0.800

ENTRETOISES :

- Longueurs biaises
Travee 1 gauche : 1.170
Travees 1 - 2 : 1.255
Travees 2 - 3 : 1.255
Travee 3 droite : 1.170

Hauteur sur culee gauche : 0.840 Appuis sous chevetre d'about
Hauteur sur piles : 0.840
Hauteur sur culee droite : 0.840 Appuis sous chevetre d'about

- Engagements biais des poutres dans les entretoises

	A gauche	A droite
Travee 1 :	0.1500	0.0475
Travee 2 :	0.0525	0.0525
Travee 3 :	0.0475	0.1500

GEOMETRIE EN PLAN :

Biais : 70.00

PROFIL TRANSVERSAL DEFINITIF : Titre Profil en Travers Définitif

Trottoir gauche : 1.800 H Diff : 0.000 Beta : 45.000
Chaussee : 7.260 H Diff : 0.000 Beta : 45.000
Trottoir droit : 1.800 H Diff : 0.000 Beta : 45.000

LARGEUR DU TABLIER : 10.860

COUPE TRANSVERSALE DES POUTRES COURANTES

- Hauteur : 0.740
- Largeur de la semelle : 0.780
- Epaisseur de la semelle : 0.200
- Largeur du gousset : 0.380

- Hauteur du gousset : 0.000
- Epaisseur de l'ame : 0.380

COUPE TRANSVERSALE DES POUTRES DE RIVE

- Hauteur : 0.740
- Largeur : 0.750
- Epaisseur de la semelle : 0.200
- Largeur du gousset : 0.000
- Hauteur du gousset : 0.000
- Epaisseur de l'ame : 0.380
- Hauteur de l'ame : 0.540
- Decalage de la longrine : 0.000
- Largeur de la longrine : 0.000

SUPERSTRUCTURES DEFINITIVES :

Chape : E : 1.000 Pv : 4.42 k1 : 0.906 k2 : 1.094
Trottoir gauche : E : 0.000 Pv : 24.00 k1 : 1.000 k2 : 1.000
Trottoir droit : E : 0.000 Pv : 24.00 k1 : 1.000 k2 : 1.000

BETON DES POUTRES : Définition Béton Structures

Resistance a 28 j : 60.00
Loi ELU : Loi parabole-rectangle
Classe du ciment : Ciment R
Silice : NON
Humidite relative : 70.000
Poids volumique : 26.000
Coefficient k min : 1.000
Coefficient k max : 1.000
Durees etuvage (j) : 0.500
Temperatures : 70.000
Resistance fcmp : 45.00

BETON DU HOURDIS : Définition Béton du hourdis

Resistance a 28 j : 35.00
Loi ELU : Loi parabole-rectangle
Classe du ciment : Ciment N
Silice : NON
Humidite relative : 70.000
Poids volumique : 25.000
Coefficient k min : 1.000
Coefficient k max : 1.000

POIDS DES TRAVEES :

	Travee 1	Travee 2	Travee 3
- Poids des travees :	4190.034	5824.150	4190.034

ACIERS PASSIFS :

Limite elastique : 500.00
Loi ELU : Loi elastoplastique
Option d'orientation : Parallele – Perpendiculaire

ACIERS ACTIFS :

Limite de rupture : 1860.00
Limite elastique : 1643.00
Rho_1000 (%) : 2.50
Loi ELU : Loi elastoplastique

TORONS PRE-TENDUS : Définition des torons

Section (mm2) : 140.00
Longueur conventionnelle de scellement : 1.2000
Perte instantanee par glissement (MPa) : 19.0000
Perte instantanee par frottement (MPa) : 0.0000
Coefficient P max (tension) : 1.000
Coefficient P max (pertes) : 1.000
Coefficient P min (tension) : 1.000
Coefficient P min (pertes) : 1.000
Justification mise en tension sous : Precontrainte en valeur caracteristique
Contrainte de mise en tension : 1561.00
Contrainte maximum admissible (k1, k2) : 1478.70
Contrainte maximum admissible (k3) : 1560.85
Diametre des gainages : 0.0151 (par defaut)

ATTENTION : CONTRAINTE REGLEMENTAIRE K1 K2 DEPASSEE

PRECONTRAINTE EN VUE D'UNE VERIFICATION

PRECONTRAINTE DES POUTRES COURANTES

- Travee : 1 Famille : 10

	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite
Lit : 1	0.0700	2	0.0000	0.0000
		7	4.0000	4.0000
Lit : 2	0.1200	3	0.0000	0.0000
		2	2.0000	2.0000
Lit : 3	0.1700	5	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.4700	5	0.0000	0.0000

- Travee : 2 Famille : 20

Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite

Lit : 1	0.0700	4	0.0000	0.0000
		7	5.0000	5.0000
Lit : 2	0.1200	7	0.0000	0.0000
		4	3.0000	3.0000
Lit : 3	0.1700	5	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.4700	4	0.0000	0.0000

- Travee : 3 Famille : 10

	Z	Torons	Gainage a gauche	Ganage a droite
Lit : 1	0.0700	2	0.0000	0.0000
		7	4.0000	4.0000
Lit : 2	0.1200	3	0.0000	0.0000
		2	2.0000	2.0000
Lit : 3	0.1700	5	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.4700	5	0.0000	0.0000

PRECONTRAINTE DES POUTRES DE RIVE GAUCHE

- Travee : 1 Famille : 30

	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite
Lit : 1	0.0700	2	0.0000	0.0000
		4	4.0000	4.0000
Lit : 2	0.1200	3	0.0000	0.0000
		2	2.0000	2.0000
Lit : 3	0.1700	5	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.4700	3	0.0000	0.0000

- Travee : 2 Famille : 40

	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite
Lit : 1	0.0700	4	0.0000	0.0000
		5	5.0000	5.0000
Lit : 2	0.1200	6	0.0000	0.0000
		4	3.0000	3.0000
Lit : 3	0.1700	8	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.4700	3	0.0000	0.0000

- Travee : 3 Famille : 30

	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite
Lit : 1	0.0700	2	0.0000	0.0000
		4	4.0000	4.0000
Lit : 2	0.1200	3	0.0000	0.0000
		2	2.0000	2.0000
Lit : 3	0.1700	5	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.4700	3	0.0000	0.0000

PRECONTRAINTE DES POUTRES DE RIVE DROITE

- Travee : 1 Famille : 30

	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite
Lit : 1	0.0700	2	0.0000	0.0000
		4	4.0000	4.0000
Lit : 2	0.1200	3	0.0000	0.0000
		2	2.0000	2.0000
Lit : 3	0.1700	5	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.4700	3	0.0000	0.0000

- Travee : 2 Famille : 40

	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite
Lit : 1	0.0700	4	0.0000	0.0000
		5	5.0000	5.0000
Lit : 2	0.1200	6	0.0000	0.0000
		4	3.0000	3.0000
Lit : 3	0.1700	8	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.4700	3	0.0000	0.0000

- Travee : 3 Famille : 30

	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite
Lit : 1	0.0700	2	0.0000	0.0000
		4	4.0000	4.0000
Lit : 2	0.1200	3	0.0000	0.0000
		2	2.0000	2.0000
Lit : 3	0.1700	5	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.4700	3	0.0000	0.0000

ENROBAGES :

Poutres : 0.015 m extrados
Poutres : 0.060 m intrados
Hourdis : 0.070 m
Entretoises : 0.060 m intrados

GROUPES DE FERRAILLAGE DES FILES :

- COURANTES
- DE RIVE GAUCHE
- DE RIVE DROITE

OUVERTURES DES FISSURES :

Poutres : 0.30 mm
Poutres (BP) : 0.30 mm
Hourdis : 0.30 mm
Hourdis (BP) : 0.30 mm
Entretoises : 0.30 mm intrados

LIMITATION DES CONTRAINTES AUX ELS

```
  Compression max. dans le beton aux ELS caracteristiques              kcc :      0.600000
  Compression max. dans le beton aux ELS caracteristiques   (fatigue)   kcc :      0.600000
  Traction max. dans les aciers BA aux ELS caracteristiques (fatigue)   Mpa : 300.00
  Traction max. dans le beton aux ELS frequents            (fatigue)   kct :      0.000000
  Compression max. dans le beton  aux ELS quasi permanents  (fluage)    kcc :      0.450000
  Verification du critere de non decompression  aux ELS frequents (BP)      : NON
  Critere Cerema de traction max. dans le beton aux ELS caracteristiques kct :      1.000000
  Compression max. dans le beton a la mise en tension       (fluage)    kcc :      0.600000
  Traction    max. dans le beton a la mise en tension                   kct :      0.700000
  Compression max. dans le beton a la mise en tension (specifique prad) kcc :      0.600000
  Compression max. dans le beton en construction (hors mise en tension) kcc :      0.450000
  Traction    max. dans le beton en construction (hors mise en tension) kct :      0.700000
  Traction    max. dans le beton a la mise en tension     (abouts prad) kct :      0.700000
  Traction    max. dans le beton en construction (hors MT)(abouts prad) kct :      0.700000

DATES DE PHASAGE :
  Mise en tension sur banc                          :   0.000 jours
  Betonnage des poutres                             :   1.000 jours
  Mise en precontrainte des poutres                 :   2.000 jours
  Mise sur appuis provisoires                       :  60.000 jours
  Coulage du hourdis et entretoises                 :  73.000 jours
  Durcissement du hourdis et entretoises            :  80.000 jours
  Mise sur appuis definitifs                        :  94.000 jours
  Mise en service provisoire                        :  90.000 jours
  Mise en service definitif                         : 170.000 jours

EFFETS THERMIQUES : Phase définitive

  Temperature de reference                  :  10.0
  Variation uniforme rapide max. (+ DTN,exp)  :   0.0
  Variation uniforme rapide min. (- DTN,con)  :   0.0
  Gradient positif            (+ DTM,heat) :   9.6
  Gradient negatif            (- DTM,cool) :  -6.0

TASSEMENTS : Définition des tassements sous les appuis

  Appui  PROBABLE ALEATOIRE

     1   0.000    0.005
     2   0.000    0.005
     3   0.000    0.005
     4   0.000    0.005

COEFFICIENTS DE CONTINUITE SUR APPUIS :

PROFILS DE CHARGEMENT :
       Profil en  !---------- Chaussee -----------!  !-- Trott. G --!  !-- Trott. D --!
Numero   travers     Bn G    Bn D    Axe       d        Bn G    Bn D      Bn G    Bn D

   100  DEFINITIF    0.000   0.000                     0.000   0.000     0.000   0.000

AFFECTATION DES CHARGES :

->  Affectation :  1   Profil de chargement :  100   reglement EUROCODES

    Classe chaussee : 2
    Chaussee        : Modele de charges LM1
    Trottoir gauche : Charge de trottoir Eurocodes (5 kN / m2)
    Trottoir droit  : Charge de trottoir Eurocodes (5 kN / m2)

APPAREILS D'APPUI :

  - Non definis

DISPOSITIFS DE VERINAGE :

  - Non definis

HYPOTHESES DE FERRAILLAGE POUR LE POSITIONNEMENT DES ACIERS

- Diametre armatures long  des poutres :  0.014    (Par defaut)
- Diametre armatures long  du hourdis  :  0.016    (Par defaut)
- Diametre armatures trans du hourdis  :  0.012    (Par defaut)
- Diametre etriers des poutres         :  0.008    (Par defaut)
- Diametre etriers                     :  0.008    (Par defaut)

MODIFICATIONS EXTRA-REGLEMENTAIRES :

  INITIAL :     0.0000  MODIFIE :     1.0000  Garder les fichiers intermediaires de PR2 et PR4
  INITIAL :     1.0000  MODIFIE :     0.0000  Editer les NDC Effort PR2 de chaque file
  INITIAL :     1.0000  MODIFIE :     0.0000  Editer la  NDC Reactions Fleches PR2
  INITIAL :     1.0000  MODIFIE :     0.0000  Editer les NDC PR4 de chaque section
  INITIAL :     0.0000  MODIFIE :     1.0000  M2 non execute (ok si seuls PREC_POUTRES et FAMILLE_TORONS modifies)
  INITIAL :     0.0000  MODIFIE :     3.0000  Calculs PR2 executes uniquement pour la file specifiee
  INITIAL :     0.0000  MODIFIE :     1.0000  Calculs PR2 executes uniquement pour les pivots M et N
  INITIAL :     0.0000  MODIFIE :     1.0000  Calculs PR2 avec maillage grossier du modele ST1 poutre-echelle
  INITIAL :     0.0000  MODIFIE :     3.0000  Calculs PR4 executes uniquement pour la file specifiee
  INITIAL :     0.0000  MODIFIE :     1.0000  Calculs PR4 executes uniquement pour obtention des contraintes non fissurees
  INITIAL :    -1.0000  MODIFIE :     2.0000  Longueur de justification spécifique abouts de poutres
```

16.2.3 - Ouvrage n°3

```
PROGRAMME PRAD
  Calcul      : T024
  Suffixe     : 0
```

```
  Date       : 05/07/2014
  Heure      : 14:58:58

COMMANDITAIRE :
  Societe     : Non connue.
  Responsable : Non connue.

CEREMA :

  Responsable :  Non connu.

OUVRAGE : Test sur cas reel - 1 travee, Portique (base sur Calcul PRAD EL 278)

  Voie portee      : Non connue.
  Voie franchie    : Non connue.
  Maitre d'oeuvre  : Non connue.
  Maitre d'ouvrage : Non connue.

COUPE LONGITUDINALE BIAISE :

  Epaisseur du tablier :  1.220
  About gauche :  0.450
  Travee 1     : 22.000
  About droit  :  0.450

APPUIS :

          |fx|   |R1 0  R4| |dx|
  RAPPEL : |fy| = |0  0  0 |*|dy|
          |mz|   |R4 0  R6| |rz|

  Appui 1 : APPUI ELASTIQUE
  - COURT TERME :  R1    72880.0      R4   -438000.      R6   0.333200E+07
  - LONG TERME  :  R1    30760.0      R4   -175000.      R6   0.124100E+07

  Appui 2 : APPUI ELASTIQUE
  - COURT TERME :  R1    111340.      R4   -643000.      R6   0.443900E+07
  - LONG TERME  :  R1    45020.0      R4   -249000.      R6   0.163800E+07

COUPE LONGITUDINALE DES POUTRES :
             Longueur  Excentrement
  Travee 1 :   21.100    0.450

DISTANCES ENTRE AXES DES APPUIS DEFINITIFS ET DES PALEES PROVISOIRES :

             A gauche A droite
  Travee 1 :    0.700    0.700

ENTRETOISES :

- Longueurs biaises
  Travee 1 gauche :  1.000
  Travee 1 droite :  1.000
  Hauteur sur culee gauche :   1.220  Appuis sous chevetre d'about
  Hauteur sur culee droite :   1.220  Appuis sous chevetre d'about

- Engagements biais des poutres dans les entretoises

            A gauche   A droite
  Travee 1 :   0.1000     0.1000

GEOMETRIE EN PLAN :

  Biais :  100.00

PROFIL TRANSVERSAL PROVISOIRE : Titre Profil en Travers Provisoire

  Trottoir gauche :  3.200   H Diff :  0.000   Beta : 45.000
  Chaussee        :  4.400   H Diff :  0.000   Beta : 45.000
  Trottoir droit  :  3.200   H Diff :  0.000   Beta : 45.000
PROFIL TRANSVERSAL DEFINITIF : Titre Profil en Travers Définitif
  Trottoir gauche :  1.900   H Diff :  0.000   Beta : 45.000
  Chaussee        :  7.000   H Diff :  0.000   Beta : 45.000
  Trottoir droit  :  1.900   H Diff :  0.000   Beta : 45.000

LARGEUR DU TABLIER : 10.800

COUPE TRANSVERSALE DE TOUTES LES POUTRES

  POUTRES EN I
  - Hauteur                          :   1.000
  - Largeur de la semelle superieure   :   0.450
  - Epaisseur de la semelle superieure :   0.150
  - Hauteur du gousset superieur       :   0.040
  - Hauteur du gousset inferieur       :   0.080
  - Epaisseur de la semelle inferieure :   0.195
  - Largeur de la semelle inferieure   :   0.450
  - Epaisseur de l'ame                 :   0.150

COUPE TRANSVERSALE DU TABLIER

  - Nombre de files      : 10
  - Entre axe            :   1.150
  - Distance bord gauche :   0.225
  - Distance bord droit  :   0.225
  - Distance bord interne gauche :   0.575
```

- Distance bord interne droit : 0.575

JUMELAGE

Travee 1
- Poutres courantes : NON
- Poutres de rive : NON

COUPE TRANSVERSALE DU HOURDIS

- Hauteur resistante au-dessus des poutres : 0.220
- Hauteur resistante au-dessus du coffrage perdu : 0.220
- Epaisseur du coffrage perdu : 0.000
- Poids volumique du coffrage perdu (kN/m3) : 24.000

COUPE EN PLAN DES POUTRES

EFFETS DES REMBLAIS TECHNIQUES SUR LE TABLIER (PROFIL PROVISIOIRE) :

	GAUCHE	DROITE
Effort normal permanent du aux terres :	0.000	0.000
Moment permanent du aux terres :	0.000	0.000
Coefficient k1 sur l'action des terres :	0.700	0.700
Coefficient k2 sur l'action des terres :	1.300	1.300
Effort normal du aux charges d'exploitation :	0.000	0.000
Moment du aux charges d'exploitation :	0.000	0.000

EFFETS DES REMBLAIS TECHNIQUES SUR LE TABLIER (PROFIL DEFINITIF) :

	GAUCHE	DROITE
Effort normal permanent du aux terres :	884.000	-884.000
Moment permanent du aux terres :	630.000	-644.000
Coefficient k1 sur l'action des terres :	0.667	0.667
Coefficient k2 sur l'action des terres :	1.333	1.333
Effort normal du aux charges d'exploitation :	0.000	0.000
Moment du aux charges d'exploitation :	0.000	0.000

SUPERSTRUCTURES PROVISOIRES :

Chape : E : 1.000 Pv : 6.00 k1 : 1.000 k2 : 1.000
Trottoir gauche : E : 0.000 Pv : 24.00 k1 : 1.000 k2 : 1.000
Trottoir droit : E : 0.000 Pv : 24.00 k1 : 1.000 k2 : 1.000

SUPERSTRUCTURES DEFINITIVES :

Chape : E : 1.000 Pv : 1.77 k1 : 0.781 k2 : 1.219
Trottoir gauche : E : 0.000 Pv : 24.00 k1 : 1.000 k2 : 1.000
Trottoir droit : E : 0.000 Pv : 24.00 k1 : 1.000 k2 : 1.000

- Charge lineique trottoir gauche : trottoir gauche
Y a gauche : 0.826 L : 0.000 Pl : 17.07 k1 : 1.000 k2 : 1.000

- Charge lineique trottoir droit : trottoir droit
Y a droite : 0.826 L : 0.000 Pl : 17.07 k1 : 1.000 k2 : 1.000

BETON DES POUTRES : Définition Béton Structures

Resistance a 28 j : 60.00
Loi ELU : Loi parabole-rectangle
Classe du ciment : Ciment S
Silice : NON
Humidite relative : 70.000
Poids volumique : 25.000
Coefficient k min : 1.000
Coefficient k max : 1.000
Durees etuvage (j) : 0.500
Temperatures : 70.000
Resistance fcmp : 35.00

BETON DU HOURDIS : Définition Béton du hourdis

Resistance a 28 j : 35.00
Loi ELU : Loi parabole-rectangle
Classe du ciment : Ciment S
Silice : NON
Humidite relative : 70.000
Poids volumique : 25.000
Coefficient k min : 1.000
Coefficient k max : 1.000

POIDS DES TRAVEES :

Travee 1
- Poids des travees : 3022.388

ACIERS PASSIFS :

Limite elastique : 500.00
Loi ELU : Loi elastoplastique
Option d'orientation : Parallele – Perpendiculaire

ACIERS ACTIFS :

Limite de rupture : 1860.00
Limite elastique : 1600.00

```
  Rho_1000 (%)      :    2.50
  Loi ELU          : Loi elastoplastique

TORONS PRE-TENDUS : Définition des torons

  Section (mm2)                        :   150.00
  Longueur conventionnelle de scellement :   1.2000
  Perte instantanee par glissement (MPa) :  23.2000
  Perte instantanee par frottement (MPa) :   0.0000
  Coefficient P max (tension)          :    1.000
  Coefficient P max (pertes)           :    1.000
  Coefficient P min (tension)          :    1.000
  Coefficient P min (pertes)           :    1.000
  Justification mise en tension sous     : Precontrainte en valeur caracteristique
  Contrainte de mise en tension         :  1520.00
  Contrainte maximum admissible (k1, k2) :  1440.00
  Contrainte maximum admissible (k3)     :  1520.00
  Diametre des gainages                 :   0.0157 (par defaut)

  ATTENTION : CONTRAINTE REGLEMENTAIRE K1 K2 DEPASSEE

PRECONTRAINTE EN VUE D'UNE VERIFICATION

  PRECONTRAINTE DE TOUTES LES POUTRES

- Travee : 1  Famille : 10
                 Z     Torons   Gainage a gauche   Gainage a droite
      Lit : 1    0.0700     5        0.0000            0.0000
                      4        4.0000            4.0000
      Lit : 2    0.1200     3        0.0000            0.0000
                      2        2.0000            2.0000
      Lit : 3    0.1700     5        0.0000            0.0000
      Lit : 4    0.4700     2        0.0000            0.0000

ENROBAGES :

  Poutres          :    0.050 m
  Hourdis          :    0.060 m
  Entretoises      :    0.050 m intrados

GROUPES DE FERRAILLAGE DES FILES :

  - COURANTES
  - DE RIVE GAUCHE
  - DE RIVE DROITE

OUVERTURES DES FISSURES :

  Poutres          :    0.30 mm
  Poutres (BP)     :    0.30 mm
  Hourdis          :    0.30 mm
  Hourdis (BP)     :    0.30 mm
  Entretoises      :    0.30 mm intrados

LIMITATION DES CONTRAINTES AUX ELS

  Compression max. dans le beton aux ELS caracteristiques              kcc :      0.600000
  Compression max. dans le beton aux ELS caracteristiques   (fatigue)   kcc :      0.600000
  Traction max. dans les aciers BA aux ELS caracteristiques (fatigue)   Mpa : 300.00
  Traction max. dans le beton aux ELS frequents            (fatigue)   kct :      0.000000
  Compression max. dans le beton  aux ELS quasi permanents  (fluage)    kcc :      0.450000
  Verification du critere de non decompression  aux ELS frequents (BP)      : NON
  Critere Cerema de traction max. dans le beton aux ELS caracteristiques kct :      1.000000
  Compression max. dans le beton a la mise en tension       (fluage)    kcc :      0.450000
  Traction    max. dans le beton a la mise en tension                   kct :      0.700000
  Compression max. dans le beton a la mise en tension (specifique prad) kcc :      0.600000
  Compression max. dans le beton en construction (hors mise en tension) kcc :      0.450000
  Traction    max. dans le beton en construction (hors mise en tension) kct :      0.700000
  Traction    max. dans le beton a la mise en tension     (abouts prad) kct :      0.700000
  Traction    max. dans le beton en construction (hors MT)(abouts prad) kct :      0.700000

DATES DE PHASAGE :

  Mise en tension sur banc                          :   0.000 jours
  Betonnage des poutres                             :   1.000 jours
  Mise en precontrainte des poutres                 :   2.000 jours
  Mise sur appuis provisoires                       :  62.000 jours
  Coulage du hourdis et entretoises                 :  77.000 jours
  Durcissement du hourdis et entretoises            :  84.000 jours
  Mise sur appuis definitifs                        :  99.000 jours
  Application de l'action des terres (profil provisoire):  99.010 jours
  Application de l'action des terres (profil definitif) :  99.010 jours
  Mise en service provisoire                        : 182.000 jours
  Mise en service definitif                         : 182.000 jours

EFFETS THERMIQUES : Phase définitive

  Temperature de reference                 :   0.0
  Variation uniforme rapide max. (+ DTN,exp)  :  30.0
  Variation uniforme rapide min. (- DTN,con)  : -40.0
  Gradient positif            (+ DTM,heat) :  12.0
  Gradient negatif            (- DTM,cool) :   0.0

TASSEMENTS : Définition des tassements sous les appuis

  Appui  PROBABLE ALEATOIRE
```

```
    1   0.000    0.005
    2   0.000    0.005

COEFFICIENTS DE CONTINUITE SUR APPUIS :


VEHICULES GENERALISES :

->  Vehicule :  100   Engin de chantier prad-el
  Largeur              :   4.000
  Longueur             :  15.500
  Coefficient dynamique :   1.000
                            Nombre    Dist.  Impact  Impact
                Xi   Poids  roues     Roues  Long.   Trans.
  Essieu :  1   0.000   750.00     2     2.400   0.600   0.600
  Essieu :  2   9.500   750.00     2     2.400   0.600   0.600

PROFILS DE CHARGEMENT :

       Profil en  !---------- Chaussee -----------!  !-- Trott. G --!  !-- Trott. D --!
Numero   travers     Bn G    Bn D    Axe      d        Bn G    Bn D      Bn G    Bn D
   100  PROVISOIRE                CENTRE     0.200     0.000   0.000     0.000   0.000
   200  DEFINITIF    0.500   0.500                     0.000   0.000     0.000   0.000

AFFECTATION DES CHARGES :

->  Affectation :  1   Profil de chargement :  100   reglement EUROCODES

    Classe chaussee : 2
    Chaussee        : Modele de charges LM3 generalise VS  100 SEUL LENT

->  Affectation :  2   Profil de chargement :  200   reglement FRANÇAIS

    Classe chaussee : 1
    Chaussee        : Charge repartie A(L)
                      Systeme Bc
                      Systeme Bt
                      Roue isolee Br
    Trottoir gauche : Charge de trottoir generale (150 kg/m2)
    Trottoir droit  : Charge de trottoir generale (150 kg/m2)

->  Affectation :  3   Profil de chargement :  200   reglement EUROCODES

    Classe chaussee : 2
    Chaussee        : Charge militaire MC 120
                      Charge militaire ME 120


APPAREILS D'APPUI :
  - Non definis

DISPOSITIFS DE VERINAGE :

  - Non definis

HYPOTHESES DE FERRAILLAGE POUR LE POSITIONNEMENT DES ACIERS

- Diametre armatures long  des poutres :  0.014    (Par defaut)
- Diametre armatures long  du hourdis  :  0.016    (Par defaut)
- Diametre armatures trans du hourdis  :  0.012    (Par defaut)
- Diametre etriers des poutres         :  0.008    (Par defaut)
- Diametre etriers                     :  0.008    (Par defaut)

MODIFICATIONS EXTRA-REGLEMENTAIRES :

  INITIAL :    0.0000  MODIFIE :    1.0000  Garder les fichiers intermediaires de PR2 et PR4
  INITIAL :    0.0000  MODIFIE :    1.0000  Editer les fichiers de commande SC2 (.log) de chaque section
  INITIAL :    1.0000  MODIFIE :    0.0000  Editer les NDC PR4 de chaque section
  INITIAL :    0.0000  MODIFIE :    1.0000  M2 non execute (ok si seuls PREC_POUTRES et FAMILLE_TORONS modifies)
  INITIAL :    0.0000  MODIFIE :    2.0000  Calculs PR2 executes uniquement pour la file specifiee
  INITIAL :    0.0000  MODIFIE :    1.0000  Calculs PR2 executes uniquement pour les pivots M et N
  INITIAL :    0.0000  MODIFIE :    1.0000  Calculs PR2 avec maillage grossier du modele ST1 poutre-echelle
  INITIAL :    0.0000  MODIFIE :    2.0000  Calculs PR4 executes uniquement pour la file specifiee
  INITIAL :    0.0000  MODIFIE :    1.0000  Calculs PR4 executes uniquement pour obtention des contraintes non fissurees
```

16.3 - Répartition transversale, lignes d'influence, efforts sous vérinage

16.3.1 - Caractéristiques équivalentes

Ouvrage n°1

```
CARACTERISTIQUES EQUIVALENTES
- NOTE : la largeur equivalente Be n'est utilisee que pour le calcul du biais mecanique
          [1]        [2]       [3]     [4]     [5]     [6]     [7]      [8]      [9]
Barre       M1         M2        x1      x2      L       Le      Ele      Be       Psi
TRAVEE_1    0.0000     6183.3    0.0000  9.8758  11.0000 9.8758  0.1126E+08  8.6200  100.0000
TRAVEE_2    24892.     24892.    2.9137  17.0863 20.0000 14.1726 0.1126E+08  8.6200  100.0000
```

TRAVEE_3	6183.3	0.0000	1.1242	11.0000	11.0000	9.8758	0.1126E+08	8.6200	100.0000

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce tableau récapitule le calcul de la travée équivalente conformément à l'annexe (méthode de calcul) selon la méthode des moments.

Les fichiers de données et de résultats ST1 correspondant sont fournis en 17.2 - Fichier pour le calcul de la portée équivalente en fin du chapitre 4.

La note de calcul principale fournit pour la traverse supérieure:

[1] Moment sous une charge p uniforme coté droit de la traverse

[2] Moment sous une charge uniforme coté gauche de la traverse

[3] Abscisse de moment nul sous la charge "p" coté droit

[4] Abscisse de moment nul sous la charge "p" coté gauche

[5] Longueur biaise géométrique de la traverse d'axe en axe des piédroits

[6] Longueur biaise isostatique équivalente de la traverse

[7] Rigidité équivalente de la traverse (flèche identique)

$$I_e = \frac{5}{384}\frac{p \cdot L_0^4}{E f_h}$$

[8] Largeur de la traverse

[9] Biais mécanique

$$\begin{cases} \psi = \varphi \text{si} \quad \eta \geq 2 \\ \psi = \varphi + \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)\left(1 - \frac{\eta}{2}\right)^2 \text{si} \quad \eta < 2 \end{cases}$$

$$\eta = \frac{\text{largeur biaise géométrique}}{\text{longueur biaise géométrique}} = \frac{2b_b}{L_{0b}} \quad \Leftrightarrow \quad \eta = \frac{\text{largeur droite géométrique}}{\text{longueur droite géométrique}} = \frac{2b_d}{L_{0d}}$$

16.3.2 - Moments fléchissants dans le tablier engendrés par un vérinage d'appuis de 1 cm

Ouvrage n°1

MOMENTS FLECHISSANTS DANS LE TABLIER ENGENDRES PAR UN VERINAGE D'APPUI DE 1 CM (MODULE INSTANTANE)

Barre	Abscisse	APPUI_1	APPUI_2	APPUI_3	APPUI_4
TRAVEE_1	0.000	-0.17380E-07	0.27478E-09	-0.40778E-10	0.15028E-10
TRAVEE_1	0.275	-28.599	49.541	-30.420	9.4778
TRAVEE_1	0.550	-57.197	99.081	-60.840	18.956
TRAVEE_1	0.825	-85.796	148.62	-91.259	28.433
TRAVEE_1	1.100	-114.39	198.16	-121.68	37.911

[...]
lignes supprimées
[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les moments issus du vérinage de chaque appui sont donnés en kN.m. Ils s'appliquent au tablier entier.

16.3.3 - Epreuves : coefficients Kw dans l'axe de chaque poutre

On donne ici les facteurs de répartition transversale.

Ouvrage n°1

EPREUVES : TABLEAU DES COEFFICIENTS KW DANS L'AXE DE CHAQUE POUTRE POUR UNE CHARGE PONCTUELLE NON DIFFUSEE

TRAVEE : 1

Y charge :		0.000000	1.077500	2.155000	3.232500	4.310000	5.387500	6.465000	7.542500	8.620000
Y etude										
0.175000	POUTRE_10	4.9309953	3.119564	1.7060090	0.7973079	0.2914709	0.0482697	-0.0506350	-0.0859478	-0.1015190
1.093889	POUTRE_09	3.1510162	2.7232918	1.9296878	1.1512351	0.5955163	0.2556202	0.0696366	-0.0305041	-0.0952059
2.012778	POUTRE_08	1.8326164	2.0417094	2.0603284	1.5435800	0.9644198	0.5220440	0.2326152	0.0513347	-0.0761095
2.931667	POUTRE_07	0.9528469	1.3460775	1.7658799	1.8684151	1.3922562	0.8751480	0.4729917	0.1910421	-0.0179828
3.850556	POUTRE_06	0.4177367	0.8037098	1.2670431	1.7446132	1.7897636	1.3075788	0.8175101	0.4281086	0.1241140
4.769444	POUTRE_05	0.1241140	0.4281086	0.8175101	1.3075788	1.7897636	1.7446132	1.2670431	0.8037098	0.4177367
5.688333	POUTRE_04	-0.0179828	0.1910421	0.4729917	0.8751480	1.3922562	1.8684151	1.7658799	1.3460775	0.9528469
6.607222	POUTRE_03	-0.0761095	0.0513347	0.2326152	0.5220440	0.9644198	1.5435800	2.0603284	2.0417094	1.8326164
7.526111	POUTRE_02	-0.0952059	-0.0305041	0.0696366	0.2556202	0.5955163	1.1512351	1.9296878	2.7232918	3.1510162
8.445000	POUTRE_01	-0.1015190	-0.0859478	-0.0506350	0.0482697	0.2914709	0.7973079	1.7060090	3.1195645	4.9309953

TRAVEE : 2

Y charge :		0.000000	1.077500	2.155000	3.232500	4.310000	5.387500	6.465000	7.542500	8.620000
Y etude										
0.175000	POUTRE_10	3.6757323	2.6608936	1.7963100	1.1337251	0.6567956	0.3279908	0.1040667	-0.0572962	-0.1901215

[...]
lignes supprimées
[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les coefficients Kw dans l'axe de chaque poutre sont donnés pour une charge ponctuelle non diffusée.

16.3.4 - Epreuves : lignes d'influence des moments fléchissants à mi-travée

Ouvrage n°1

EPREUVES : LIGNES D'INFLUENCE DES MOMENTS FLECHISSANTS EN MILIEU DE TRAVEES

Barre	Abscisse	Mi travee 1	Mi travee 2	Mi travee 3
TRAVEE_1	0.000	0.51907E-12	0.34705E-12	-0.17202E-12
TRAVEE_1	0.275	-0.10944	0.18760E-01	-0.92990E-02
TRAVEE_1	0.550	-0.21894	0.37479E-01	-0.18578E-01
TRAVEE_1	0.825	-0.32863	0.56072E-01	-0.27794E-01
TRAVEE_1	1.100	-0.43864	0.74454E-01	-0.36905E-01

[...]
lignes supprimées
[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les moments sont en kN.m. Ils sont applicables au tablier entier. L'effort appliqué est 1 kN.

16.3.5 - Epreuves : lignes d'influence des moments fléchissants sur appuis

Ouvrage n°1

EPREUVES : LIGNES D'INFLUENCE DES MOMENTS FLECHISSANTS SUR APPUIS

Barre	Abscisse	- Appui 2 -	- Appui 3 -
TRAVEE_1	0.000	0.10381E-11	-0.34405E-12
TRAVEE_1	0.275	0.56118E-01	-0.18598E-01
TRAVEE_1	0.550	0.11211	-0.37155E-01
TRAVEE_1	0.825	0.16773	-0.55588E-01

[...]
lignes supprimées
[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les moments sont en kN.m. Ils sont applicables au tablier entier. L'effort appliqué est 1 kN.

16.3.6 - Epreuves : lignes d'influence des réactions d'appuis

Ouvrage n°1

EPREUVES : LIGNES D'INFLUENCE DES REACTIONS D'APPUIS

Barre	Abscisse	- Appui 1 -	- Appui 2 -	- Appui 3 -	- Appui 4 -
TRAVEE_1	0.000	1.0000	0.16349E-12	-0.10039E-12	0.31277E-13
TRAVEE_1	0.275	0.96990	0.33837E-01	-0.54265E-02	0.16907E-02
TRAVEE_1	0.550	0.93981	0.67655E-01	-0.10841E-01	0.33777E-02
TRAVEE_1	0.825	0.90975	0.10141	-0.16219E-01	0.50534E-02
TRAVEE_1	1.100	0.87975	0.13507	-0.21536E-01	0.67100E-02

[...]
lignes supprimées
[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les réactions d'appui sont en kN. Elles sont applicables à un ligne d'appuis. L'effort appliqué est 1 kN.

16.3.7 - Epreuves : ligne d'influence de la flèche à mi-travées

Ouvrage n°1

EPREUVES : LIGNES D'INFLUENCE DE LA FLECHE A MI-TRAVEES

Barre	Abscisse	Mi travee 1	Mi travee 2	Mi travee 3
TRAVEE_1	0.000	-0.38414E-17	0.15405E-17	-0.23072E-18
TRAVEE_1	0.275	-0.14636E-06	0.83276E-07	-0.12472E-07
TRAVEE_1	0.550	-0.29226E-06	0.16637E-06	-0.24916E-07
TRAVEE_1	0.825	-0.43678E-06	0.24891E-06	-0.37277E-07
TRAVEE_1	1.100	-0.57895E-06	0.33050E-06	-0.49497E-07
TRAVEE_1	1.375	-0.71799E-06	0.41084E-06	-0.61529E-07

[...]
lignes supprimées
[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

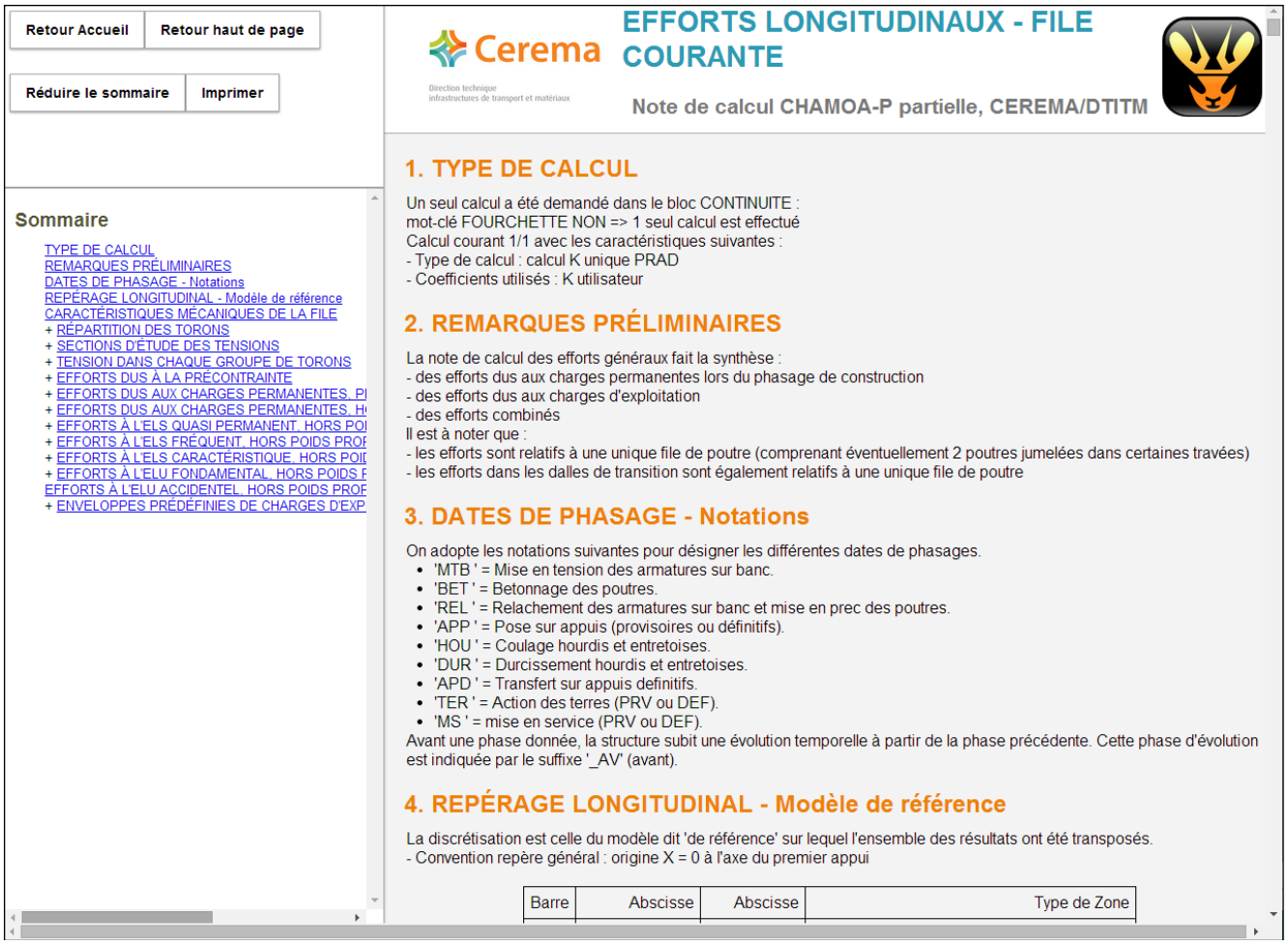
Commentaires

Les flèches sont en mètres. L'effort appliqué est 1 kN.

16.4 - Efforts longitudinaux - file courante, file de rive gauche ou file de rive droite

16.4.1 - Vue générale de la note

Ouvrage n°1



Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

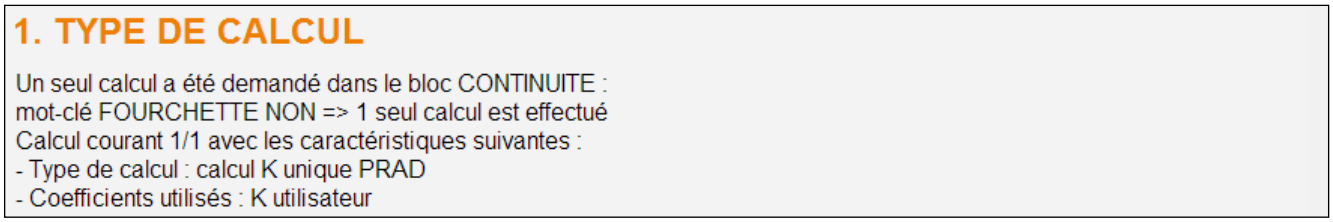
Non édité.

Commentaires

La visualisation de la note au format html est présentée ci-dessus. Un sommaire dynamique placé à gauche facilite la navigation dans le document.

16.4.2 - Type de calcul

Ouvrage n°1



Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe donne des indications sur le calcul en cours. Il est utile dans le cas d'un double-calcul lorsqu'un calcul en fourchette de la contiuité sur appuis a été demandé.

16.4.3 - Remarques préliminaires

Ouvrage n°1

2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES

La note de calcul des efforts généraux fait la synthèse :
- des efforts dus aux charges permanentes lors du phasage de construction
- des efforts dus aux charges d'exploitation
- des efforts combinés

Il est à noter que :
- les efforts sont relatifs à une unique file de poutre (comprenant éventuellement 2 poutres jumelées dans certaines travées)
- les efforts dans les dalles de transition sont également relatifs à une unique file de poutre

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe présente les résultats fournis dans la note de calcul.

16.4.4 - Dates de phasage

Ouvrage n°1

3. DATES DE PHASAGE - Notations

On adopte les notations suivantes pour désigner les différentes dates de phasages.
- 'MTB ' = Mise en tension des armatures sur banc.
- 'BET ' = Betonnage des poutres.
- 'REL ' = Relachement des armatures sur banc et mise en prec des poutres.
- 'APP ' = Pose sur appuis (provisoires ou définitifs).
- 'HOU ' = Coulage hourdis et entretoises.
- 'DUR ' = Durcissement hourdis et entretoises.
- 'APD ' = Transfert sur appuis definitifs.
- 'TER ' = Action des terres (PRV ou DEF).
- 'MS ' = mise en service (PRV ou DEF).

Avant une phase donnée, la structure subit une évolution temporelle à partir de la phase précédente. Cette phase d'évolution est indiquée par le suffixe '_AV' (avant).

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe rappelle les notations utilisées dans les tableaux de résultats pour les dates de phasages.

16.4.5 - Repérage longitudinal – modèle de référence

Ouvrage n°1

4. REPÉRAGE LONGITUDINAL - Modèle de référence

La discrétisation est celle du modèle dit 'de référence' sur lequel l'ensemble des résultats ont été transposés.
- Convention repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui

Barre	Abscisse (repère général)	Abscisse (repère local)	Type de Zone
111	-0.060	0.000	Zone locale entretoise a gauche de l'appui def
111	0.000	0.060	Zone locale entretoise a gauche de l'appui def
112	0.000	0.000	Zone locale entretoise a droite de l'appui def
112	0.220	0.220	Zone locale entretoise a droite de l'appui def
112	0.500	0.500	Zone locale entretoise a droite de l'appui def
11	0.500	0.000	Zone locale poutre a gauche de l'appui prov
11	0.765	0.265	Zone locale poutre a gauche de l'appui prov
12	0.765	0.000	Zone locale poutre entre appuis prov
12	1.008	0.243	Zone locale poutre entre appuis prov
12	1.516	0.751	Zone locale poutre entre appuis prov
12	2.025	1.260	Zone locale poutre entre appuis prov
12	2.533	1.768	Zone locale poutre entre appuis prov
12	3.041	2.276	Zone locale poutre entre appuis prov

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Deux modèles ST1 différents sont utilisés pour le calcul des efforts. Ces 2 modèles ont des points d'études différents. Pour permettre les combinaisons, les résultats de chaque modèle sont transposés sur un modèle dit "de référence", dont les points d'étude sont détaillés dans le tableau ci-dessus.

16.4.6 - Caractéristiques mécaniques de la file

Ouvrage n°1

5. CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DE LA FILE

On donne les caractéristiques mécaniques relatives à une unique file de poutre (comprenant éventuellement 2 poutres jumelées dans certaines travées)
- Largeur File = 0.919 m
- Largeur Tablier = 8.620 m
- Largeur File / Largeur Tablier = 0.10659964
- Inerties homogénéisées court terme à mi-travée

Travée	Iz File (m4)	Iz Tablier (m4)	Iz File / Iz Tablier
1	0.02956348792	0.28793822006	0.10267302449
2	0.02956348792	0.28793822006	0.10267302449
3	0.02956348792	0.28793822006	0.10267302449

Note :
Les résultats bruts issus du modèle ST1 poutre composite ont été pondérés de la façon suivante
- Dalles de transition : Rapport Largeur File / Largeur Tablier
- En travée courante :
Rapport Iz File / Iz Tablier (effets des remblais, de la température, des tassements)
Rapport Largeur File / Largeur Tablier (effets des superstructures, des charges d'exploitation)

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Deux modèles ST1 différents (Mdl_Pcomp et Mdl_Pech) sont utilisés pour le calcul des efforts. Le modèle Mdl_Pcomp fournis des résultats relatifs au tablier entier : en conséquence, pour se ramener à l'étude d'une seule file de poutres, les résultats ont été pondérés comme l'indique le paragraphe ci-dessus. Les résultats issus du Mdl_Pech sont récupérés directement car le modèle correspond à une seule file de poutre

16.4.7 - Répartition des torons

Ouvrage n°1

6. RÉPARTITION DES TORONS

Précontrainte dans chaque travée, pour la file courante.

6.1. Travée : 1

- Famille : 10

Lit	Cote	Groupe	Torons	Gainage à gauche	Gainage à droite
1	0.065	1	2	0.000	0.000
2	0.110	1	2	0.000	0.000
3	0.155	1	1	0.000	0.000
4	0.200	1	1	0.000	0.000

6.2. Travée : 2

- Famille : 20

Lit	Cote	Groupe	Torons	Gainage à gauche	Gainage à droite
1	0.065	1	2	0.000	0.000
		2	3	2.750	2.750
2	0.110	1	2	0.000	0.000
		2	1	2.750	2.750
3	0.155	1	3	0.000	0.000
4	0.200	1	3	0.000	0.000
5	0.245	1	2	0.000	0.000
6	0.290	1	2	0.000	0.000

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les torons présents dans la file étudiée (oourante, rive gauche ou rive droite) sont rappelés.

16.4.8 - Sections d'étude des tensions

Ouvrage n°1

7. SECTIONS D'ÉTUDE DES TENSIONS

L'édition des tensions de torons est limitée à un nombre restreint de sections.
On détaille ici la méthode de détermination de ces sections.

7.1. Rappel des données géométriques

Longueur conventionnelle de scellement : Lcs = 0.950
Coordonnées des extrémités de poutres.

Travée	Abscisse début poutre	Abscisse fin poutre
	(repère général)	(repère général)
1	0.500	10.665
2	11.335	30.665
3	31.335	41.500

7.2. Sections d'étude retenues

7.2.1. Travée : 1

Type de section	Abscisse retenue	Abscisse théorique
	(repère général)	(repère général)
Scellement gauche poutre	1.516	1.450
Section médiane poutre	5.582	5.582
Scellement droite poutre	9.649	9.715

7.2.2. Travée : 2

Type de section	Abscisse retenue	Abscisse théorique
	(repère général)	(repère général)
Scellement gauche poutre	12.302	12.285
Section médiane poutre	21.000	21.000
Scellement droite poutre	29.699	29.715

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les tensions effectives dans chaque torons ne sont pas éditées pour l'ensemble des points d'étude, afin d'alléger les notes de calcul. Seuls quelques points d'études sont édités : à mi-travée, et à une distance Lcs = longueur d'ancrage de chaque about de poutre sonty édités. Le présent paragraphe précise quelles sections ont été retenues pour l'édition.

16.4.9 - Tension dans chaque groupe de toron

Ouvrage n°1

8. TENSION DANS CHAQUE GROUPE DE TORONS

8.1. PHASES AVANT CLAVAGE

- Effets dus aux charges permanentes + précontrainte.
- Valeur de la tension à chaque phase.
- Les charges permanentes sont prises en valeur moyenne.
- La précontrainte est prise en valeur moyenne Pm.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

8.1.1. Travée : 1

Absc	Lit	Gr	MTB	BET_av	BET	REL_av	REL	APP_av	APP	HOU_av	HOU	DUR_av
1.516	1	1	1560.7	1494.5	1494.5	1485.1	1376.3	1330.5	1329.3	1328.3	1331.2	1330.5
	2	1	1560.7	1494.5	1494.5	1485.1	1383.4	1341.7	1340.7	1339.7	1342.1	1341.4
	3	1	1560.7	1494.5	1494.5	1485.1	1390.5	1352.9	1352.1	1351.2	1353.1	1352.3
	4	1	1560.7	1494.5	1494.5	1485.2	1397.5	1364.0	1363.4	1362.5	1363.9	1363.1
5.582	1	1	1560.7	1490.5	1490.5	1482.9	1371.7	1331.8	1330.5	1329.6	1339.7	1340.5
	2	1	1560.7	1490.5	1490.5	1482.9	1378.8	1341.7	1340.7	1339.8	1348.1	1348.7
	3	1	1560.7	1490.5	1490.5	1482.9	1386.0	1351.7	1351.0	1350.0	1356.6	1357.0
	4	1	1560.7	1490.5	1490.5	1482.9	1393.0	1361.6	1361.1	1360.2	1365.0	1365.1
9.649	1	1	1560.7	1494.8	1494.8	1485.3	1376.6	1330.7	1329.5	1328.5	1331.5	1330.7
	2	1	1560.7	1494.8	1494.8	1485.4	1383.6	1341.9	1340.9	1339.9	1342.4	1341.6
	3	1	1560.7	1494.8	1494.8	1485.4	1390.8	1353.1	1352.4	1351.4	1353.3	1352.6
	4	1	1560.7	1494.8	1494.8	1485.3	1397.8	1364.2	1363.7	1362.7	1364.1	1363.3

8.1.2. Travée : 2

Absc	Lit	Gr	MTB	BET_av	BET	REL_av	REL	APP_av	APP	HOU_av	HOU	DUR_av
12.302	1	1	1560.7	1493.7	1493.7	1483.9	1280.0	1200.9	1198.7	1197.5	1203.0	1202.2

[...]

lignes supprimées

[...]

8.2. PHASES APRES CLAVAGE - Profil en travers definitif

- Effets dus aux charges permanentes + précontrainte.
- Valeur de la tension à chaque phase.
- Les charges permanentes sont prises en valeur moyenne.
- La précontrainte est prise en valeur moyenne Pm.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

8.2.1. Travée : 1

Absc	Lit	Gr	DUR	APD_av	APD	TER_AV	TER	MS_AV	MS	INFINI
1.516	1	1	1330.5	1330.0	1332.5	1332.3	1332.3	1331.9	1333.1	1294.3
	2	1	1341.4	1340.6	1342.9	1342.7	1342.7	1342.1	1343.2	1302.7

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les tensions effectives dans chaque groupe de torons sont fournies aux points d'étude retenus (voir paragraphe précédent sur le choix des points d'étude retenus).

Deux types de tableaux sont prévus : phases avant clavage et après clavage. Le type de tableau après clavage est éventuellement dupliqué pour chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

16.4.10 - Contrainte isostatique en fibre inférieure

Ouvrage n°1

9. CONTRAINTE ISOSTATIQUE FIBRE INFÉRIEURE

9.1. PHASES AVANT CLAVAGE

- Aide au dimensionnement de la précontrainte.
- Contraintes béton sous effet isostatique de la précontrainte.
- Calculé à partir de la tension des torons à chaque phase.
- Valeurs de contraintes en fibre inf de la poutre engendrées par 1 seul toron.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

9.1.1. Travée : 1

Absc	Lit	Gr	MTB	BET_av	BET	REL_av	REL	APP_av	APP	HOU_av	HOU	DUR_av
1.516	1	1	2.1692	2.0772	2.0772	2.0641	1.9129	1.8492	1.8476	1.8462	1.8502	1.8492
	2	1	1.9042	1.8234	1.8234	1.8119	1.6879	1.6370	1.6358	1.6345	1.6375	1.6366
	3	1	1.6392	1.5696	1.5696	1.5598	1.4604	1.4209	1.4201	1.4191	1.4211	1.4203
	4	1	1.3742	1.3159	1.3159	1.3077	1.2305	1.2010	1.2004	1.1996	1.2009	1.2002
5.582	1	1	2.1692	2.0716	2.0716	2.0611	1.9065	1.8511	1.8492	1.8480	1.8620	1.8631
	2	1	1.9042	1.8185	1.8185	1.8093	1.6823	1.6370	1.6358	1.6347	1.6448	1.6455
	3	1	1.6392	1.5654	1.5654	1.5575	1.4557	1.4197	1.4189	1.4179	1.4248	1.4252
	4	1	1.3742	1.3123	1.3123	1.3057	1.2265	1.1989	1.1984	1.1976	1.2018	1.2019
9.649	1	1	2.1692	2.0776	2.0776	2.0644	1.9133	1.8495	1.8479	1.8465	1.8506	1.8495
	2	1	1.9042	1.8238	1.8238	1.8123	1.6881	1.6372	1.6360	1.6348	1.6378	1.6369
	3	1	1.6392	1.5700	1.5700	1.5601	1.4607	1.4211	1.4204	1.4193	1.4213	1.4206
	4	1	1.3742	1.3161	1.3161	1.3078	1.2307	1.2011	1.2007	1.1998	1.2011	1.2003

9.1.2. Travée : 2

Absc	Lit	Gr	MTB	BET_av	BET	REL_av	REL	APP_av	APP	HOU_av	HOU	DUR_av
12.302	1	1	2.1692	2.0761	2.0761	2.0625	1.7791	1.6691	1.6661	1.6644	1.6720	1.6709
		2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

[...]

lignes supprimées

[...]

9.2. PHASES APRES CLAVAGE - Profil en travers definitif

- Aide au dimensionnement de la précontrainte.
- Contraintes béton sous effet isostatique de la précontrainte.
- Calculé à partir de la tension des torons à chaque phase.
- Valeurs de contraintes en fibre inf de la poutre engendrées par 1 seul toron.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

9.2.1. Travée : 1

Absc	Lit	Gr	DUR	APD_av	APD	TER_AV	TER	MS_AV	MS	INFINI
1.516	1	1	1.8492	1.8486	1.8520	1.8518	1.8518	1.8512	1.8529	1.7989
	2	1	1.6366	1.6356	1.6385	1.6382	1.6382	1.6375	1.6388	1.5894

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les contraintes en fibre inférieure des poutres sont calculées à partir des tensions effectives dans chaque groupe de torons fournies aux points d'étude retenus (voir paragraphe sur le choix des points d'étude retenus). On fournit ici les contraintes sous l'effet isostatique d'un seul toron de chaque groupe.

Deux types de tableaux sont prévus : phases avant clavage et après clavage. Le type de tableau après clavage est éventuellement dupliqué pour chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

16.4.11 - Contrainte isostatique en fibre supérieure

Ouvrage n°1

10. CONTRAINTE ISOSTATIQUE FIBRE SUPÉRIEURE

10.1. PHASES AVANT CLAVAGE

- Aide au dimensionnement de la précontrainte.
- Contraintes béton sous effet isostatique de la précontrainte.
- Calculé à partir de la tension des torons à chaque phase.
- Valeurs de contraintes en fibre sup de la poutre engendrées par 1 seul toron.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

10.1.1. Travée : 1

Absc	Lit	Gr	MTB	BET_av	BET	REL_av	REL	APP_av	APP	HOU_av
1.516	1	1	-0.89320	-0.85531	-0.85531	-0.84993	-0.78767	-0.76146	-0.76077	-0.76020
	2	1	-0.62819	-0.60154	-0.60154	-0.59776	-0.55682	-0.54004	-0.53963	-0.53923
	3	1	-0.36317	-0.34776	-0.34776	-0.34558	-0.32356	-0.31482	-0.31463	-0.31442
	4	1	-0.98154E-01	-0.93991E-01	-0.93991E-01	-0.93406E-01	-0.87890E-01	-0.85783E-01	-0.85746E-01	-0.85689E-01
5.582	1	1	-0.89320	-0.85302	-0.85302	-0.84868	-0.78503	-0.76220	-0.76146	-0.76094
	2	1	-0.62819	-0.59993	-0.59993	-0.59687	-0.55497	-0.54004	-0.53963	-0.53927
	3	1	-0.36317	-0.34683	-0.34683	-0.34507	-0.32252	-0.31454	-0.31437	-0.31414
	4	1	-0.98154E-01	-0.93739E-01	-0.93739E-01	-0.93261E-01	-0.87607E-01	-0.85632E-01	-0.85601E-01	-0.85544E-01
9.649	1	1	-0.89320	-0.85549	-0.85549	-0.85005	-0.78784	-0.76157	-0.76088	-0.76031
	2	1	-0.62819	-0.60166	-0.60166	-0.59788	-0.55690	-0.54012	-0.53972	-0.53931
	3	1	-0.36317	-0.34783	-0.34783	-0.34565	-0.32363	-0.31486	-0.31470	-0.31447
	4	1	-0.98154E-01	-0.94009E-01	-0.94009E-01	-0.93412E-01	-0.87909E-01	-0.85796E-01	-0.85764E-01	-0.85702E-01

HOU	DUR_av
-0.76186	-0.76146
-0.54020	-0.53992

[...]

lignes supprimées

[...]

10.2. PHASES APRES CLAVAGE - Profil en travers definitif

- Aide au dimensionnement de la précontrainte.
- Contraintes béton sous effet isostatique de la précontrainte.
- Calculé à partir de la tension des torons à chaque phase.
- Valeurs de contraintes en fibre sup de la poutre engendrées par 1 seul toron.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

10.2.1. Travée : 1

Absc	Lit	Gr	DUR	APD_av	APD	TER_AV	TER	MS_AV	MS	INFINI
1.516	1	1	-0.76146	-0.76117	-0.76260	-0.76249	-0.76249	-0.76226	-0.76294	-0.74074

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les contraintes en fibre supérieure des poutres sont calculées à partir des tensions effectives dans chaque groupe de torons fournies aux points d'étude retenus (voir paragraphe sur le choix des points d'étude retenus). On fournit ici les contraintes sous l'effet isostatique d'un seul toron de chaque groupe.

Deux types de tableaux sont prévus : phases avant clavage et après clavage. Le type de tableau après clavage est éventuellement dupliqué pour chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

16.4.12 - Efforts dus à la précontrainte

Ouvrage n°1

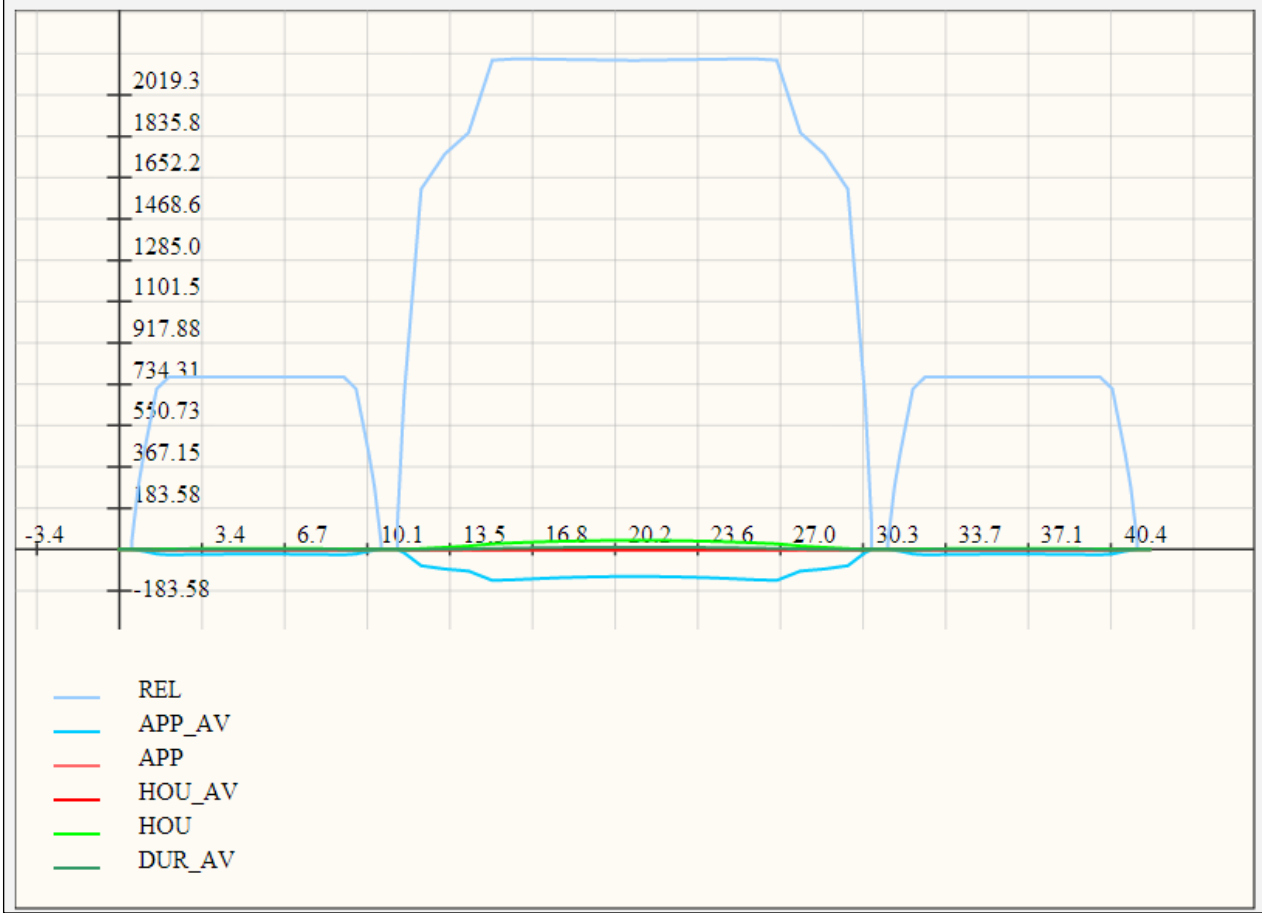
9. EFFORTS DUS À LA PRÉCONTRAINTE

9.1. Efforts normaux

9.1.1. PHASES AVANT CLAVAGE

- Effets dus à la précontrainte seule.
- Variations pour chaque phase.
- La précontrainte est prise en valeur moyenne Pm.
- La précontrainte caractéristique vaut Pk,inf = 0.95 Pm. et Pk,sup = 1.05 Pm.
- Remarque : pour la phase T = REL, les justifications seront effectuées sous : Precontrainte en valeur caracteristique
- Unité : kN.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Barre	Absc.	REL	APP_AV	APP	HOU_AV	HOU	DUR_AV
111	-0.060	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
111	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
112	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
112	0.220	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

[...]

lignes supprimées

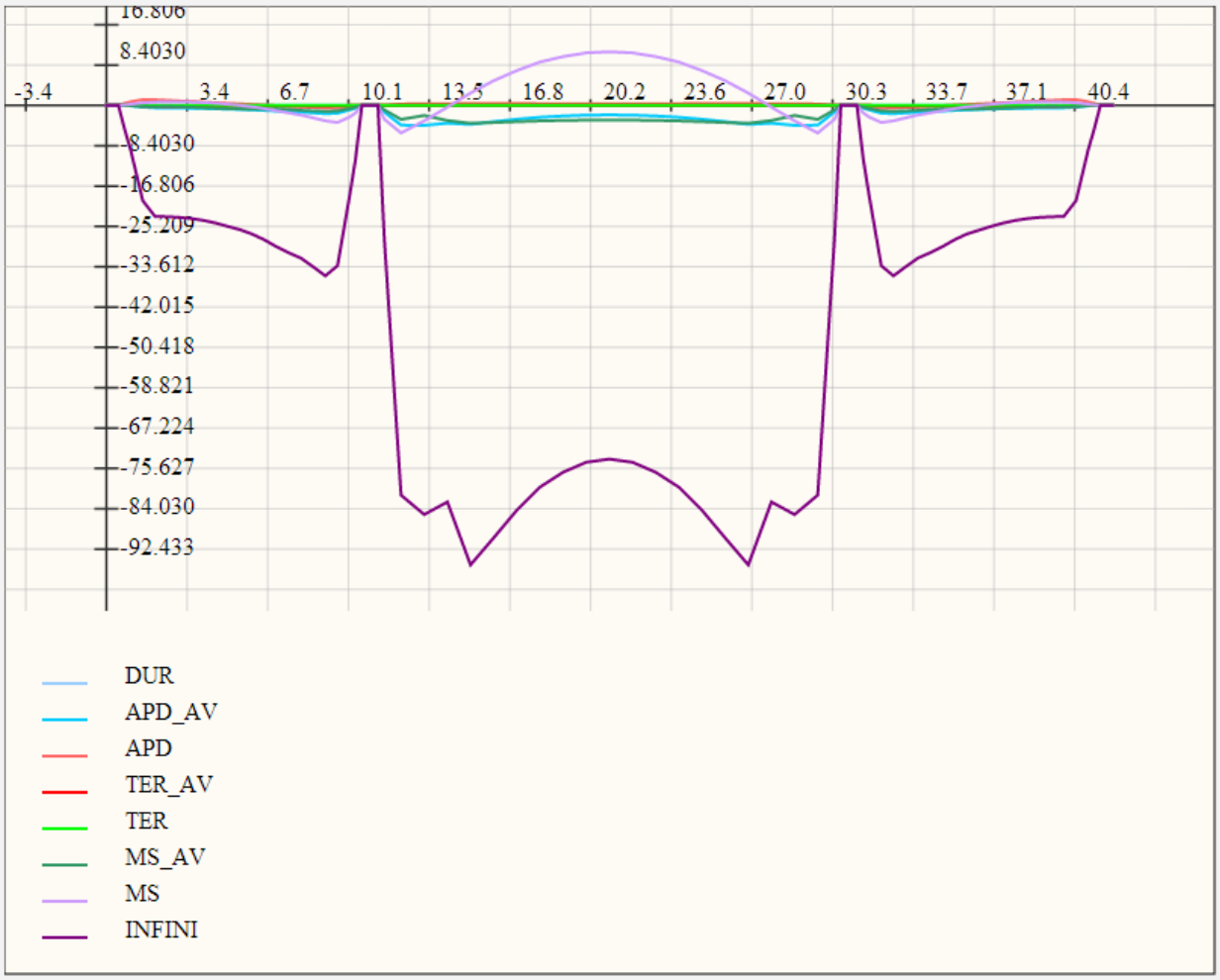
[…]

9.1.2. PHASES APRES CLAVAGE - Profil en travers definitif

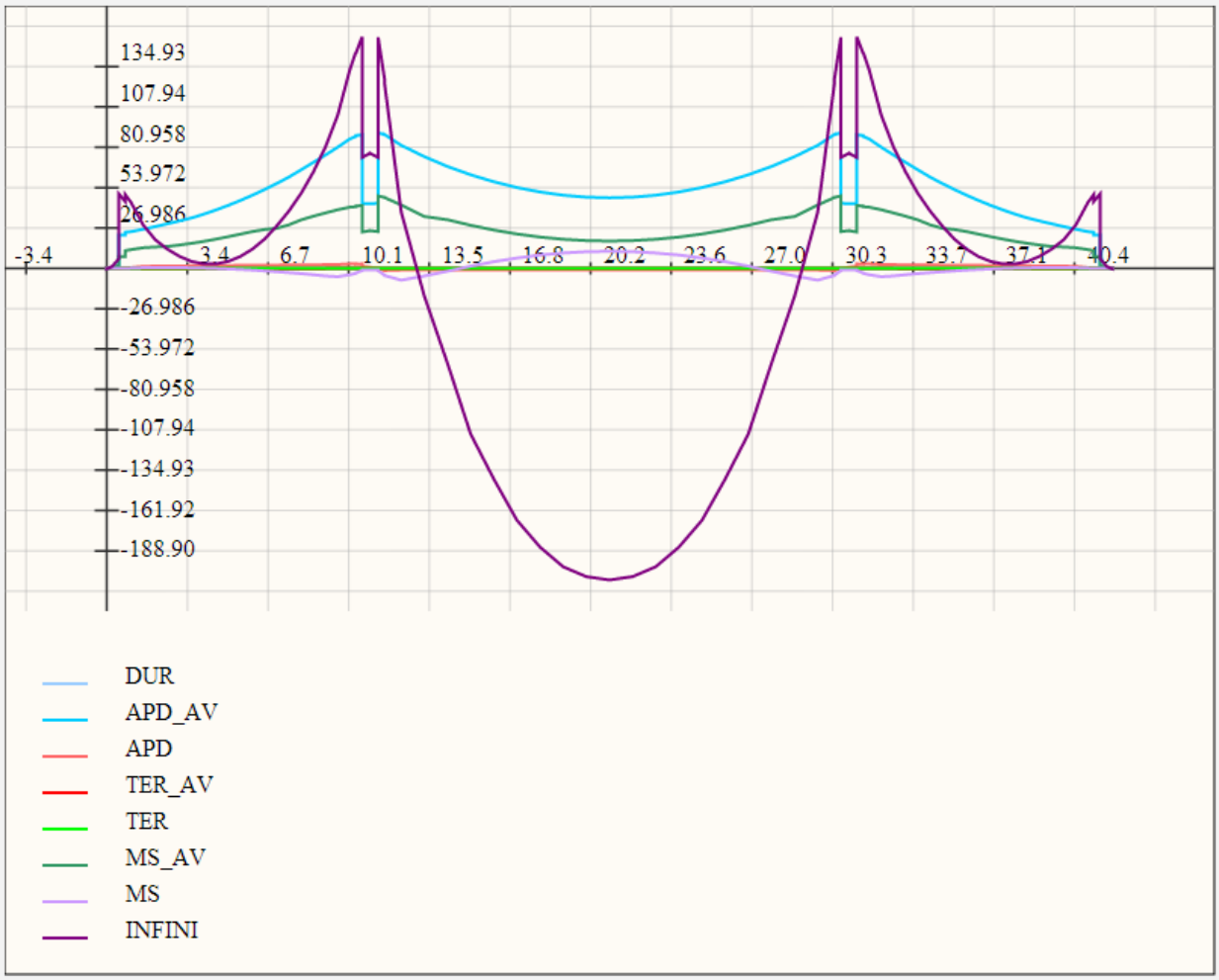
- Effets dus à la précontrainte seule.
- Variations pour chaque phase.
- La précontrainte est prise en valeur moyenne Pm.
- La précontrainte caractéristique vaut Pk,inf = 0.95 Pm. et Pk,sup = 1.05 Pm.
- Remarque : pour la phase T = REL, les justifications seront effectuées sous : Precontrainte en valeur caracteristique
- Unité : kN.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Résultat section globale :

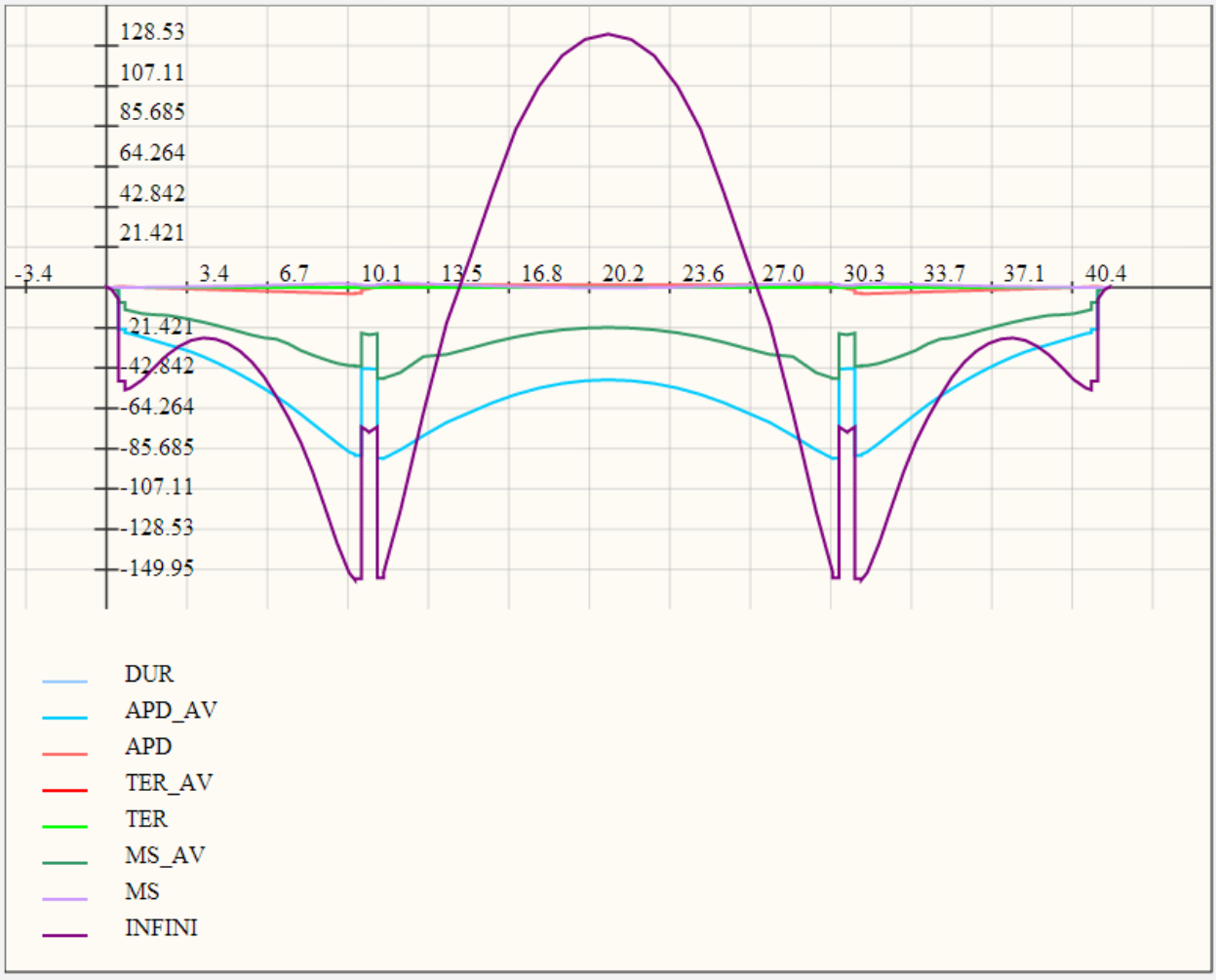
Visualisation graphique



Résultat poutre seule:
Visualisation graphique



Résultat hourdis seul:
Visualisation graphique



[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les efforts dus à la précontrainte seule sont fournis. Il s'agit des variations à chaque phase.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Deux types de tableaux sont prévus : phases avant clavage et après clavage. Le type de tableau après clavage est éventuellement dupliqué pour chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Après clavage, trois types de résultats d'efforts sont fournis :

- résultats en section globale : on donne les efforts résultants sur la section complète : Ntot, Vtot, Mtot.
- résultats poutre seule : les efforts Npou, Vpou et Mpou de la poutre seule sont édités
- résultats hourdis seul : les efforts Nhou, Vhou et Mhou du hourdis seul sont édités

Les résultats en moment et en effort tranchant sont également fournis (non édités ici).

16.4.13 - Efforts dus aux charges permanentes, précontrainte incluse

Ouvrage n°1

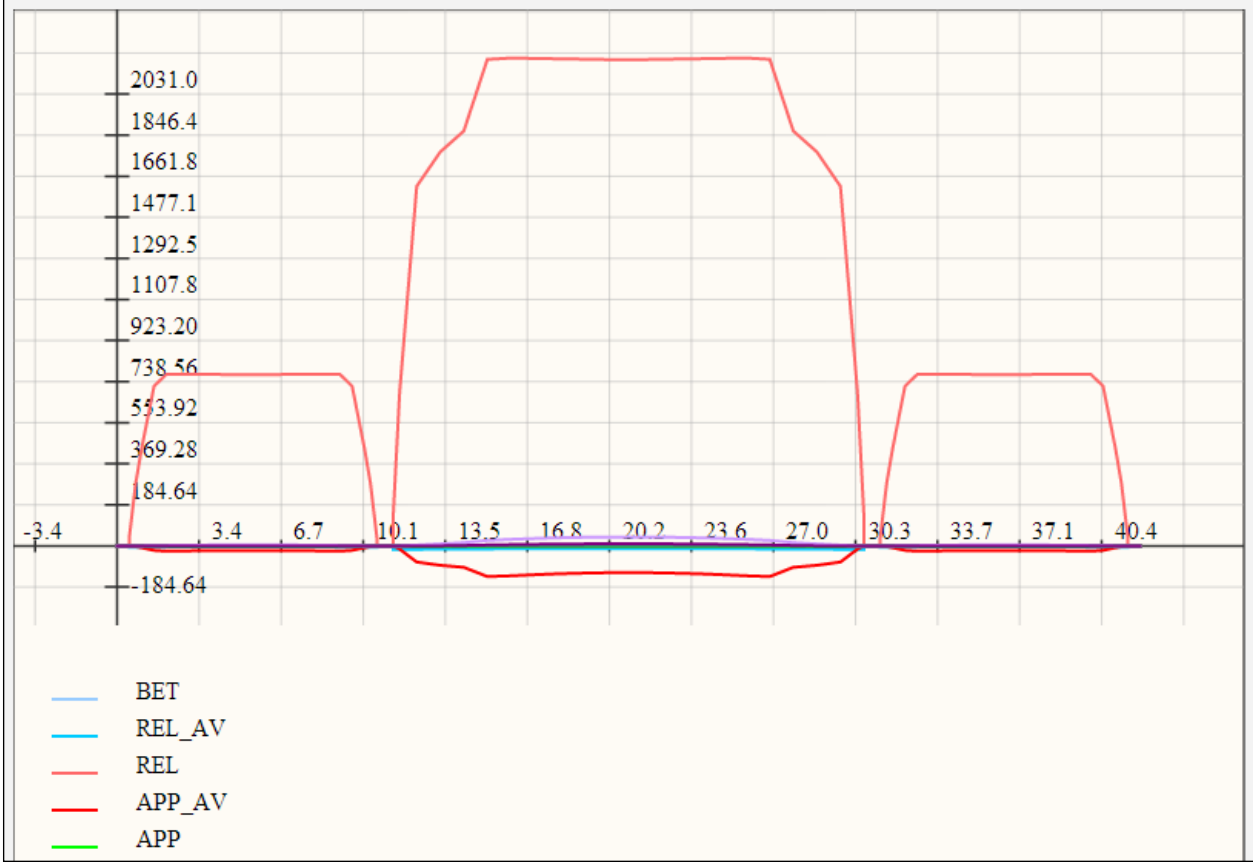
10. EFFORTS DUS AUX CHARGES PERMANENTES, PRÉCONTRAINTE INCLUSE

10.1. Efforts normaux

10.1.1. PHASES AVANT CLAVAGE

- Effets dus aux charges permanentes, précontrainte incluse.
- Variations pour chaque phase.
- La précontrainte est prise en valeur moyenne Pm.
- Les effets dus aux superstructures sont pris en valeur moyenne.
- Tassements et effets thermiques non inclus
- Unité : kN.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



HOU_AV
HOU
DUR_AV

Barre	Absc.	BET	REL_AV	REL	APP_AV	APP	HOU_AV	HOU	DUR_AV
111	-0.060	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
111	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
112	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
112	0.220	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
112	0.500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	0.500	0.0000	-5.4016	38.478	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	0.765	0.0000	-5.4031	283.19	-3.6195	-0.15806	-0.92294E-01	0.64936E-01	-0.84507E-01
12	0.765	0.0000	-5.4031	283.19	-3.6195	-0.15806	-0.92294E-01	0.64937E-01	-0.84507E-01
12	1.008	0.0000	-5.4072	438.43	-8.1256	-0.29746	-0.17966	0.27093	-0.15974
12	1.516	0.0000	-5.1965	718.13	-20.054	-0.52836	-0.44221	1.1990	-0.38848

[...]

lignes supprimées

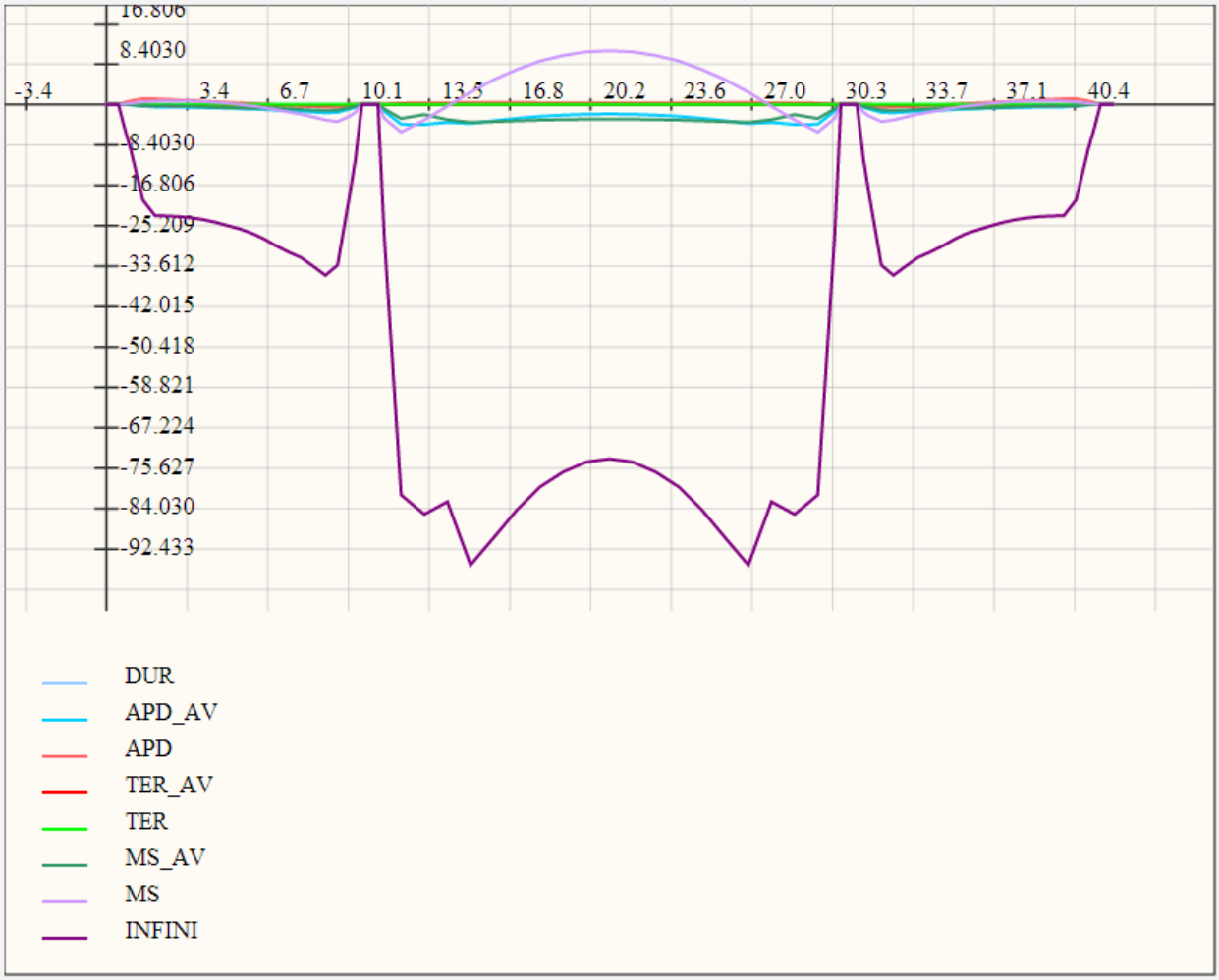
[...]

10.1.2. PHASES APRES CLAVAGE - Profil en travers definitif

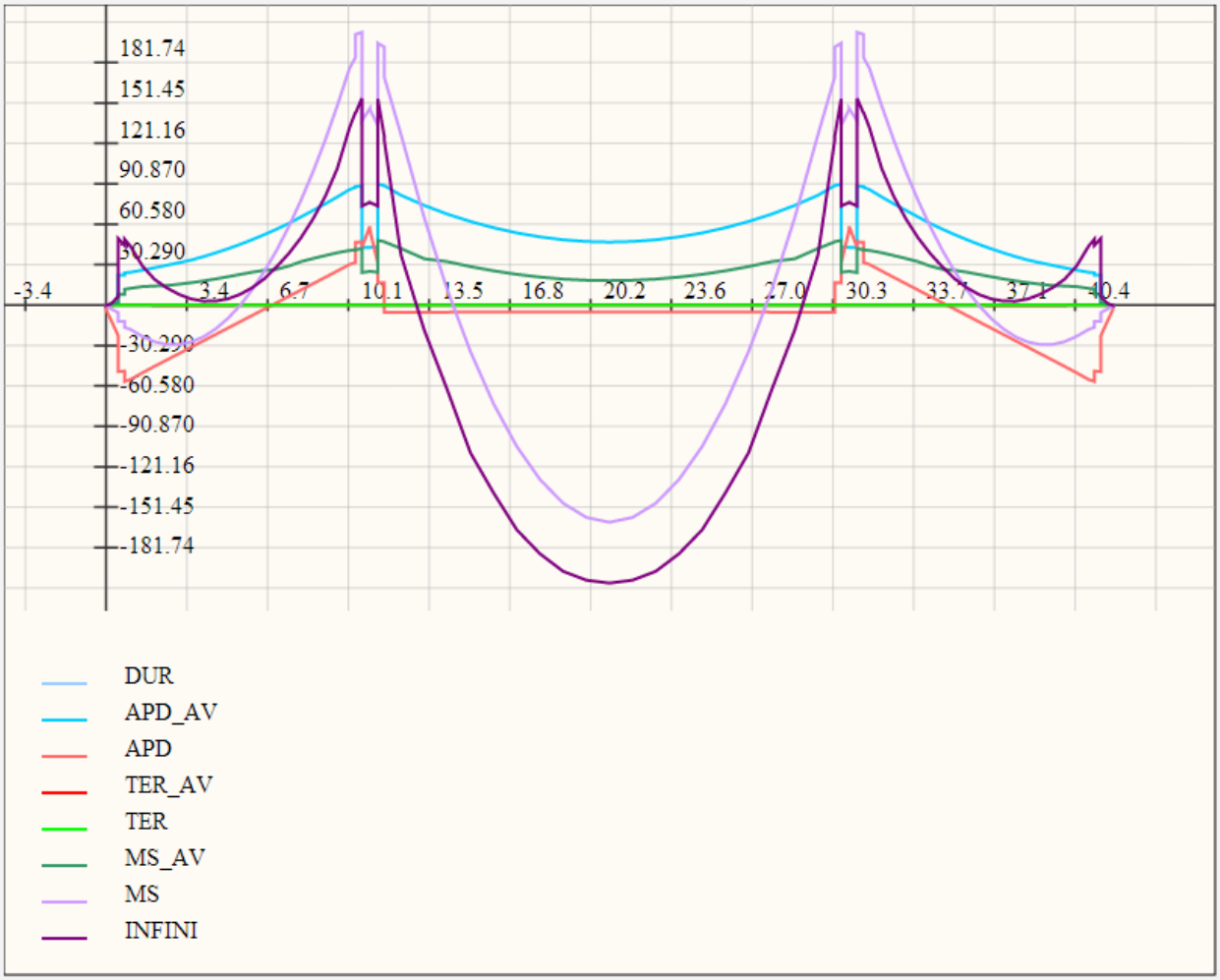
- Effets dus aux charges permanentes, précontrainte incluse.
- Variations pour chaque phase.
- La précontrainte est prise en valeur moyenne Pm.
- Les effets dus aux superstructures sont pris en valeur moyenne.
- Tassements et effets thermiques non inclus
- Unité : kN.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Résultat section globale :

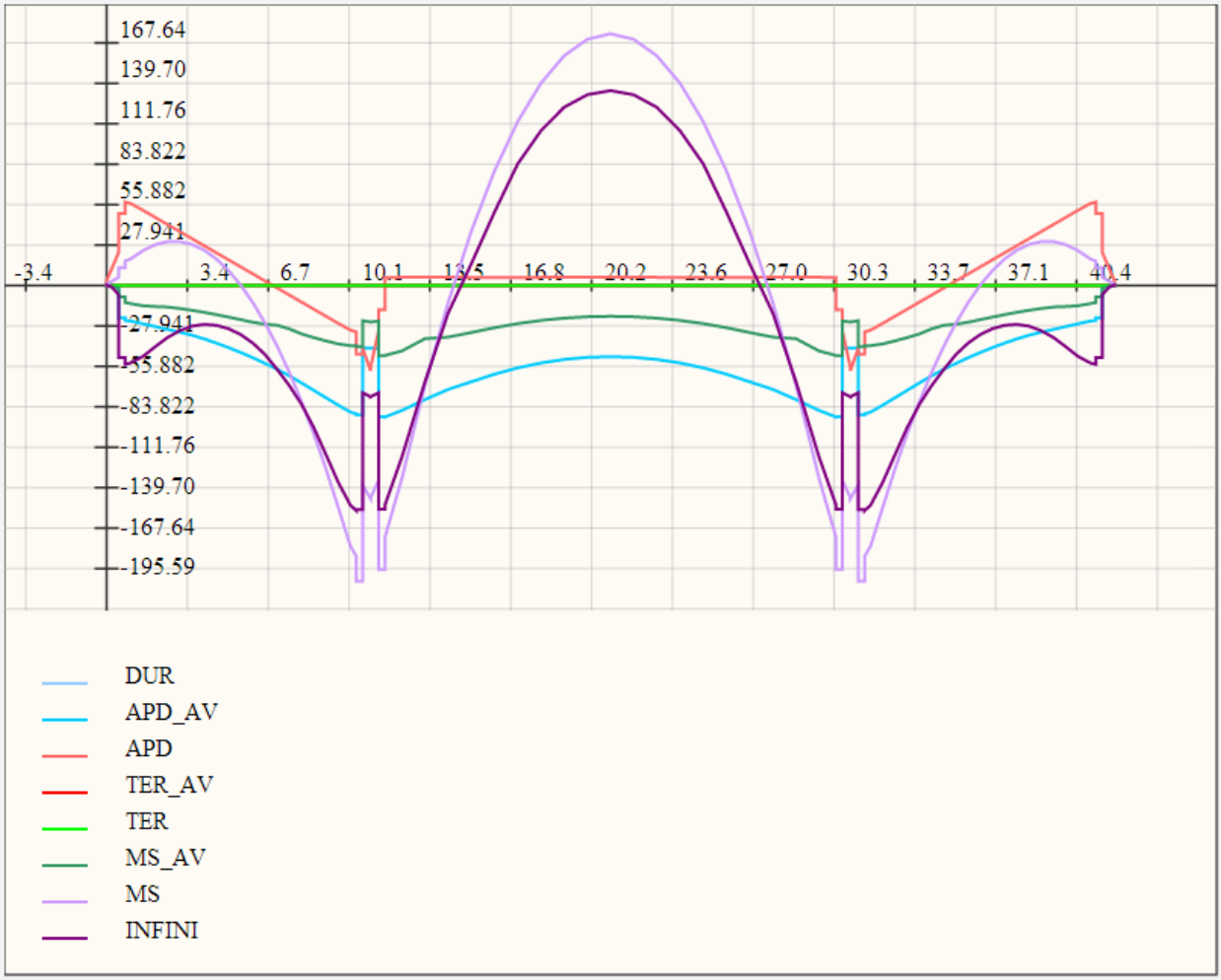
Visualisation graphique



Résultat poutre seule:
Visualisation graphique



Résultat hourdis seul:
Visualisation graphique



[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les efforts dus aux charges permanentes, précontrainte incluse sont fournis. Il s'agit des variations à chaque phase.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Deux types de tableaux sont prévus : phases avant clavage et après clavage. Le type de tableau après clavage est éventuellement dupliqué pour chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Après clavage, trois types de résultats d'efforts sont fournis :

- résultats en section globale : on donne les efforts résultants sur la section complète : Ntot, Vtot, Mtot.
- résultats poutre seule : les efforts Npou, Vpou et Mpou de la poutre seule sont édités
- résultats hourdis seul : les efforts Nhou, Vhou et Mhou du hourdis seul sont édités

Les résultats en moment et en effort tranchant sont également fournis (non édités ici).

16.4.14 - Efforts dus aux charges permanentes, hors poids propre et précontrainte

Ouvrage n°1

11. EFFORTS DUS AUX CHARGES PERMANENTES, HORS POIDS PROPRE ET PRÉCONTRAINTE

11.1. Efforts normaux

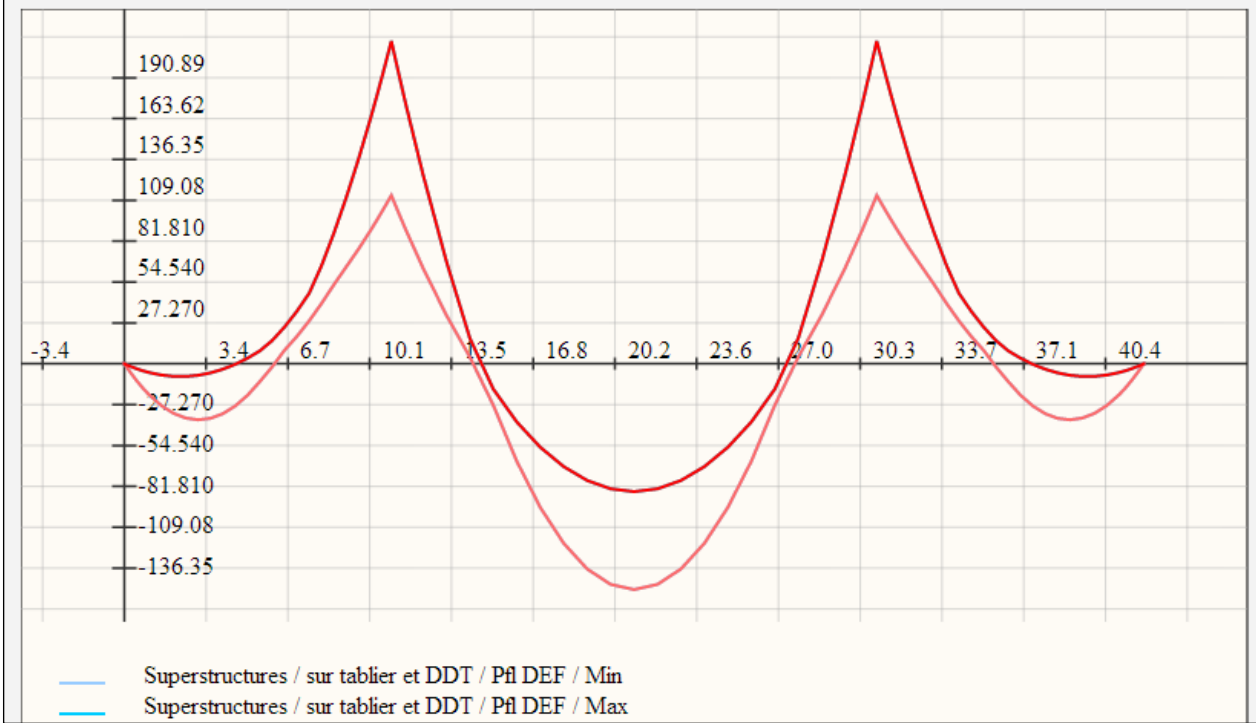
Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, les valeurs étant systématiquement nulles pour les ouvrages sur appuis simples.

11.2. Moments

11.2.1. Profil en travers definitif

- Effets dus aux charges permanentes, hors poids propre et précontrainte.
- Tassements et effets thermiques non inclus
- Effets cumulés, long terme
- Les enveloppes sont calculées avec le pivot : M.
- Unité : kN.m.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Env C Perm / ss PP ni P / Pfl DEF / Min
Env C Perm / ss PP ni P / Pfl DEF / Max

Barre	Absc.		Superstructures	Env C Perm
			sur tablier et DDT	ss PP ni P
			Pfl DEF	Pfl DEF
111	-0.060	Min	0.0000	0.0000
		Max	0.0000	0.0000
111	0.000	Min	0.57614E-02	0.57614E-02
		Max	0.14417E-01	0.14417E-01
112	0.000	Min	0.57614E-02	0.57614E-02
		Max	0.14417E-01	0.14417E-01
112	0.220	Min	-5.1302	-5.1302
		Max	-1.5218	-1.5218
112	0.500	Min	-11.178	-11.178
		Max	-3.2720	-3.2720
11	0.500	Min	-11.178	-11.178

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les efforts dus aux charges permanentes, hors poids propre et précontrainte sont fournis.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les résultats sont donnés pour chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Les résultats en effort normal ne sont édités que pour les ouvrages portiques.

Les résultats en moment (édités ici) et en effort tranchant (non édités ici). sont également fournis

16.4.15 - Efforts à l'ELS quasi-permanent, hors poids propre et précontrainte

Ouvrage n°1

12. EFFORTS À L'ELS QUASI PERMANENT, HORS POIDS PROPRE ET PRÉCONTRAINTE

12.1. Efforts normaux

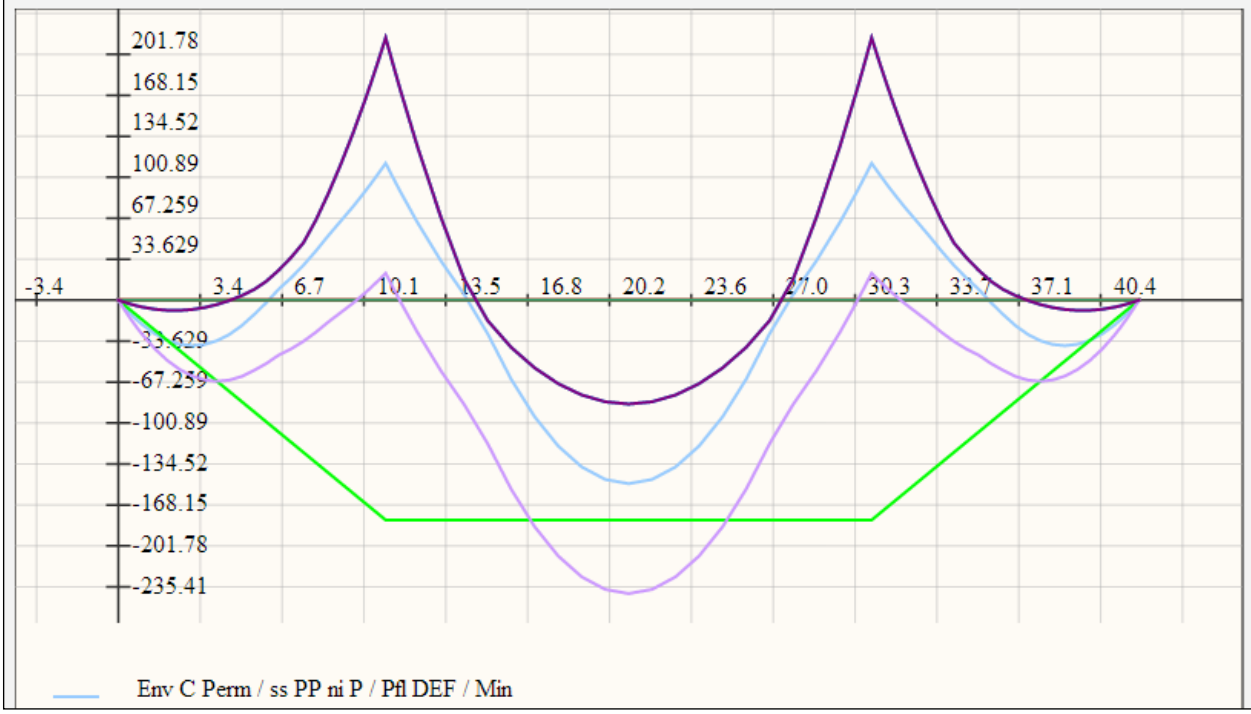
Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, les valeurs étant systématiquement nulles pour les ouvrages sur appuis simples.

12.2. Moments

12.2.1. Profil en travers definitif

- Efforts à l'ELS Quasi-Permanent, hors poids propre et précontrainte.
- Les enveloppes sont calculées avec le pivot : M.
- Unité : kN.m.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).
- Tassements probables RHO 2 : 1.000
- Tassements aleatoires RHO 2 : 0.000
- Enveloppe thermique PSI 2 : 0.500

Visualisation graphique



Env C Perm / ss PP ni P / Pfl DEF / Max
Tass. / prob. / --- / Min
Tass. / prob. / --- / Max
Env. / Therm. / --- / Min
Env. / Therm. / --- / Max
ELS QP. / ss PP ni P / Pfl DEF / Min
ELS QP. / ss PP ni P / Pfl DEF / Max

Barre	Absc.		Env C Perm	Tass.	Env.	ELS QP.
			ss PP ni P	prob.	Therm.	ss PP ni P
			Pfl DEF	---	---	Pfl DEF
111	-0.060	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Max	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
111	0.000	Min	0.57614E-02	0.0000	0.0000	0.57614E-02
		Max	0.14417E-01	0.0000	0.0000	0.14417E-01
112	0.000	Min	0.57614E-02	0.0000	0.0000	0.57614E-02
		Max	0.14417E-01	0.0000	0.0000	0.14417E-01
112	0.220	Min	-5.1302	0.0000	-3.6105	-6.9355
		Max	-1.5218	0.0000	0.0000	-1.5218

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les efforts à l'ELS quasi-permanent, hors poids propre et précontrainte sont fournis.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les résultats sont donnés pour chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Les résultats en effort normal ne sont édités que pour les ouvrages portiques.

Les résultats en moment (édités ici) et en effort tranchant (non édités ici). sont également fournis

16.4.16 - Efforts à l'ELS fréquent, hors poids propre et précontrainte

Ouvrage n°1

13. EFFORTS À L'ELS FRÉQUENT, HORS POIDS PROPRE ET PRÉCONTRAINTE

13.1. Efforts normaux

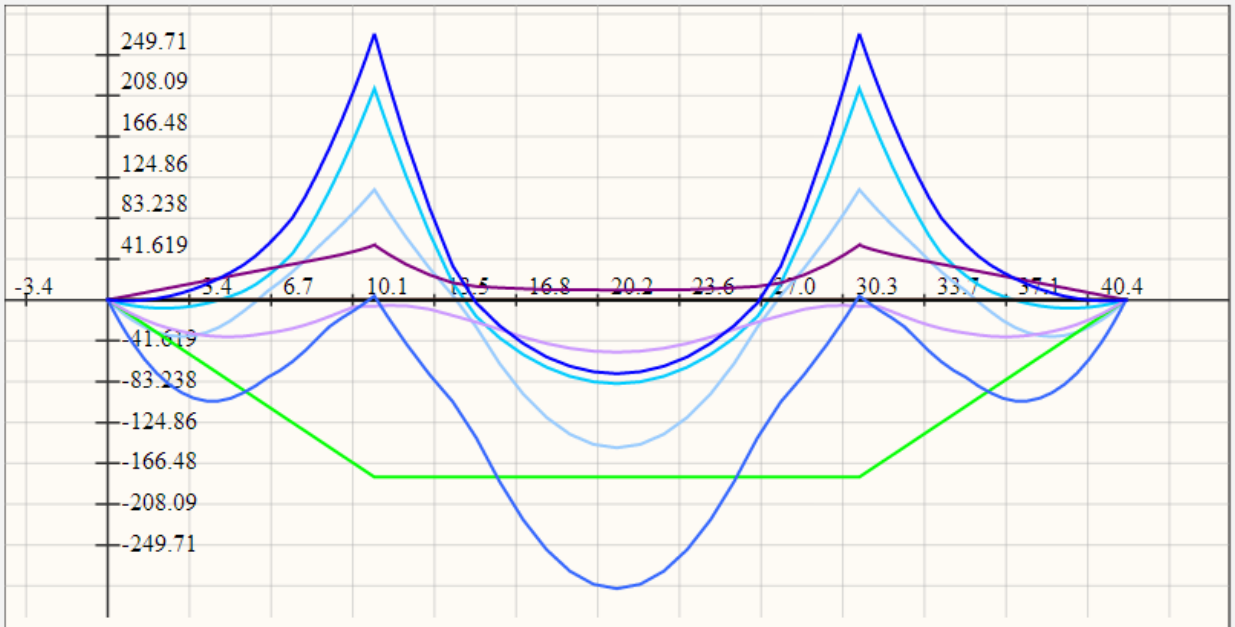
Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, les valeurs étant systématiquement nulles pour les ouvrages sur appuis simples.

13.2. Moments

13.2.1. Profil en travers definitif

- Efforts à l'ELS Fréquent, hors poids propre et précontrainte.
- Les enveloppes sont calculées avec le pivot : M.
- Unité : kN.m.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).
- Tassements probables RHO 1 : 1.000
- Tassements aleatoires RHO 1 : 0.000
- Enveloppe thermique PSI 1 : 0.600
- Enveloppe thermique PSI 2 : 0.500

Visualisation graphique



Env C Perm / ss PP ni P / Pfl DEF / Min
Env C Perm / ss PP ni P / Pfl DEF / Max
Tass. / prob. / --- / Min
Tass. / prob. / --- / Max
Env. / Therm. / --- / Min
Env. / Therm. / --- / Max
Q freq. / comp. T / Pfl DEF / Min
Q freq. / comp. T / Pfl DEF / Max
Q freq. / incomp. T / Pfl DEF / Min
Q freq. / incomp. T / Pfl DEF / Max
ELS freq. / ss PP ni P / Pfl DEF / Min
ELS freq. / ss PP ni P / Pfl DEF / Max

Barre	Absc.		Env C Perm	Tass.	Env.	Q freq.	Q freq.	ELS freq.
			ss PP ni P	prob.	Therm.	comp. T	incomp. T	ss PP ni P
			Pfl DEF	---	---	Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF
111	-0.060	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Max	0.0000	0.0000	0.0000	0.45020E-03	0.0000	0.45020E-03
111	0.000	Min	0.57614E-02	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.57614E-02
		Max	0.14417E-01	0.0000	0.0000	0.27098	0.0000	0.28539
112	0.000	Min	0.57614E-02	0.0000	0.0000	-0.13029E-02	0.0000	0.44585E-02
		Max	0.14417E-01	0.0000	0.0000	0.27043	0.0000	0.28485
112	0.220	Min	-5.1302	0.0000	-3.6105	-3.3932	0.0000	-10.329
		Max	-1.5218	0.0000	0.0000	1.1210	0.0000	-0.40081

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les efforts à l'ELS fréquent, hors poids propre et précontrainte sont fournis.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les résultats sont donnés pour chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Les résultats en effort normal ne sont édités que pour les ouvrages portiques.

Les résultats en moment (édités ici) et en effort tranchant (non édités ici). sont également fournis

16.4.17 - Efforts à l'ELS caractéristique, hors poids propre et précontrainte

Ouvrage n°1

14. EFFORTS À L'ELS CARACTÉRISTIQUE, HORS POIDS PROPRE ET PRÉCONTRAINTE

14.1. Efforts normaux

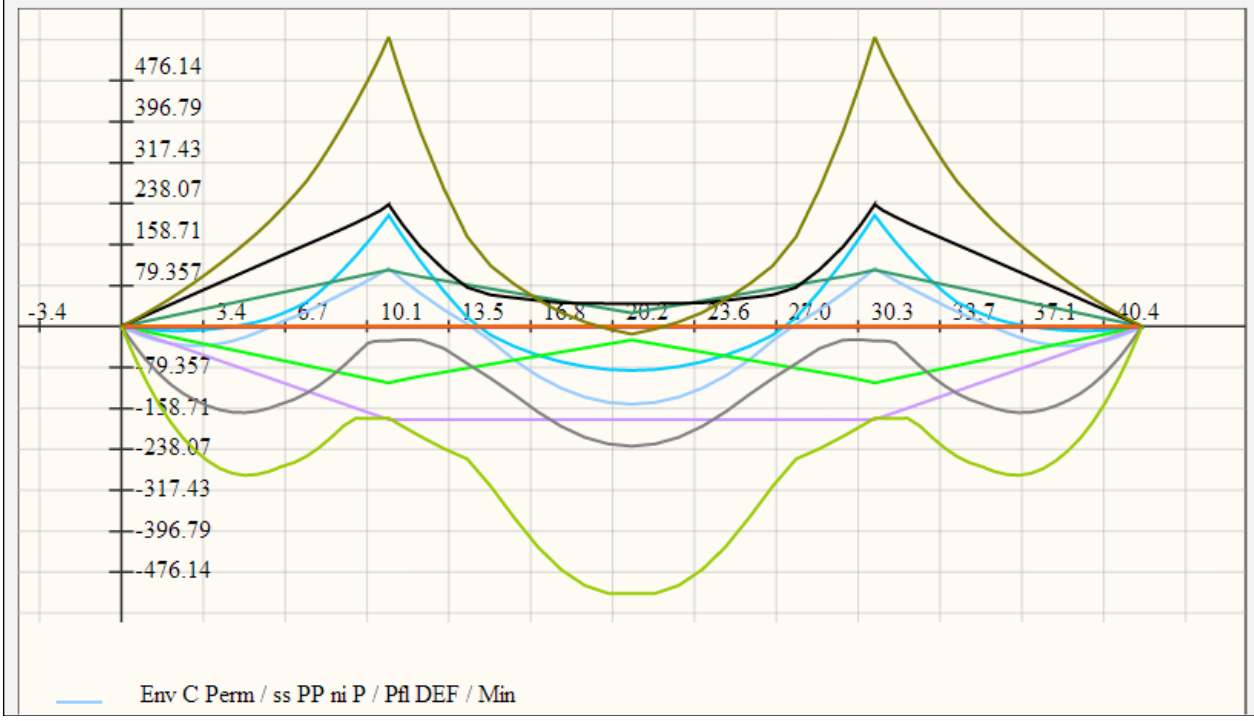
Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, les valeurs étant systématiquement nulles pour les ouvrages sur appuis simples.

14.2. Moments

14.2.1. Profil en travers definitif

- Efforts à l'ELS Caractéristique, hors poids propre et précontrainte.
- Les enveloppes sont calculées avec le pivot : M.
- Unité : kN.m.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).
- Tassements probables RHO 0 : 1.000
- Tassements aleatoires RHO 0 : 1.000
- Enveloppe thermique PSI 0 : 0.600

Visualisation graphique



Env C Perm / ss PP ni P / Pfl DEF / Max
Tass. / prob. / --- / Min
Tass. / prob. / --- / Max
Tass. / aléa. / --- / Min
Tass. / aléa. / --- / Max
Env. / Therm. / --- / Min
Env. / Therm. / --- / Max
Q cara. / comp. T / Pfl DEF / Min
Q cara. / comp. T / Pfl DEF / Max
Q cara. / incomp. T / Pfl DEF / Min
Q cara. / incomp. T / Pfl DEF / Max
Q / combi / Pfl DEF / Min
Q / combi / Pfl DEF / Max
ELS cara. / ss PP ni P / Pfl DEF / Min
ELS cara. / ss PP ni P / Pfl DEF / Max

Barre	Absc.		Env C Perm	Tass.	Tass.	Env.	Q cara.	Q cara.	Q	ELS cara.
			ss PP ni P	prob.	aléa.	Therm.	comp. T	incomp. T	combi	ss PP ni P
			Pfl DEF	---	---	---	Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF
111	-0.060	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Max	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.22510E-02	0.0000	0.0000	0.22510E-02
111	0.000	Min	0.57614E-02	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.57614E-02
		Max	0.14417E-01	0.0000	0.0000	0.0000	1.3520	0.0000	0.0000	1.3664
112	0.000	Min	0.57614E-02	0.0000	0.0000	0.0000	-0.65144E-02	0.0000	0.0000	-0.75302E-03

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les efforts à l'ELS caractéristique, hors poids propre et précontrainte sont fournis.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les résultats sont donnés pour chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Les résultats en effort normal ne sont édités que pour les ouvrages portiques.

Les résultats en moment (édités ici) et en effort tranchant (non édités ici). sont également fournis

16.4.18 - Efforts à l'ELU fondamental, hors poids propre et précontrainte

Ouvrage n°1

15. EFFORTS À L'ELU FONDAMENTAL, HORS POIDS PROPRE ET PRÉCONTRAINTE

15.1. Efforts normaux

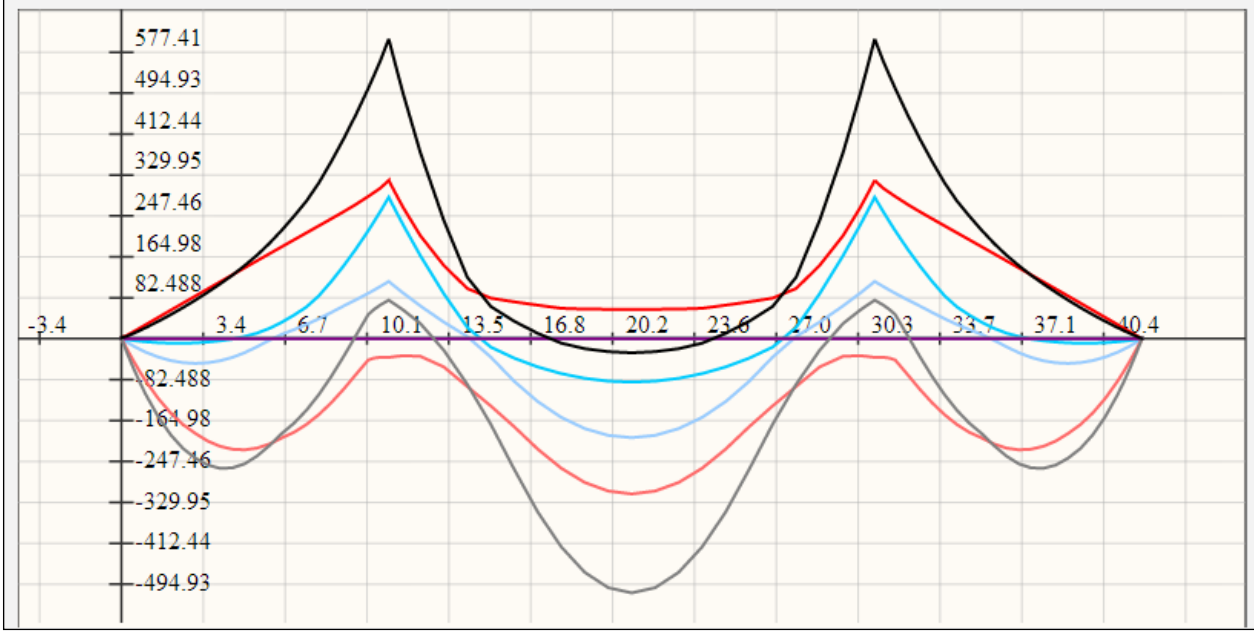
Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, les valeurs étant systématiquement nulles pour les ouvrages sur appuis simples.

15.2. Moments

15.2.1. Profil en travers definitif

- Efforts à l'ELU Fondamental, hors poids propre et précontrainte.
- Les enveloppes sont calculées avec le pivot : M.
- Unité : kN.m.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).
- Charges permanentes GAMMA : 1.350 1.000
- Tassements probables GAMMA * DZETA : 0.000
- Tassements aleatoires GAMMA * DZETA : 0.000
- Enveloppe thermique GAMMA * DZETA : 0.000
- Enveloppe thermique GAMMA * DZETA * PSI 0 : 0.000
- Q combinaison GAMMA : 1.350

Visualisation graphique



Env ulti CP / ss PP ni P / Pfl DEF / Min
Env ulti CP / ss PP ni P / Pfl DEF / Max
Q ulti. / comp. T / Pfl DEF / Min
Q ulti. / comp. T / Pfl DEF / Max
Q ulti. / incomp. T / Pfl DEF / Min
Q ulti. / incomp. T / Pfl DEF / Max
Q / combi / Pfl DEF / Min
Q / combi / Pfl DEF / Max
ELU fond. / ss PP ni P / Pfl DEF / Min
ELU fond. / ss PP ni P / Pfl DEF / Max

Barre	Absc.		Env ulti CP	Q ulti.	Q ulti.	Q	ELU fond.
			ss PP ni P	comp. T	incomp. T	combi	ss PP ni P
			Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF
111	-0.060	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Max	0.0000	0.29668E-02	0.0000	0.0000	0.29668E-02
111	0.000	Min	0.60061E-02	0.0000	0.0000	0.0000	0.60061E-02
		Max	0.19124E-01	1.7823	0.0000	0.0000	1.8015
112	0.000	Min	0.60061E-02	-0.85859E-02	0.0000	0.0000	-0.25797E-02
		Max	0.19124E-01	1.7787	0.0000	0.0000	1.7978
112	0.220	Min	-6.8158	-20.275	0.0000	0.0000	-27.091
		Max	-1.6093	6.6343	0.0000	0.0000	5.0250
112	0.500	Min	-14.852	-45.149	0.0000	0.0000	-60.001
		Max	-3.4648	14.241	0.0000	0.0000	10.776

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les efforts à l'ELU fondamental, hors poids propre et précontrainte sont fournis.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les résultats sont donnés pour chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Les résultats en effort normal ne sont édités que pour les ouvrages portiques.

Les résultats en moment (édités ici) et en effort tranchant (non édités ici). sont également fournis

16.4.19 - Efforts à l'ELU accidentel, hors poids propre et précontrainte

Ouvrage n°1

16. EFFORTS À L'ELU ACCIDENTEL, HORS POIDS PROPRE ET PRÉCONTRAINTE

Partie vide car aucune charge accidentelle n'a été définie

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les efforts à l'ELU accidentel, hors poids propre et précontrainte sont fournis uniquement lorsque des charges accidentelles sont définies par l'utilisateur.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les résultats sont donnés pour chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Les résultats en effort normal ne sont édités que pour les ouvrages portiques.

Les résultats en moment et en effort tranchant sont également fournis

16.4.20 - Enveloppes prédéfinies de charges d'exploitation

Ouvrage n°1

17. ENVELOPPES PRÉDÉFINIES DE CHARGES D'EXPLOITATION

17.1. Efforts normaux

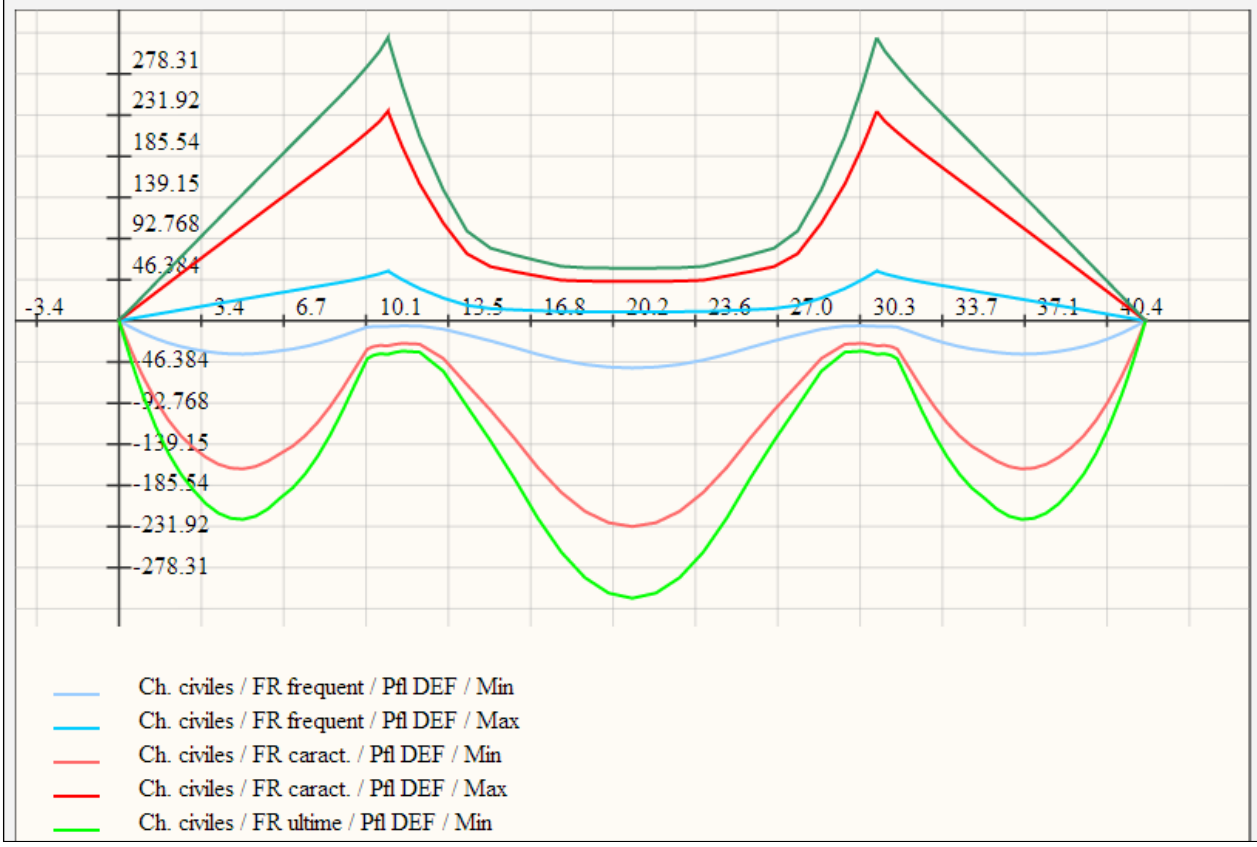
Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, les valeurs étant systématiquement nulles pour les ouvrages sur appuis simples.

17.2. Moments

17.2.1. Profil en travers definitif

- Enveloppes prédéfinies de charges d'exploitation : enveloppes de tous les types de charges semblable.
- Les enveloppes sont calculées avec le pivot : M.
- Unité : kN.m.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Ch. civiles / FR ultime / Pfl DEF / Max

Barre	Absc.		Ch. civiles	Ch. civiles	Ch. civiles
			FR frequent	FR caract.	FR ultime
			Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF
111	-0.060	Min	0.0000	0.0000	0.0000
		Max	0.45020E-03	0.22510E-02	0.29668E-02
111	0.000	Min	0.0000	0.0000	0.0000
		Max	0.27098	1.3520	1.7823
112	0.000	Min	-0.13029E-02	-0.65144E-02	-0.85859E-02
		Max	0.27043	1.3492	1.7787
112	0.220	Min	-3.3932	-15.220	-20.275
		Max	1.1210	4.9284	6.6343
112	0.500	Min	-7.5527	-33.895	-45.149
		Max	2.4203	10.566	14.241

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les efforts enveloppes des charges d'exploitation regroupées par types semblables sont fournis..

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les résultats sont donnés pour chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Les résultats en effort normal ne sont édités que pour les ouvrages portiques.

Les résultats en moment (édités ici) et en effort tranchant (non édités ici). sont également fournis

16.5 - Efforts longitudinaux (moments décalés)- file courante, file de rive gauche ou file de rive droite

Afin de faciliter et de clarifier la prise en compte du décalage des moments, les résultats hors poids propre et précontrainte détaillés précédemment fournis dans les notes de calcul « Efforts longitudinaux - file courante, file de rive gauche ou file de rive droite » sont repris, avec un décalage systématique des moments.

Seuls les résultats de moments sont fournis, car les efforts normaux et les efforts tranchants sont inchangés.

Toutefois l'utilisation des moments décalés dans les justifications n'est pas systématique (voir les explications à ce sujet dans le paragraphe spécifique à propos du décalage des moments)

Des aperçus de courbes de moments décalés sont édités ici.

16.5.1 - Efforts dus aux charges permanentes, hors poids propre et précontrainte

Ouvrage n°1

6. EFFORTS DUS AUX CHARGES PERMANENTES, HORS POIDS PROPRE ET PRÉCONTRAINTE

6.1. Efforts normaux

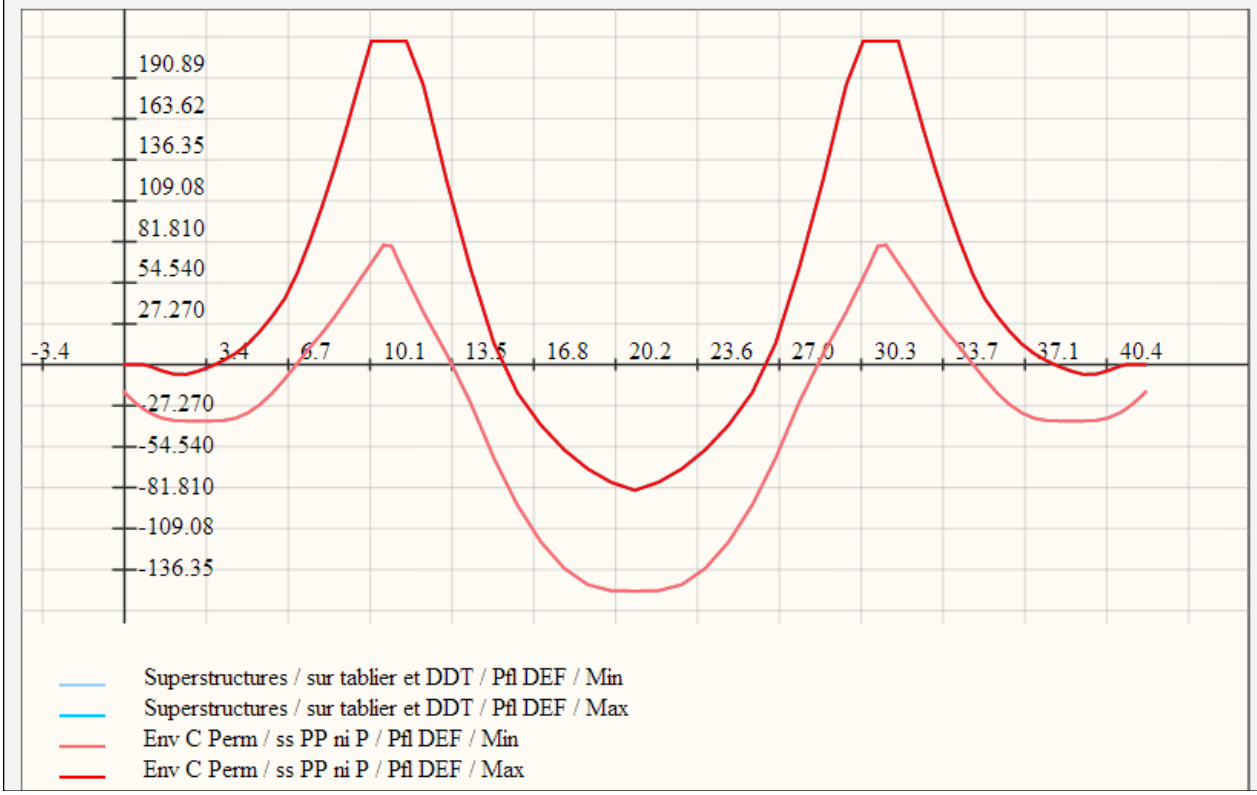
Seuls les moments sont édités dans les NDC avec décalage des moments.

6.2. Moments

6.2.1. Profil en travers definitif

- Effets dus aux charges permanentes, hors poids propre et précontrainte.
- Tassements et effets thermiques non inclus
- Effets cumulés, long terme
- Les enveloppes sont calculées avec le pivot : M.
- Unité : kN.m.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Barre	Absc.		Superstructures	Env C Perm
			sur tablier et DDT	ss PP ni P
			Pfl DEF	Pfl DEF
111	-0.060	Min	-17.441	-17.441
		Max	0.14417E-01	0.14417E-01
111	0.000	Min	-18.480	-18.480
		Max	0.14417E-01	0.14417E-01
112	0.000	Min	-18.480	-18.480
		Max	0.14417E-01	0.14417E-01
112	0.220	Min	-21.988	-21.988
		Max	0.14417E-01	0.14417E-01

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Voir partie similaire sans décalage des moments

16.5.2 - Efforts à l'ELS quasi-permanent, hors poids propre et précontrainte

Ouvrage n°1

7. EFFORTS À L'ELS QUASI PERMANENT, HORS POIDS PROPRE ET PRÉCONTRAINTE

7.1. Efforts normaux

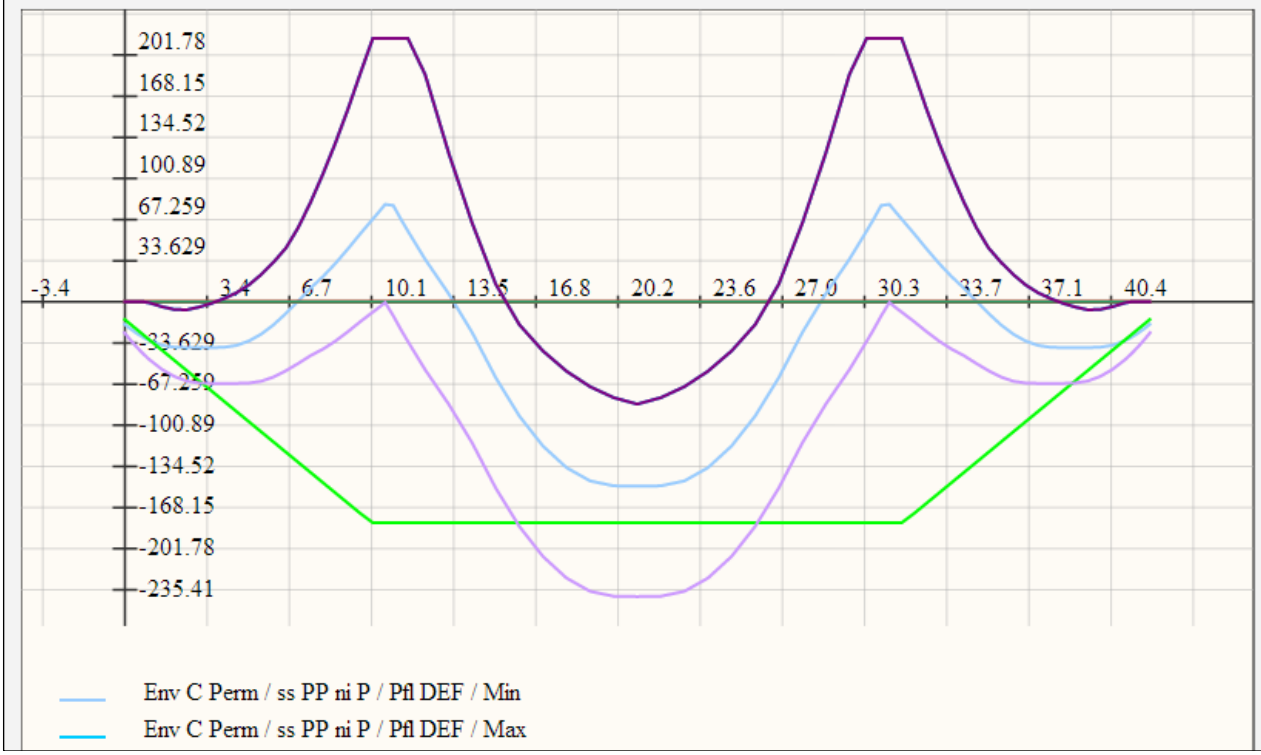
Seuls les moments sont édités dans les NDC avec décalage des moments.

7.2. Moments

7.2.1. Profil en travers definitif

- Efforts à l'ELS Quasi-Permanent, hors poids propre et précontrainte.
- Les enveloppes sont calculées avec le pivot : M.
- Unité : kN.m.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).
- Tassements probables RHO 2 : 1.000
- Tassements aleatoires RHO 2 : 0.000
- Enveloppe thermique PSI 2 : 0.500

Visualisation graphique



Tass. / prob. / --- / Min
Tass. / prob. / --- / Max
Env. / Therm. / --- / Min
Env. / Therm. / --- / Max
ELS QP. / ss PP ni P / Pfl DEF / Min
ELS QP. / ss PP ni P / Pfl DEF / Max

Barre	Absc.		Env C Perm	Tass.	Env.	ELS QP.
			ss PP ni P	prob.	Therm.	ss PP ni P
			Pfl DEF	---	---	Pfl DEF
111	-0.060	Min	-17.441	0.0000	-13.622	-24.252
		Max	0.14417E-01	0.0000	0.0000	0.14417E-01
111	0.000	Min	-18.480	0.0000	-14.606	-25.783
		Max	0.14417E-01	0.0000	0.0000	0.14417E-01
112	0.000	Min	-18.480	0.0000	-14.606	-25.783
		Max	0.14417E-01	0.0000	0.0000	0.14417E-01
112	0.220	Min	-21.988	0.0000	-18.217	-31.096
		Max	0.14417E-01	0.0000	0.0000	0.14417E-01
112	0.500	Min	-26.006	0.0000	-22.812	-37.412
		Max	0.14417E-01	0.0000	0.0000	0.14417E-01

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Voir partie similaire sans décalage des moments

16.5.3 - Efforts à l'ELS fréquent, hors poids propre et précontrainte

Ouvrage n°1

8. EFFORTS À L'ELS FRÉQUENT, HORS POIDS PROPRE ET PRÉCONTRAINTE

8.1. Efforts normaux

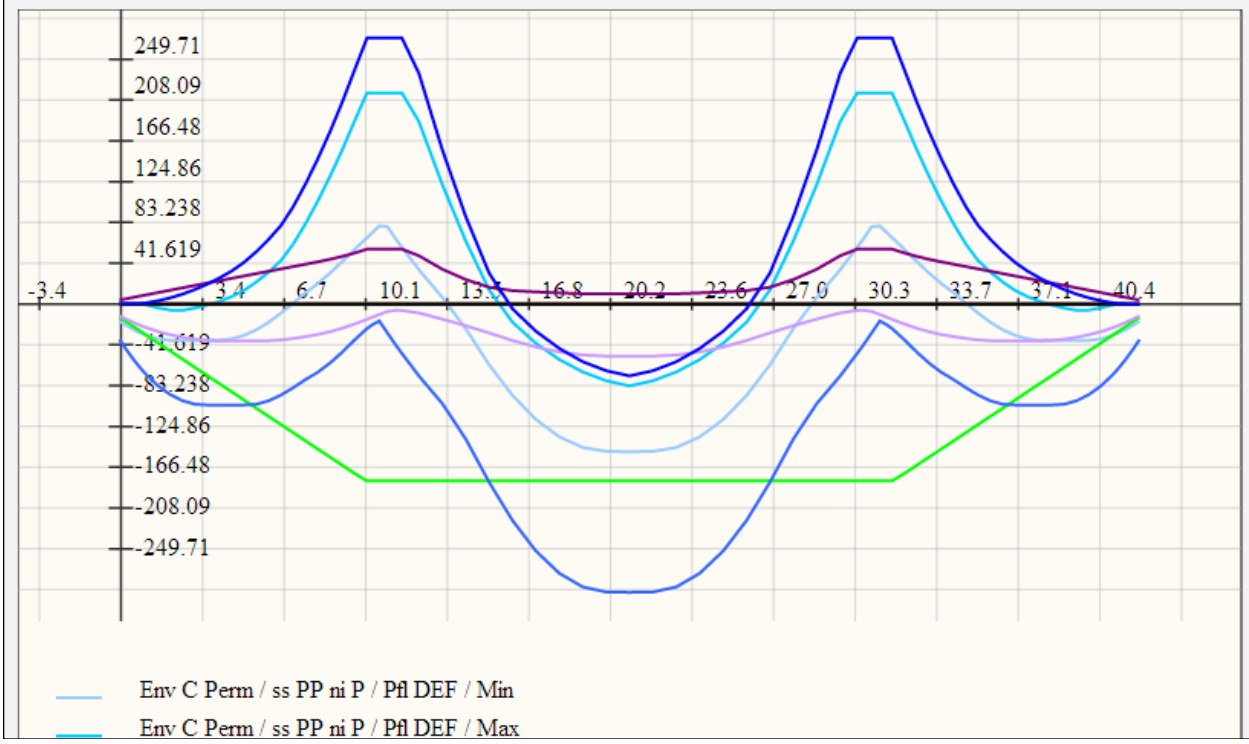
Seuls les moments sont édités dans les NDC avec décalage des moments.

8.2. Moments

8.2.1. Profil en travers definitif

- Efforts à l'ELS Fréquent, hors poids propre et précontrainte.
- Les enveloppes sont calculées avec le pivot : M.
- Unité : kN.m.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).
- Tassements probables RHO 1 : 1.000
- Tassements aleatoires RHO 1 : 0.000
- Enveloppe thermique PSI 1 : 0.600
- Enveloppe thermique PSI 2 : 0.500

Visualisation graphique



Tass. / prob. / --- / Min
Tass. / prob. / --- / Max
Env. / Therm. / --- / Min
Env. / Therm. / --- / Max
Q freq. / comp. T / Pfl DEF / Min
Q freq. / comp. T / Pfl DEF / Max
Q freq. / incomp. T / Pfl DEF / Min
Q freq. / incomp. T / Pfl DEF / Max
ELS freq. / ss PP ni P / Pfl DEF / Min
ELS freq. / ss PP ni P / Pfl DEF / Max

Barre	Absc.		Env C Perm	Tass.	Env.	Q freq.	Q freq.	ELS freq.
			ss PP ni P	prob.	Therm.	comp. T	incomp. T	ss PP ni P
			Pfl DEF	---	---	Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF
111	-0.060	Min	-17.441	0.0000	-13.622	-12.067	0.0000	-36.320
		Max	0.14417E-01	0.0000	0.0000	4.0135	0.0000	0.28539
111	0.000	Min	-18.480	0.0000	-14.606	-12.841	0.0000	-38.625
		Max	0.14417E-01	0.0000	0.0000	4.3030	0.0000	0.28539
112	0.000	Min	-18.480	0.0000	-14.606	-12.841	0.0000	-38.625
		Max	0.14417E-01	0.0000	0.0000	4.3030	0.0000	0.28539
112	0.220	Min	-21.988	0.0000	-18.217	-15.536	0.0000	-46.632
		Max	0.14417E-01	0.0000	0.0000	5.3635	0.0000	0.28539

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Voir partie similaire sans décalage des moments

16.5.4 - Efforts à l'ELS caractéristique, hors poids propre et précontrainte

Ouvrage n°1

9. EFFORTS À L'ELS CARACTÉRISTIQUE, HORS POIDS PROPRE ET PRÉCONTRAINTE

9.1. Efforts normaux

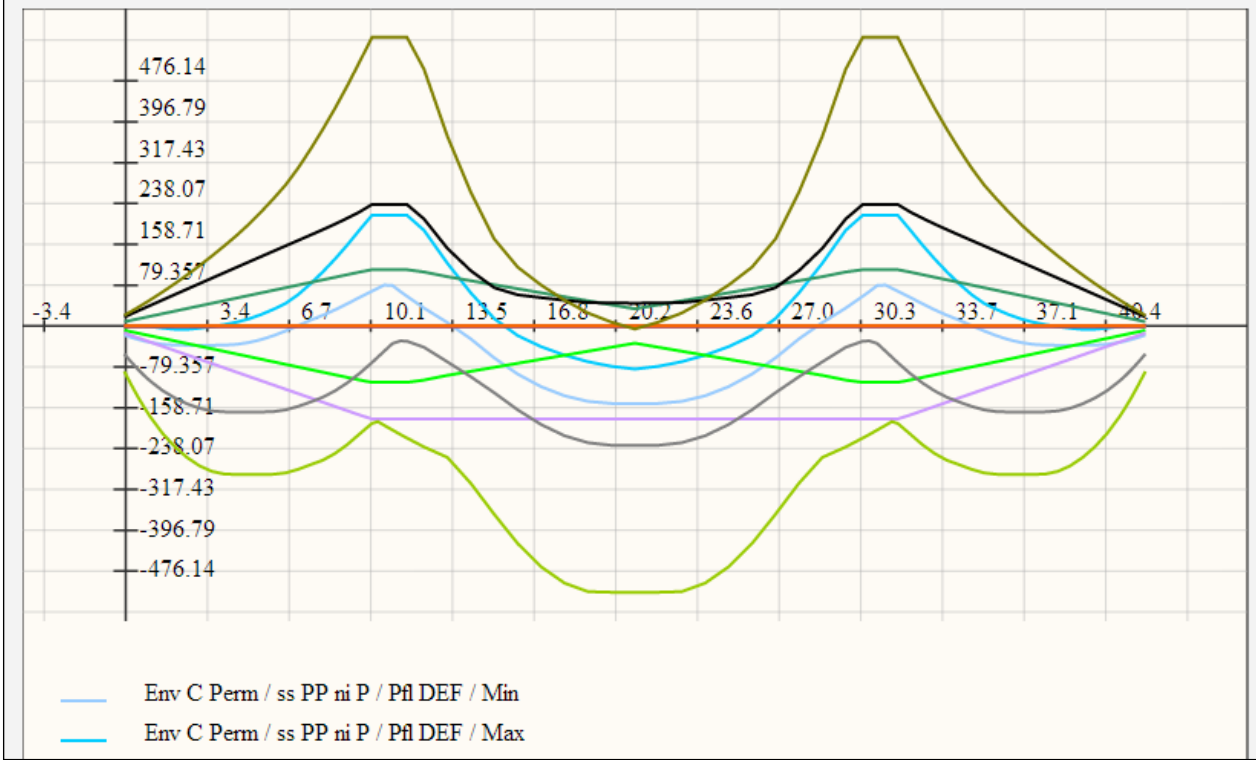
Seuls les moments sont édités dans les NDC avec décalage des moments.

9.2. Moments

9.2.1. Profil en travers definitif

- Efforts à l'ELS Caractéristique, hors poids propre et précontrainte.
- Les enveloppes sont calculées avec le pivot : M.
- Unité : kN.m.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).
- Tassements probables RHO 0 : 1.000
- Tassements aleatoires RHO 0 : 1.000
- Enveloppe thermique PSI 0 : 0.600

Visualisation graphique



Tass. / prob. / --- / Min
Tass. / prob. / --- / Max
Tass. / aléa. / --- / Min
Tass. / aléa. / --- / Max
Env. / Therm. / --- / Min
Env. / Therm. / --- / Max
Q cara. / comp. T / Pfl DEF / Min
Q cara. / comp. T / Pfl DEF / Max
Q cara. / incomp. T / Pfl DEF / Min
Q cara. / incomp. T / Pfl DEF / Max
Q / combi / Pfl DEF / Min
Q / combi / Pfl DEF / Max
ELS cara. / ss PP ni P / Pfl DEF / Min
ELS cara. / ss PP ni P / Pfl DEF / Max

Barre	Absc.		Env C Perm	Tass.	Tass.	Env.	Q cara.	Q cara.	Q	ELS cara.
			ss PP ni P	prob.	aléa.	Therm.	comp. T	incomp. T	combi	ss PP ni P
			Pfl DEF	---	---	---	Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF
111	-0.060	Min	-17.441	0.0000	-8.2594	-13.622	-54.139	0.0000	0.0000	-88.013
		Max	0.14417E-01	0.0000	8.2594	0.0000	17.521	0.0000	0.0000	20.795
111	0.000	Min	-18.480	0.0000	-8.8564	-14.606	-57.603	0.0000	0.0000	-93.704
		Max	0.14417E-01	0.0000	8.8564	0.0000	18.785	0.0000	0.0000	22.383
112	0.000	Min	-18.480	0.0000	-8.8564	-14.606	-57.603	0.0000	0.0000	-93.704
		Max	0.14417E-01	0.0000	8.8564	0.0000	18.785	0.0000	0.0000	22.383
112	0.220	Min	-21.988	0.0000	-11.046	-18.217	-69.655	0.0000	0.0000	-113.62
		Max	0.14417E-01	0.0000	11.046	0.0000	23.413	0.0000	0.0000	28.325
112	0.500	Min	-26.006	0.0000	-13.832	-22.812	-84.034	0.0000	0.0000	-137.56
		Max	0.14417E-01	0.0000	13.832	0.0000	29.297	0.0000	0.0000	36.060

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Voir partie similaire sans décalage des moments

16.5.5 - Efforts à l'ELU fondamental, hors poids propre et précontrainte

Ouvrage n°1

10. EFFORTS À L'ELU FONDAMENTAL, HORS POIDS PROPRE ET PRÉCONTRAINTE

10.1. Efforts normaux

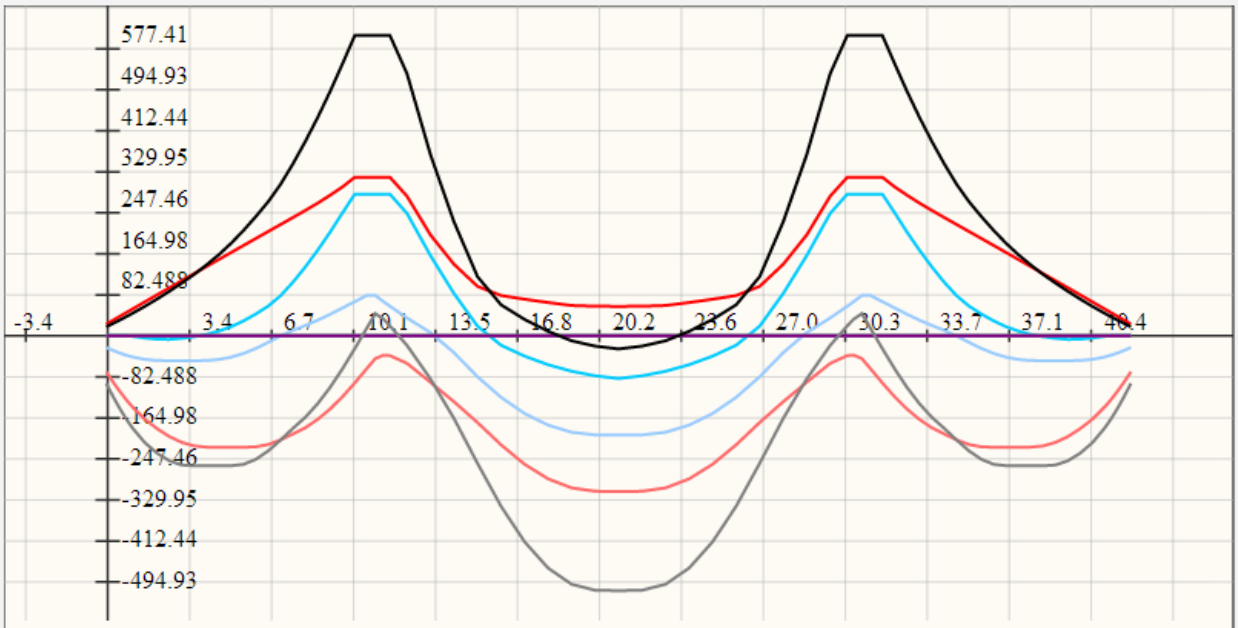
Seuls les moments sont édités dans les NDC avec décalage des moments.

10.2. Moments

10.2.1. Profil en travers definitif

- Efforts à l'ELU Fondamental, hors poids propre et précontrainte.
- Les enveloppes sont calculées avec le pivot : M.
- Unité : kN.m.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).
- Charges permanentes GAMMA : 1.350 1.000
- Tassements probables GAMMA * DZETA : 0.000
- Tassements aleatoires GAMMA * DZETA : 0.000
- Enveloppe thermique GAMMA * DZETA : 0.000
- Enveloppe thermique GAMMA * DZETA * PSI 0 : 0.000
- Q combinaison GAMMA : 1.350

Visualisation graphique



Env ulti CP / ss PP ni P / Pfl DEF / Min
Env ulti CP / ss PP ni P / Pfl DEF / Max
Q ulti. / comp. T / Pfl DEF / Min
Q ulti. / comp. T / Pfl DEF / Max
Q ulti. / incomp. T / Pfl DEF / Min
Q ulti. / incomp. T / Pfl DEF / Max
Q / combi / Pfl DEF / Min
Q / combi / Pfl DEF / Max
ELU fond. / ss PP ni P / Pfl DEF / Min
ELU fond. / ss PP ni P / Pfl DEF / Max

Barre	Absc.		Env ulti CP	Q ulti.	Q ulti.	Q	ELU fond.
			ss PP ni P	comp. T	incomp. T	combi	ss PP ni P
			Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF
111	-0.060	Min	-23.175	-72.117	0.0000	0.0000	-95.292
		Max	0.19124E-01	23.614	0.0000	0.0000	18.327
111	0.000	Min	-24.555	-76.733	0.0000	0.0000	-101.29
		Max	0.19124E-01	25.317	0.0000	0.0000	19.741
112	0.000	Min	-24.555	-76.733	0.0000	0.0000	-101.29
		Max	0.19124E-01	25.317	0.0000	0.0000	19.741
112	0.220	Min	-29.218	-92.792	0.0000	0.0000	-122.01
		Max	0.19124E-01	31.556	0.0000	0.0000	25.042
112	0.500	Min	-34.561	-111.96	0.0000	0.0000	-146.52
		Max	0.19124E-01	39.487	0.0000	0.0000	31.968
11	0.500	Min	-34.561	-111.96	0.0000	0.0000	-146.52
		Max	0.19124E-01	39.487	0.0000	0.0000	31.968
11	0.765	Min	-38.875	-128.51	0.0000	0.0000	-167.39
		Max	0.19124E-01	46.987	0.0000	0.0000	38.749

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Voir partie similaire sans décalage des moments

16.5.6 - Efforts à l'ELU accidentel, hors poids propre et précontrainte

Ouvrage n°1

16. EFFORTS À L'ELU ACCIDENTEL, HORS POIDS PROPRE ET PRÉCONTRAINTE

Partie vide car aucune charge accidentelle n'a été définie

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Voir partie similaire sans décalage des moments

16.5.7 - Enveloppes prédéfinies de charges d'exploitation

Ouvrage n°1

12. ENVELOPPES PRÉDÉFINIES DE CHARGES D'EXPLOITATION

12.1. Efforts normaux

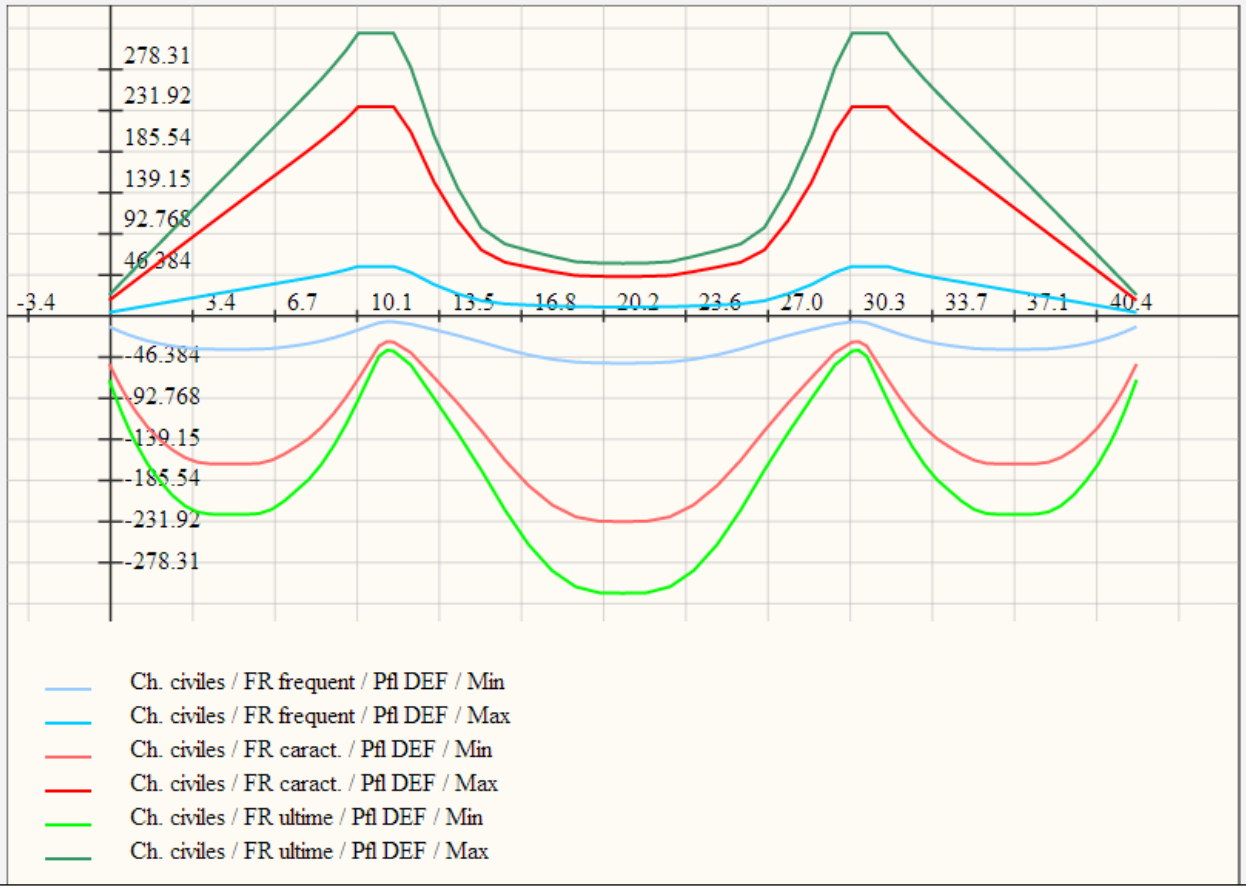
Seuls les moments sont édités dans les NDC avec décalage des moments.

12.2. Moments

12.2.1. Profil en travers definitif

- Enveloppes prédéfinies de charges d'exploitation : enveloppes de tous les types de charges semblable.
- Les enveloppes sont calculées avec le pivot : M.
- Unité : kN.m.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Barre	Absc.		Ch. civiles	Ch. civiles	Ch. civiles
			FR frequent	FR caract.	FR ultime
			Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF
111	-0.060	Min	-12.067	-54.139	-72.117
		Max	4.0135	17.521	23.614
111	0.000	Min	-12.841	-57.603	-76.733
		Max	4.3030	18.785	25.317
112	0.000	Min	-12.841	-57.603	-76.733
		Max	4.3030	18.785	25.317
112	0.220	Min	-15.536	-69.655	-92.792
		Max	5.3635	23.413	31.556
112	0.500	Min	-18.756	-84.034	-111.96
		Max	6.7122	29.297	39.487
11	0.500	Min	-18.756	-84.034	-111.96
		Max	6.7122	29.297	39.487
11	0.765	Min	-21.544	-96.456	-128.51
		Max	7.9876	34.861	46.987

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

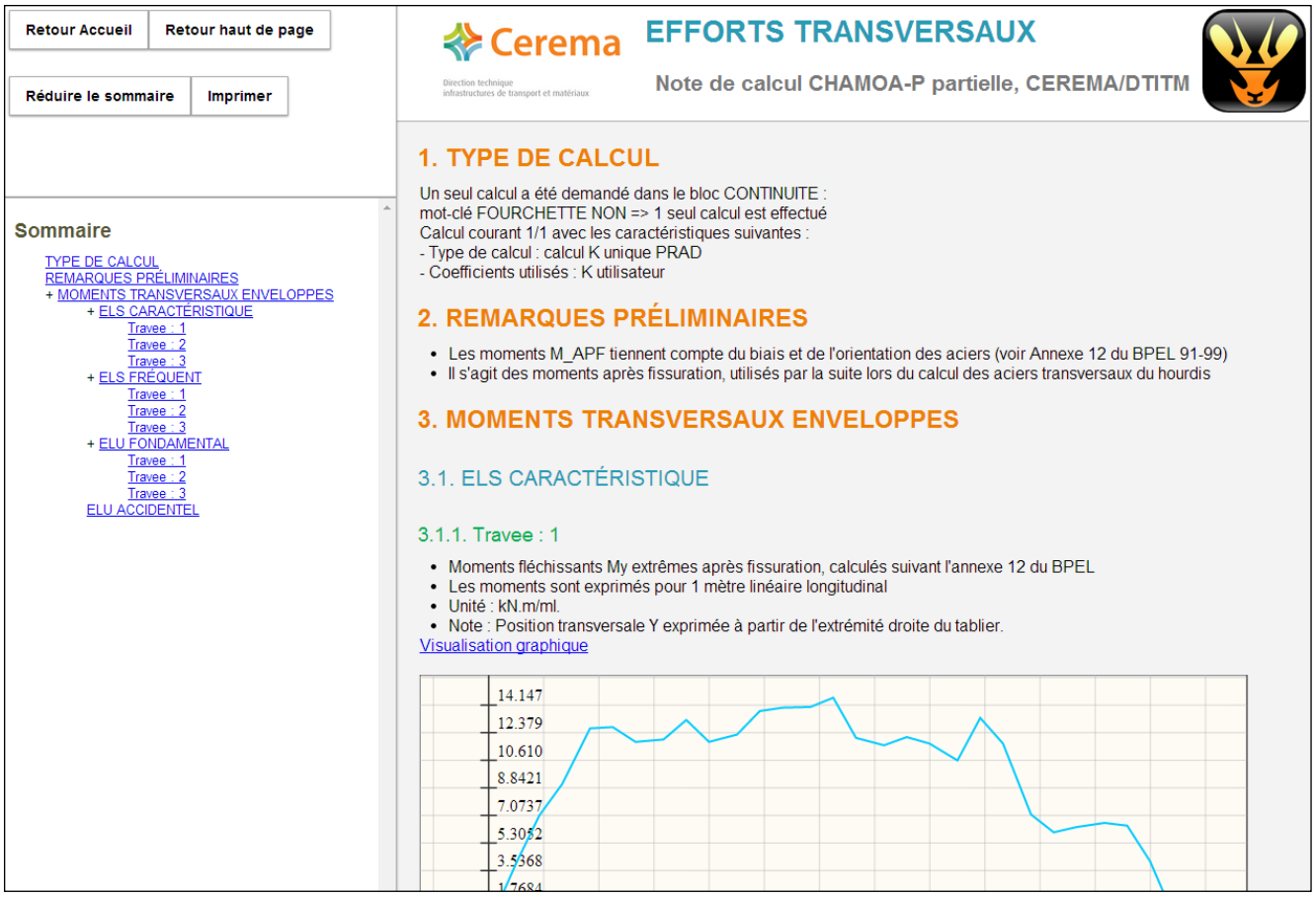
Commentaires

Voir partie similaire sans décalage des moments

16.6 - Efforts transversaux

16.6.1 - Vue générale de la note

Ouvrage n°1



Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

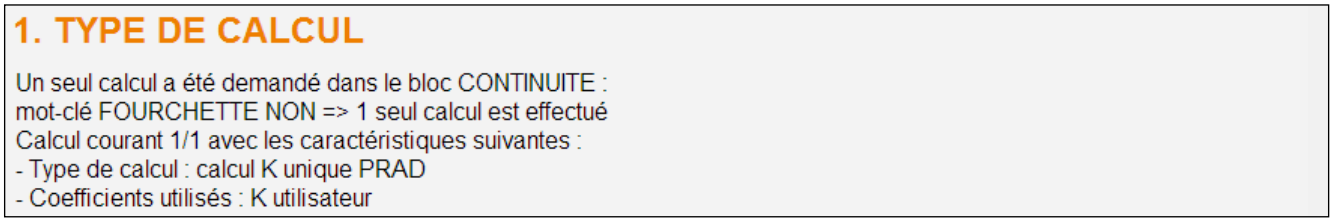
Non édité.

Commentaires

La visualisation de la note au format html est présentée ci-dessus. Un sommaire dynamique placé à gauche facilite la navigation dans le document.

16.6.2 - Type de calcul

Ouvrage n°1



Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe donne des indications sur le calcul en cours. Il est utile dans le cas d'un double-calcul lorsqu'un calcul en fourchette de la contiuité sur appuis a été demandé.

16.6.3 - Remarques préliminaires

Ouvrage n°1

2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES

- Les moments M_APF tiennent compte du biais et de l'orientation des aciers (voir Annexe 12 du BPEL 91-99)
- Il s'agit des moments après fissuration, utilisés par la suite lors du calcul des aciers transversaux du hourdis

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe présente les résultats fournis dans la note de calcul.

16.6.4 - Moments transversaux enveloppe

Ouvrage n°1

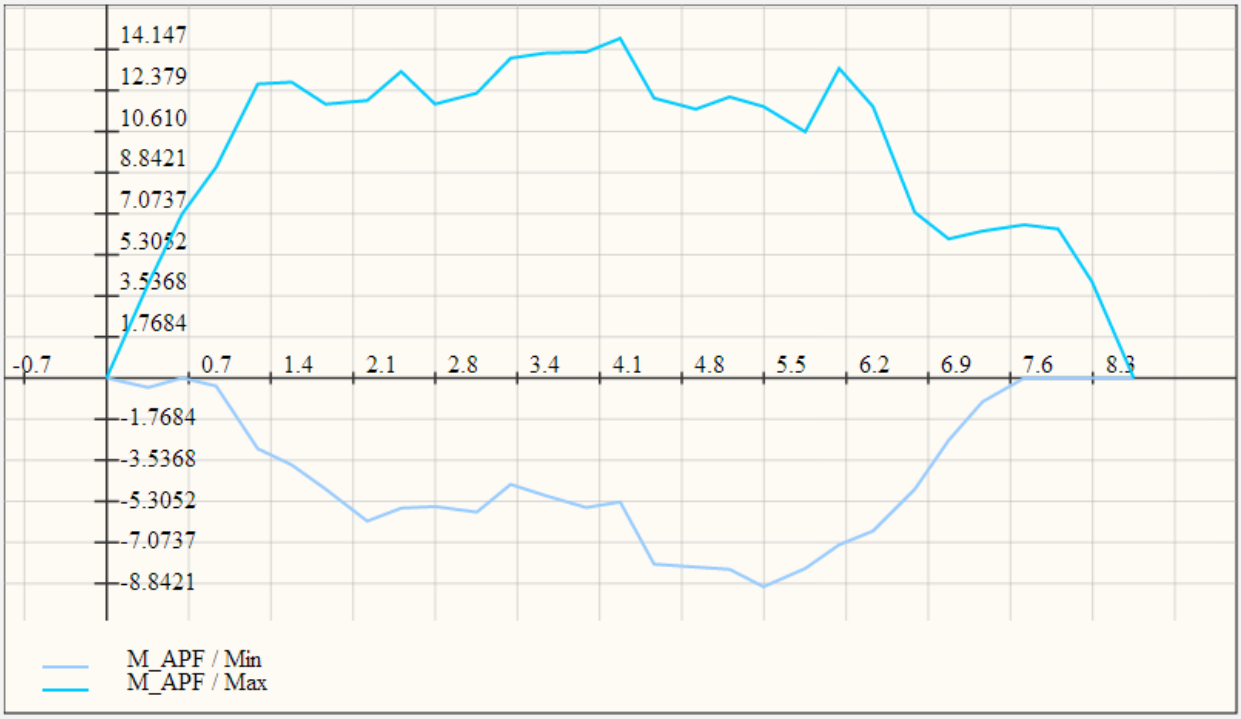
Seul l'ELS caractéristique travée 1 est édité ici.

3.1. ELS CARACTÉRISTIQUE

3.1.1. Travee : 1

- Moments fléchissants My extrêmes après fissuration, calculés suivant l'annexe 12 du BPEL
- Les moments sont exprimés pour 1 mètre linéaire longitudinal
- Unité : kN.m/ml.
- Note : Position transversale Y exprimée à partir de l'extrémité droite du tablier.

Visualisation graphique



Numéro	Y		M_APF	Titre de la charge d'exploitation ayant produit M_APF
1	0.000	Min	0.0000	
		Max	0.22711E-10	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF
2	0.350	Min	-0.40691	Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF
		Max	4.0606	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF

	3	0.634	Min	0.0000		
			Max	7.0656	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
	4	0.919	Min	-0.34166	Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
			Max	9.0711	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
	5	1.269	Min	-3.0412	Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
			Max	12.655	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
	6	1.553	Min	-3.7359	Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
			Max	12.736	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
	7	1.838	Min	-4.7788	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
			Max	11.788	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
	8	2.188	Min	-6.1590	Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
			Max	11.945	Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
	9	2.472	Min	-5.5992	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
			Max	13.193	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
	10	2.757	Min	-5.5307	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
			Max	11.791	Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
	11	3.107	Min	-5.7724	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
			Max	12.259	Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
	12	3.391	Min	-4.5783	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
			Max	13.767	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
	13	3.676	Min	-5.0472	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
			Max	13.983	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
	14	4.026	Min	-5.5735	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	
			Max	14.030	Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF	

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Seul l'ELS caractéristique travée 1 est édité ici.

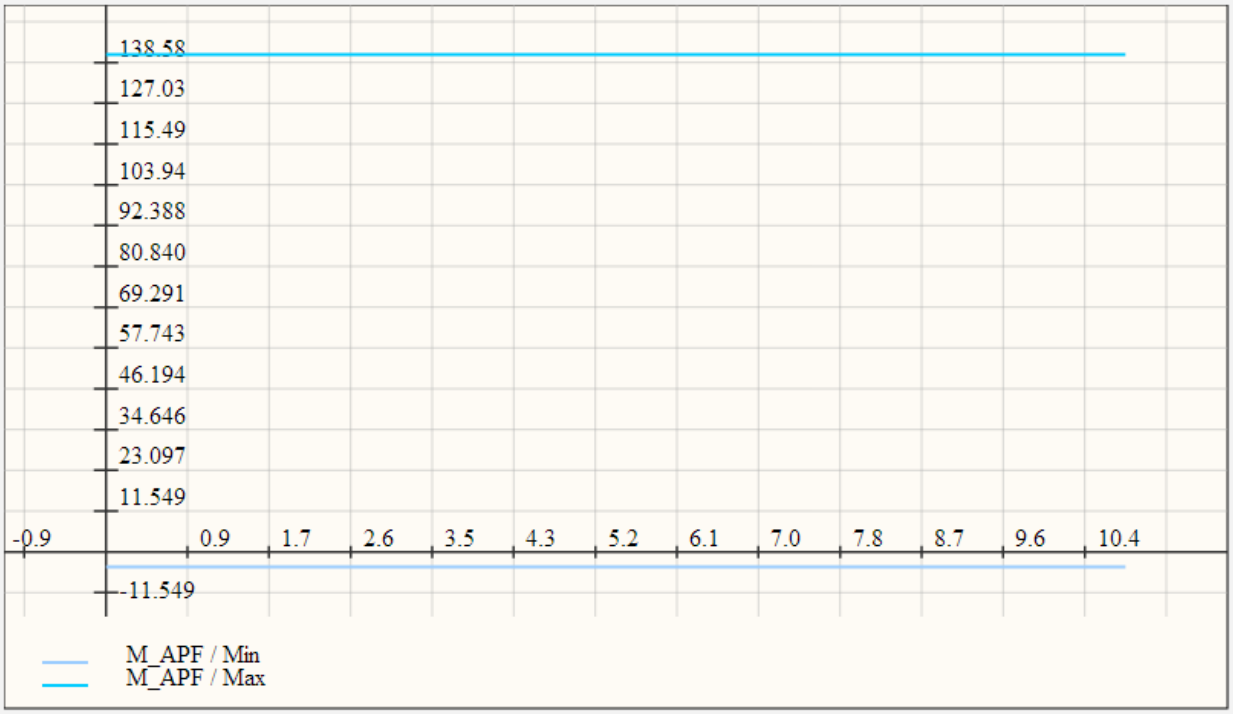
3. MOMENTS TRANSVERSAUX ENVELOPPES

3.1. ELS CARACTÉRISTIQUE

3.1.1. Travee : 1

- Moments fléchissants My extrêmes après fissuration, calculés suivant l'annexe 12 du BPEL
- Les moments sont exprimés pour 1 mètre linéaire longitudinal
- Unité : kN.m/ml.
- Note : Position transversale Y exprimée à partir de l'extrémité droite du tablier.

Visualisation graphique



Numéro	Y		M_APF	Titre de la charge d'exploitation ayant produit M_APF
1	0.000	Min	-4.2562	LM1 et trottoirs (gr1a) caracteristique AFF 1 profil DEF
		Max	140.81	LM1 et trottoirs (gr1a) caracteristique AFF 1 profil DEF
2	10.860	Min	-4.2562	LM1 et trottoirs (gr1a) caracteristique AFF 1 profil DEF
		Max	140.81	LM1 et trottoirs (gr1a) caracteristique AFF 1 profil DEF

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les moments transversaux enveloppes sont fournis pour chaque état limite :

- ELS quasi-permanent, fréquent et caractéristique
- ELU fondamental et éventuellement accidentel

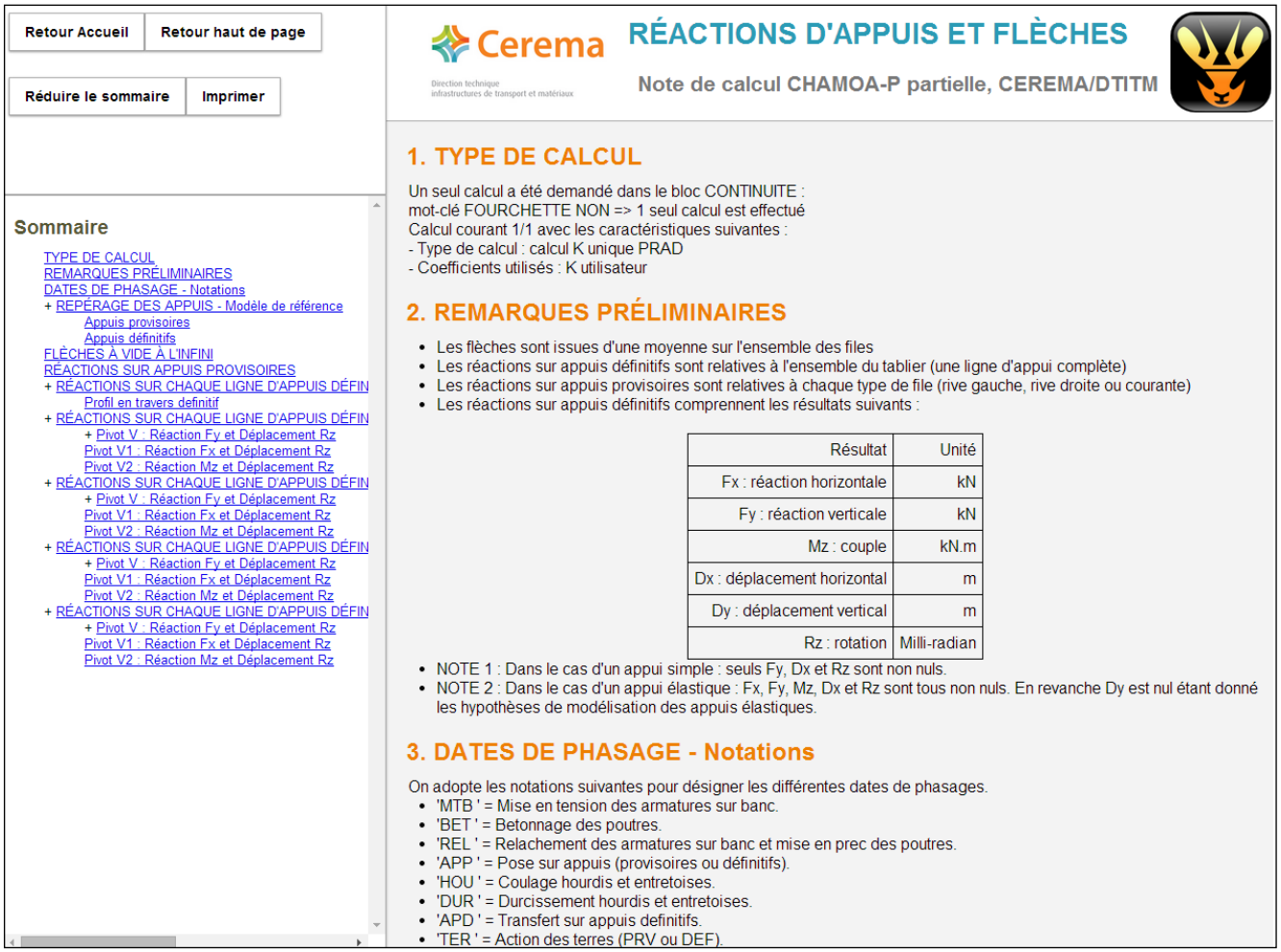
Il s'agit des moments transversaux enveloppes dans la section à mi-travée : un graphique (et son tableau) de résultats est édité pour chaque travée et à chaque état limite.

Dans le cas des PRAD classiques, plusieurs points d'étude transversaux sont fournis. Pour les PRAD TDC, la section résistante en flexion transversale étant identique en tout point, une seule valeur enveloppe est fournie (graphiquement ont met en place 2 points identiques pour avoir une sortie graphique lisible).

16.7 - Réactions d'appui et flèches

16.7.1 - Vue générale de la note

Ouvrage n°1



Retour Accueil | Retour haut de page

Réduire le sommaire | Imprimer

Sommaire

TYPE DE CALCUL
REMARQUES PRÉLIMINAIRES
DATES DE PHASAGE - Notations
+ REPÉRAGE DES APPUIS - Modèle de référence
Appuis provisoires
Appuis définitifs
FLÈCHES À VIDE À L'INFINI
RÉACTIONS SUR APPUIS PROVISOIRES
+ RÉACTIONS SUR CHAQUE LIGNE D'APPUIS DÉFIN
Profil en travers definitif
+ RÉACTIONS SUR CHAQUE LIGNE D'APPUIS DÉFIN
+ Pivot V : Réaction Fy et Déplacement Rz
Pivot V1 : Réaction Fx et Déplacement Rz
Pivot V2 : Réaction Mz et Déplacement Rz
+ RÉACTIONS SUR CHAQUE LIGNE D'APPUIS DÉFIN
+ Pivot V : Réaction Fy et Déplacement Rz
Pivot V1 : Réaction Fx et Déplacement Rz
Pivot V2 : Réaction Mz et Déplacement Rz
+ RÉACTIONS SUR CHAQUE LIGNE D'APPUIS DÉFIN
+ Pivot V : Réaction Fy et Déplacement Rz
Pivot V1 : Réaction Fx et Déplacement Rz
Pivot V2 : Réaction Mz et Déplacement Rz
+ RÉACTIONS SUR CHAQUE LIGNE D'APPUIS DÉFIN
+ Pivot V : Réaction Fy et Déplacement Rz
Pivot V1 : Réaction Fx et Déplacement Rz
Pivot V2 : Réaction Mz et Déplacement Rz

Cerema — Direction technique infrastructures de transport et matériaux

RÉACTIONS D'APPUIS ET FLÈCHES

Note de calcul CHAMOA-P partielle, CEREMA/DTITM

1. TYPE DE CALCUL

Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUITE :
mot-clé FOURCHETTE NON => 1 seul calcul est effectué
Calcul courant 1/1 avec les caractéristiques suivantes :
- Type de calcul : calcul K unique PRAD
- Coefficients utilisés : K utilisateur

2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES

- Les flèches sont issues d'une moyenne sur l'ensemble des files
- Les réactions sur appuis définitifs sont relatives à l'ensemble du tablier (une ligne d'appui complète)
- Les réactions sur appuis provisoires sont relatives à chaque type de file (rive gauche, rive droite ou courante)
- Les réactions sur appuis définitifs comprennent les résultats suivants :

Résultat	Unité
Fx : réaction horizontale	kN
Fy : réaction verticale	kN
Mz : couple	kN.m
Dx : déplacement horizontal	m
Dy : déplacement vertical	m
Rz : rotation	Milli-radian

- NOTE 1 : Dans le cas d'un appui simple : seuls Fy, Dx et Rz sont non nuls.
- NOTE 2 : Dans le cas d'un appui élastique : Fx, Fy, Mz, Dx et Rz sont tous non nuls. En revanche Dy est nul étant donné les hypothèses de modélisation des appuis élastiques.

3. DATES DE PHASAGE - Notations

On adopte les notations suivantes pour désigner les différentes dates de phasages.
- 'MTB ' = Mise en tension des armatures sur banc.
- 'BET ' = Betonnage des poutres.
- 'REL ' = Relachement des armatures sur banc et mise en prec des poutres.
- 'APP ' = Pose sur appuis (provisoires ou définitifs).
- 'HOU ' = Coulage hourdis et entretoises.
- 'DUR ' = Durcissement hourdis et entretoises.
- 'APD ' = Transfert sur appuis definitifs.
- 'TER ' = Action des terres (PRV ou DEF).

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

La visualisation de la note au format html est présentée ci-dessus. Un sommaire dynamique placé à gauche facilite la navigation dans le document.

16.7.2 - Type de calcul

Ouvrage n°1

1. TYPE DE CALCUL

Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUITE :
mot-clé FOURCHETTE NON => 1 seul calcul est effectué
Calcul courant 1/1 avec les caractéristiques suivantes :
- Type de calcul : calcul K unique PRAD
- Coefficients utilisés : K utilisateur

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe donne des indications sur le calcul en cours. Il est utile dans le cas d'un double-calcul lorsqu'un calcul en fourchette de la contiuité sur appuis a été demandé.

16.7.3 - Remarques préliminaires

Ouvrage n°1

2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES

- Les flèches sont issues d'une moyenne sur l'ensemble des files
- Les réactions sur appuis définitifs sont relatives à l'ensemble du tablier (une ligne d'appui complète)
- Les réactions sur appuis provisoires sont relatives à chaque type de file (rive gauche, rive droite ou courante)
- Les réactions sur appuis définitifs comprennent les résultats suivants :

Résultat	Unité
Fx : réaction horizontale	kN
Fy : réaction verticale	kN
Mz : couple	kN.m
Dx : déplacement horizontal	m
Dy : déplacement vertical	m
Rz : rotation	Milli-radian

- NOTE 1 : Dans le cas d'un appui simple : seuls Fy, Dx et Rz sont non nuls.
- NOTE 2 : Dans le cas d'un appui élastique : Fx, Fy, Mz, Dx et Rz sont tous non nuls. En revanche Dy est nul étant donné les hypothèses de modélisation des appuis élastiques.

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe présente les résultats fournis dans la note de calcul.

16.7.4 - Dates de phasage

Ouvrage n°1

3. DATES DE PHASAGE - Notations

On adopte les notations suivantes pour désigner les différentes dates de phasages.

- 'MTB ' = Mise en tension des armatures sur banc.
- 'BET ' = Betonnage des poutres.
- 'REL ' = Relachement des armatures sur banc et mise en prec des poutres.
- 'APP ' = Pose sur appuis (provisoires ou définitifs).
- 'HOU ' = Coulage hourdis et entretoises.
- 'DUR ' = Durcissement hourdis et entretoises.
- 'APD ' = Transfert sur appuis definitifs.
- 'TER ' = Action des terres (PRV ou DEF).
- 'MS ' = mise en service (PRV ou DEF).

Avant une phase donnée, la structure subit une évolution temporelle à partir de la phase précédente. Cette phase d'évolution est indiquée par le suffixe '_AV' (avant).

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe rappelle les notations utilisées dans les tableaux de résultats pour les dates de phasages.

16.7.5 - Repérage des appuis – Modèle de référence

Ouvrage n°1

4. REPÉRAGE DES APPUIS - Modèle de référence

- Convention repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui

4.1. Appuis provisoires

Travée	Numéro	Abscisse	Type d'appui
		(repère général)	
1	1002	0.765	Appui provisoire
1	1034	10.400	Appui provisoire
2	2002	11.600	Appui provisoire
2	2064	30.400	Appui provisoire
3	3002	31.600	Appui provisoire
3	3034	41.235	Appui provisoire

4.2. Appuis définitifs

Appui	Numéro	Abscisse	Type d'appui
		(repère général)	
1	100002	0.000	Appui simple
2	101004	11.000	Appui simple
3	102004	31.000	Appui simple
4	103005	42.000	Appui simple

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe rappelle les numéros des appuis provisoires et définitifs utilisés pour l'édition des résultats.

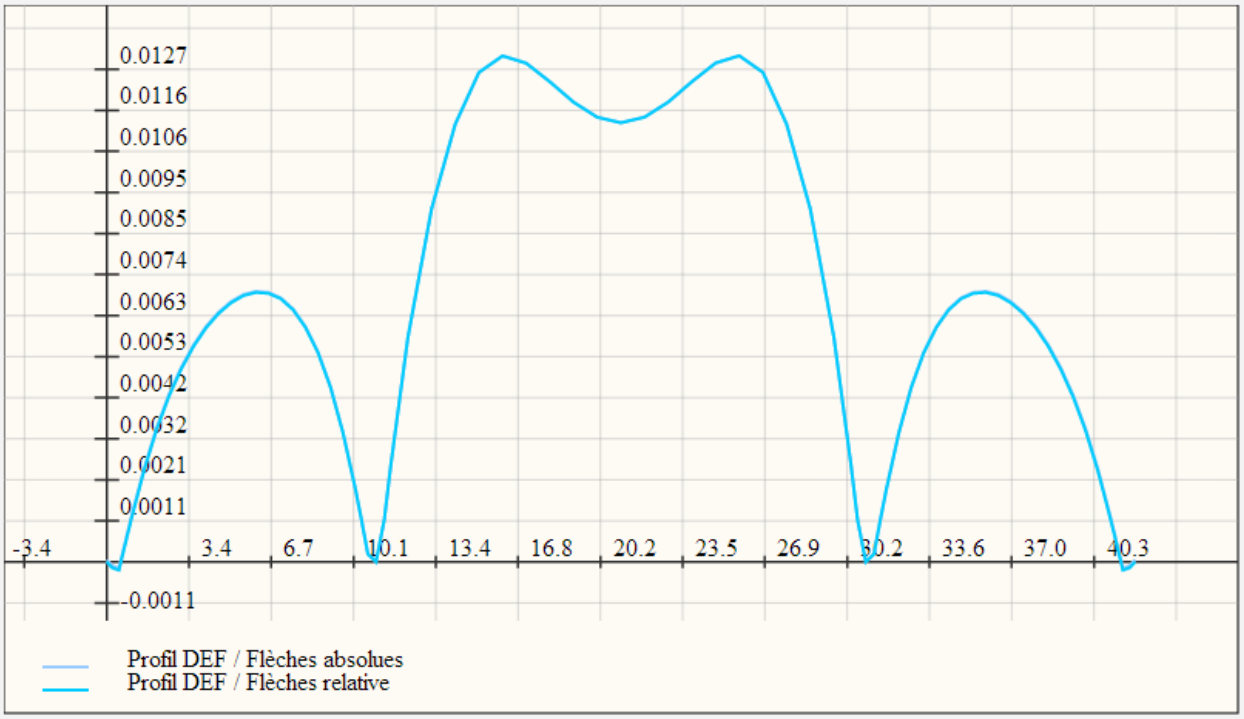
16.7.6 - Flèches à vide à l'infini

Ouvrage n°1

5. FLÈCHES À VIDE À L'INFINI

- Flèches à vide à l'infini
- Effets dus aux charges permanentes, précontrainte incluse + tassements probables.
- La précontrainte est prise en valeur moyenne Pm.
- Les flèches relatives sont les flèches par rapport à la droite joignant les deux appuis encadrants.
- Les résultats sur profil provisoire si il existe sont donnés à titre d'information.
- Unité : m.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Barre	Absc.	Profil DEF	Profil DEF
		Flèches absolues	Flèches relative
112	0.000	0.0001	0.0000
112	0.220	-0.0001	-0.0002

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les flèches à vide à l'infini sous charges permanentes et tassements probables sont fournies. On distingue les flèches absolues et les flèches relatives.

16.7.7 - Réactions sur appuis provisoires

Ouvrage n°1

6. RÉACTIONS SUR APPUIS PROVISOIRES

- Effets dus aux charges permanentes.
- Variations pour chaque phase.
- Unité : kN.
- Les réactions sur appuis provisoires sont relatives à chaque type de file (rive gauche, rive droite ou courante)
- Note : Si une file comporte des poutres jumelées, le résultat correspond à la réaction sur l'ensemble des 2 poutres jumelées.

		File Courante			File rive gauche			File rive droite	
Travée	Numéro	APP	HOU	DUR	APP	HOU	DUR	APP	HOU
1	1002	28.907	28.021	-0.31029E-10	28.907	19.347	-0.21473E-10	28.907	19.347
1	1034	28.907	28.021	0.41481E-09	28.907	19.347	0.29222E-09	28.907	19.347
2	2002	54.970	53.286	-0.38402E-09	54.970	36.791	-0.27099E-09	54.970	36.791
2	2064	54.970	53.286	-0.46302E-09	54.970	36.791	-0.33396E-09	54.970	36.791
3	3002	28.907	28.021	0.50464E-09	28.907	19.347	0.36395E-09	28.907	19.347
3	3034	28.907	28.021	-0.41418E-10	28.907	19.347	-0.29758E-10	28.907	19.347

Travée	Numéro	DUR
1	1002	-0.21473E-10
1	1034	0.29222E-09
2	2002	-0.27099E-09
2	2064	-0.33396E-09
3	3002	0.36395E-09
3	3034	-0.29758E-10

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les réactions sur appuis provisoires sous charges permanentes sont fournies. On distingue la file étudiée : courante, de rive gauche ou de rive droite.

16.7.8 - Réactions sur chaque ligne d'appuis définitifs, dues aux charges permanentes et précontrainte

Ouvrage n°1

7. RÉACTIONS SUR CHAQUE LIGNE D'APPUIS DÉFINITIFS, DUES AUX CHARGES PERMANENTES ET PRÉCONTRAINTE

7.1. Profil en travers definitif

- Effets dus aux charges permanentes, précontrainte incluse.
- Effets cumulés
- La précontrainte est prise en valeur moyenne Pm.

			APD	TER_AV	TER	MS_AV	MS	INFINI
Appui	Numéro			Profil DEF	Profil DEF	Profil DEF	Profil DEF	Profil DEF
1	100002	Fx	-0.27913E-05	-0.27897E-05	-0.27897E-05	-0.47497E-05	-0.48718E-05	-0.73350E-04
		Fy	557.83	557.81	557.81	538.92	693.87	653.33
		Mz	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Dx	0.89063E-05	0.89063E-05	0.89063E-05	0.89063E-05	0.89063E-05	0.89063E-05
		Dy	0.56982E-04	0.56982E-04	0.56982E-04	0.56982E-04	0.56982E-04	0.56982E-04
		Rz	-0.15607E-03	-0.15628E-03	-0.15628E-03	-0.21951E-03	-0.23410E-03	-0.69182E-03
2	101004	Fx	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Fy	1831.5	1831.5	1831.5	1850.4	2799.8	2840.4
		Mz	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Dx	-0.84889E-04	-0.84730E-04	-0.84730E-04	-0.16227E-03	-0.20240E-03	-0.27506E-02
		Dy	0.40943E-05	0.40943E-05	0.40943E-05	0.40943E-05	0.40943E-05	0.40943E-05
		Rz	-0.16617E-04	-0.16450E-04	-0.16450E-04	-0.56782E-05	-0.22256E-03	-0.28448E-03
3	102004	Fx	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Fy	1831.5	1831.5	1831.5	1850.4	2799.9	2840.4
		Mz	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Dx	-0.29539E-03	-0.29530E-03	-0.29530E-03	-0.56037E-03	-0.52104E-03	-0.84598E-02
		Dy	0.40943E-05	0.40943E-05	0.40943E-05	0.40943E-05	0.40943E-05	0.40943E-05
		Rz	0.16616E-04	0.16449E-04	0.16449E-04	0.56678E-05	0.22255E-03	0.28445E-03

4	103005	Fx	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Fy	557.83	557.81	557.81	538.92	693.87	653.33
		Mz	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Dx	-0.38919E-03	-0.38894E-03	-0.38894E-03	-0.73154E-03	-0.73234E-03	-0.11219E-01
		Dy	0.56981E-04	0.56981E-04	0.56981E-04	0.56981E-04	0.56981E-04	0.56981E-04
		Rz	0.15607E-03	0.15629E-03	0.15629E-03	0.21952E-03	0.23410E-03	0.69181E-03

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les réactions sur chaque ligne d'appuis définitifs sous charges permanentes et précontrainte sont fournies à chaque phase d'exécution.

16.7.9 - Réactions sur chaque ligne d'appuis définitifs, à l'ELS quasi-permanent

Ouvrage n°1

8. RÉACTIONS SUR CHAQUE LIGNE D'APPUIS DÉFINITIFS, À L'ELS QUASI-PERMANENT

8.1. Pivot V : Réaction Fy et Déplacement Rz

8.1.1. Profil en travers definitif

- Effets à l'ELS Quasi-Permanent.
- Les enveloppes sont calculées avec le pivot V (Réaction Fy et Déplacement Rz).
- La précontrainte est prise en valeur caractéristique, avec Pk,inf = 0.95 Pm. et Pk,sup = 1.05 Pm.

				Charges perm.	Charges perm.	Charges perm.	Thermique
				T = APD	T = MS	T = INFINI	quasi perm.
Appui	Numéro			Profil DEF	Profil DEF	Profil DEF	---
1	100002	Fx	Min	-0.27781E-05	-0.48829E-05	-0.76785E-04	0.0000
			Max	-0.28046E-05	-0.46584E-05	-0.69713E-04	0.0000
		Fy	Min	557.62	674.92	632.35	0.0000
			Max	558.04	711.03	672.51	79.920
		Mz	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
			Max	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Dx	Min	0.18114E-04	0.18114E-04	0.18114E-04	0.0000
			Max	0.17223E-04	0.17223E-04	0.17223E-04	0.0000
		Dy	Min	0.12652E-03	0.12652E-03	0.12652E-03	0.0000
			Max	0.12083E-03	0.12083E-03	0.12083E-03	-0.72530E-15
		Rz	Min	-0.24814E-03	-0.32738E-03	-0.83037E-03	0.0000
			Max	-0.24087E-03	-0.31135E-03	-0.76400E-03	0.22817E-03
2	101004	Fx	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
			Max	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Fy	Min	1831.3	2692.2	2730.7	-79.920
			Max	1831.7	2909.3	2951.8	0.0000
		Mz	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

[...]

lignes supprimées

[...]

9.2. Pivot V1 : Réaction Fx et Déplacement Rz

Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, le pivot supplémentaire V1 (Réaction Fx et Déplacement Rz) étant inutile pour les ouvrages sur appuis simples.

9.3. Pivot V2 : Réaction Mz et Déplacement Rz

Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, le pivot supplémentaire V2 (Réaction Mz et Déplacement Rz) étant inutile pour les ouvrages sur appuis simples.

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les réactions sur lignes d'appuis définitifs à l'ELS quasi-permanent sont fournies.

Les résultats sont donnés pour chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Les résultats sont donnés pour les concomittances suivantes :

- Pivot V : réactions Fy et déplacement Rz (systématiquement)
- Pivot V1 : réactions Fx et déplacement Rz (uniquement pour les PRAD portiques)
- Pivot V2 : réactions Mz et déplacement Rz (uniquement pour les PRAD portiques)

16.7.10 - Réactions sur chaque ligne d'appuis définitifs, à l'ELS fréquent

Ouvrage n°1

9. RÉACTIONS SUR CHAQUE LIGNE D'APPUIS DÉFINITIFS, À L'ELS FRÉQUENT

9.1. Pivot V : Réaction Fy et Déplacement Rz

9.1.1. Profil en travers definitif

- Effets à l'ELS Fréquent.
- Les enveloppes sont calculées avec le pivot V (Réaction Fy et Déplacement Rz).
- La précontrainte est prise en valeur caractéristique, avec Pk,inf = 0.95 Pm. et Pk,sup = 1.05 Pm.

				Charges perm.	Charges perm.	Thermique	Charges civiles
				T = MS	T = INFINI	quasi perm.	FR
Appui	Numéro			Profil DEF	Profil DEF	---	Profil DEF
1	100002	Fx	Min	-0.48829E-05	-0.76785E-04	0.0000	0.0000
			Max	-0.46584E-05	-0.69713E-04	0.0000	0.0000
		Fy	Min	674.92	632.35	0.0000	-38.723
			Max	711.03	672.51	79.920	107.67
		Mz	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
			Max	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Dx	Min	0.18114E-04	0.18114E-04	0.0000	0.0000
			Max	0.17223E-04	0.17223E-04	0.0000	0.0000
		Dy	Min	0.12652E-03	0.12652E-03	0.0000	0.0000
			Max	0.12083E-03	0.12083E-03	-0.72530E-15	0.0000
		Rz	Min	-0.32738E-03	-0.83037E-03	0.0000	-0.84214E-04
			Max	-0.31135E-03	-0.76400E-03	0.22817E-03	0.68307E-04
2	101004	Fx	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
			Max	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Fy	Min	2692.2	2730.7	-79.920	-13.018
			Max	2909.3	2951.8	0.0000	260.69
		Mz	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

[...]

lignes supprimées

[...]

9.2. Pivot V1 : Réaction Fx et Déplacement Rz

Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, le pivot supplémentaire V1 (Réaction Fx et Déplacement Rz) étant inutile pour les ouvrages sur appuis simples.

9.3. Pivot V2 : Réaction Mz et Déplacement Rz

Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, le pivot supplémentaire V2 (Réaction Mz et Déplacement Rz) étant inutile pour les ouvrages sur appuis simples.

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les réactions sur lignes d'appuis définitifs à l'ELS fréquent sont fournies.

Les résultats sont donnés pour chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Les résultats sont donnés pour les concomittances suivantes :

- Pivot V : réactions Fy et déplacement Rz (systématiquement)
- Pivot V1 : réactions Fx et déplacement Rz (uniquement pour les PRAD portiques)
- Pivot V2 : réactions Mz et déplacement Rz (uniquement pour les PRAD portiques)

16.7.11 - Réactions sur chaque ligne d'appuis définitifs, à l'ELS caractéristique

Ouvrage n°1

10. RÉACTIONS SUR CHAQUE LIGNE D'APPUIS DÉFINITIFS, À L'ELS CARACTÉRISTIQUE

10.1. Pivot V : Réaction Fy et Déplacement Rz

10.1.1. Profil en travers definitif

- Effets à l'ELS Caractéristique.
- Les enveloppes sont calculées avec le pivot V (Réaction Fy et Déplacement Rz).
- La précontrainte est prise en valeur caractéristique, avec Pk,inf = 0.95 Pm. et Pk,sup = 1.05 Pm.

				Charges perm.	Charges perm.	Thermique	Charges civiles
				T = MS	T = INFINI	frequent	FR
Appui	Numéro			Profil DEF	Profil DEF	---	Profil DEF
1	100002	Fx	Min	-0.48829E-05	-0.76785E-04	0.0000	0.0000
			Max	-0.46584E-05	-0.69713E-04	0.0000	0.0000
		Fy	Min	578.00	535.43	0.0000	-172.89
			Max	807.95	769.43	95.904	490.85
		Mz	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
			Max	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Dx	Min	0.18114E-04	0.18114E-04	0.0000	0.0000
			Max	0.17223E-04	0.17223E-04	0.0000	0.0000
		Dy	Min	0.10127E-01	0.10127E-01	0.0000	0.0000
			Max	-0.98792E-02	-0.98792E-02	-0.87036E-15	0.0000
		Rz	Min	-0.26526E-02	-0.31556E-02	0.0000	-0.38232E-03
			Max	0.20139E-02	0.15612E-02	0.27380E-03	0.30448E-03
2	101004	Fx	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
			Max	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Fy	Min	2488.6	2527.1	-95.904	-59.649
			Max	3112.9	3155.4	0.0000	1131.4

[...]

lignes supprimées

[...]

9.2. Pivot V1 : Réaction Fx et Déplacement Rz

Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, le pivot supplémentaire V1 (Réaction Fx et Déplacement Rz) étant inutile pour les ouvrages sur appuis simples.

9.3. Pivot V2 : Réaction Mz et Déplacement Rz

Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, le pivot supplémentaire V2 (Réaction Mz et Déplacement Rz) étant inutile pour les ouvrages sur appuis simples.

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les réactions sur lignes d'appuis définitifs à l'ELS caractéristique sont fournies.

Les résultats sont donnés pour chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Les résultats sont donnés pour les concomittances suivantes :

- Pivot V : réactions Fy et déplacement Rz (systématiquement)
- Pivot V1 : réactions Fx et déplacement Rz (uniquement pour les PRAD portiques)
- Pivot V2 : réactions Mz et déplacement Rz (uniquement pour les PRAD portiques)

16.7.12 - Réactions sur chaque ligne d'appuis définitifs, à l'ELU

Ouvrage n°1

11. RÉACTIONS SUR CHAQUE LIGNE D'APPUIS DÉFINITIFS, À L'ELU

11.1. Pivot V : Réaction Fy et Déplacement Rz

11.1.1. Profil en travers definitif

- Effets à l'ELU.
- Les enveloppes sont calculées avec le pivot V (Réaction Fy et Déplacement Rz).
- La précontrainte est prise en valeur moyenne

				Charges perm.	Charges perm.	Thermique	Charges civiles
				T = MS	T = INFINI	combinaison	FR
Appui	Numéro			Profil DEF	Profil DEF	---	Profil DEF
1	100002	Fx	Min	-0.47707E-05	-0.73249E-04	0.0000	0.0000
			Max	-0.56547E-05	-0.74133E-04	0.0000	0.0000
		Fy	Min	675.61	635.07	0.0000	-234.02
			Max	963.78	923.23	0.0000	662.86
		Mz	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
			Max	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Dx	Min	0.20735E-04	0.20735E-04	0.0000	0.0000
			Max	0.17668E-04	0.17668E-04	0.0000	0.0000
		Dy	Min	0.14702E-03	0.14702E-03	0.0000	0.0000
			Max	0.12368E-03	0.12368E-03	0.0000	0.0000
		Rz	Min	-0.38455E-03	-0.87249E-03	0.0000	-0.51654E-03
			Max	-0.31822E-03	-0.79377E-03	0.0000	0.41220E-03
2	101004	Fx	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
			Max	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Fy	Min	2692.9	2733.4	0.0000	-80.509
			Max	3921.8	3962.3	0.0000	1536.3
		Mz	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

[...]

lignes supprimées

[...]

9.2. Pivot V1 : Réaction Fx et Déplacement Rz

Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, le pivot supplémentaire V1 (Réaction Fx et Déplacement Rz) étant inutile pour les ouvrages sur appuis simples.

9.3. Pivot V2 : Réaction Mz et Déplacement Rz

Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, le pivot supplémentaire V2 (Réaction Mz et Déplacement Rz) étant inutile pour les ouvrages sur appuis simples.

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les réactions sur lignes d'appuis définitifs à l'ELU sont fournies.

Les résultats sont donnés pour chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

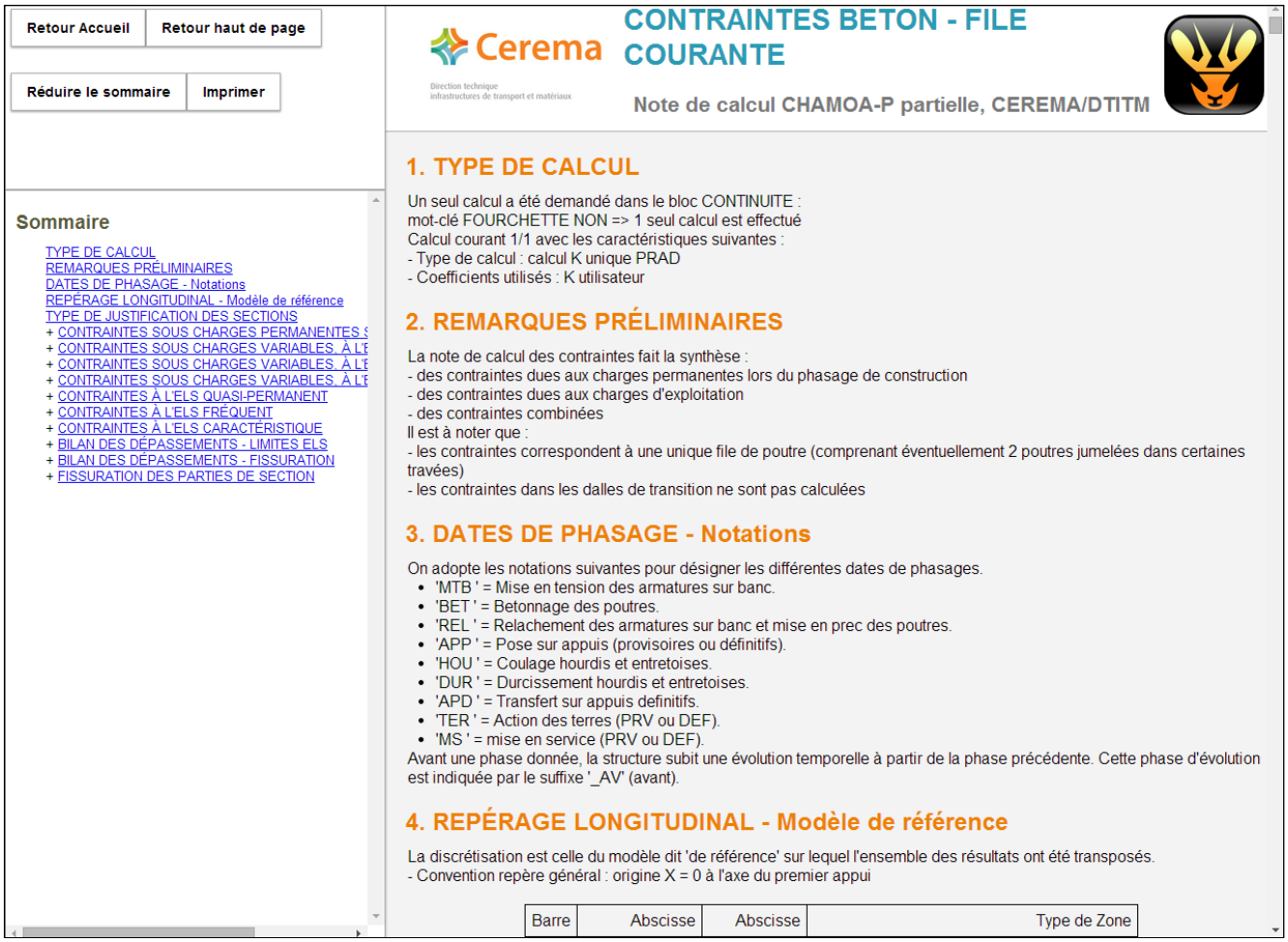
Les résultats sont donnés pour les concomittances suivantes :

- Pivot V : réactions Fy et déplacement Rz (systématiquement)
- Pivot V1 : réactions Fx et déplacement Rz (uniquement pour les PRAD portiques)
- Pivot V2 : réactions Mz et déplacement Rz (uniquement pour les PRAD portiques)

16.8 - Contraintes béton - file courante, file de rive gauche ou file de rive droite

16.8.1 - Vue générale de la note

Ouvrage n°1



Retour Accueil | Retour haut de page

Réduire le sommaire | Imprimer

Sommaire

TYPE DE CALCUL
REMARQUES PRÉLIMINAIRES
DATES DE PHASAGE - Notations
REPÉRAGE LONGITUDINAL - Modèle de référence
TYPE DE JUSTIFICATION DES SECTIONS
+ CONTRAINTES SOUS CHARGES PERMANENTES S
+ CONTRAINTES SOUS CHARGES VARIABLES, À L'E
+ CONTRAINTES SOUS CHARGES VARIABLES, À L'E
+ CONTRAINTES SOUS CHARGES VARIABLES, À L'E
+ CONTRAINTES À L'ELS QUASI-PERMANENT
+ CONTRAINTES À L'ELS FRÉQUENT
+ CONTRAINTES À L'ELS CARACTÉRISTIQUE
+ BILAN DES DÉPASSEMENTS - LIMITES ELS
+ BILAN DES DÉPASSEMENTS - FISSURATION
+ FISSURATION DES PARTIES DE SECTION

Cerema — Direction technique infrastructures de transport et matériaux

CONTRAINTES BETON - FILE COURANTE

Note de calcul CHAMOA-P partielle, CEREMA/DTITM

1. TYPE DE CALCUL

Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUITE :
mot-clé FOURCHETTE NON => 1 seul calcul est effectué
Calcul courant 1/1 avec les caractéristiques suivantes :
- Type de calcul : calcul K unique PRAD
- Coefficients utilisés : K utilisateur

2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES

La note de calcul des contraintes fait la synthèse :
- des contraintes dues aux charges permanentes lors du phasage de construction
- des contraintes dues aux charges d'exploitation
- des contraintes combinées
Il est à noter que :
- les contraintes correspondent à une unique file de poutre (comprenant éventuellement 2 poutres jumelées dans certaines travées)
- les contraintes dans les dalles de transition ne sont pas calculées

3. DATES DE PHASAGE - Notations

On adopte les notations suivantes pour désigner les différentes dates de phasages.
- 'MTB ' = Mise en tension des armatures sur banc.
- 'BET ' = Betonnage des poutres.
- 'REL ' = Relachement des armatures sur banc et mise en prec des poutres.
- 'APP ' = Pose sur appuis (provisoires ou définitifs).
- 'HOU ' = Coulage hourdis et entretoises.
- 'DUR ' = Durcissement hourdis et entretoises.
- 'APD ' = Transfert sur appuis definitifs.
- 'TER ' = Action des terres (PRV ou DEF).
- 'MS ' = mise en service (PRV ou DEF).

Avant une phase donnée, la structure subit une évolution temporelle à partir de la phase précédente. Cette phase d'évolution est indiquée par le suffixe '_AV' (avant).

4. REPÉRAGE LONGITUDINAL - Modèle de référence

La discrétisation est celle du modèle dit 'de référence' sur lequel l'ensemble des résultats ont été transposés.
- Convention repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui

Barre	Abscisse	Abscisse	Type de Zone

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

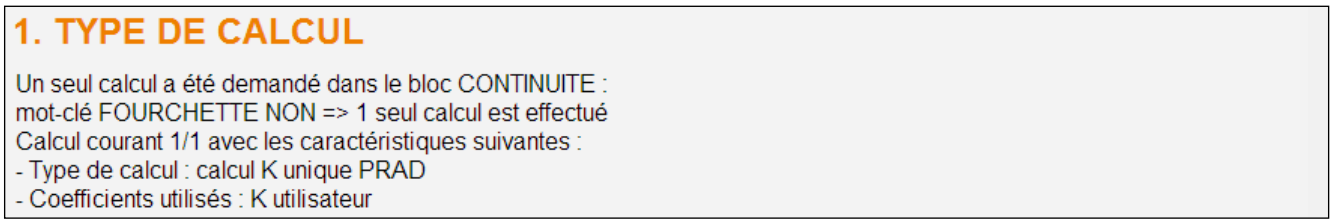
Non édité.

Commentaires

La visualisation de la note au format html est présentée ci-dessus. Un sommaire dynamique placé à gauche facilite la navigation dans le document.

16.8.2 - Type de calcul

Ouvrage n°1



1. TYPE DE CALCUL

Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUITE :
mot-clé FOURCHETTE NON => 1 seul calcul est effectué
Calcul courant 1/1 avec les caractéristiques suivantes :
- Type de calcul : calcul K unique PRAD
- Coefficients utilisés : K utilisateur

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe donne des indications sur le calcul en cours. Il est utile dans le cas d'un double-calcul lorsqu'un calcul en fourchette de la contiuité sur appuis a été demandé.

16.8.3 - Remarques préliminaires

Ouvrage n°1

2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES

La note de calcul des contraintes fait la synthèse :
- des contraintes dues aux charges permanentes lors du phasage de construction
- des contraintes dues aux charges d'exploitation
- des contraintes combinées

Il est à noter que :
- les contraintes correspondent à une unique file de poutre (comprenant éventuellement 2 poutres jumelées dans certaines travées)
- les contraintes dans les dalles de transition ne sont pas calculées

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe présente les résultats fournis dans la note de calcul.

16.8.4 - Dates de phasage

Ouvrage n°1

3. DATES DE PHASAGE - Notations

On adopte les notations suivantes pour désigner les différentes dates de phasages.
- 'MTB ' = Mise en tension des armatures sur banc.
- 'BET ' = Betonnage des poutres.
- 'REL ' = Relachement des armatures sur banc et mise en prec des poutres.
- 'APP ' = Pose sur appuis (provisoires ou définitifs).
- 'HOU ' = Coulage hourdis et entretoises.
- 'DUR ' = Durcissement hourdis et entretoises.
- 'APD ' = Transfert sur appuis definitifs.
- 'TER ' = Action des terres (PRV ou DEF).
- 'MS ' = mise en service (PRV ou DEF).

Avant une phase donnée, la structure subit une évolution temporelle à partir de la phase précédente. Cette phase d'évolution est indiquée par le suffixe '_AV' (avant).

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe rappelle les notations utilisées dans les tableaux de résultats pour les dates de phasages.

16.8.5 - Repérage longitudinal – modèle de référence

Ouvrage n°1

4. REPÉRAGE LONGITUDINAL - Modèle de référence

La discrétisation est celle du modèle dit 'de référence' sur lequel l'ensemble des résultats ont été transposés.
- Convention repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui

Barre	Abscisse (repère général)	Abscisse (repère local)	Type de Zone
111	-0.060	0.000	Zone locale entretoise a gauche de l'appui def
111	0.000	0.060	Zone locale entretoise a gauche de l'appui def
112	0.000	0.000	Zone locale entretoise a droite de l'appui def
112	0.220	0.220	Zone locale entretoise a droite de l'appui def
112	0.500	0.500	Zone locale entretoise a droite de l'appui def
11	0.500	0.000	Zone locale poutre a gauche de l'appui prov
11	0.765	0.265	Zone locale poutre a gauche de l'appui prov
12	0.765	0.000	Zone locale poutre entre appuis prov
12	1.008	0.243	Zone locale poutre entre appuis prov
12	1.516	0.751	Zone locale poutre entre appuis prov
12	2.025	1.260	Zone locale poutre entre appuis prov
12	2.533	1.768	Zone locale poutre entre appuis prov
12	3.041	2.276	Zone locale poutre entre appuis prov

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Deux modèles ST1 différents sont utilisés pour le calcul des efforts. Ces 2 modèles ont des points d'études différents. Pour permettre les combinaisons, les résultats de chaque modèle sont transposés sur un modèle dit "de référence", dont les points d'étude sont détaillés dans le tableau ci-dessus.

16.8.6 - Type de justification des sections

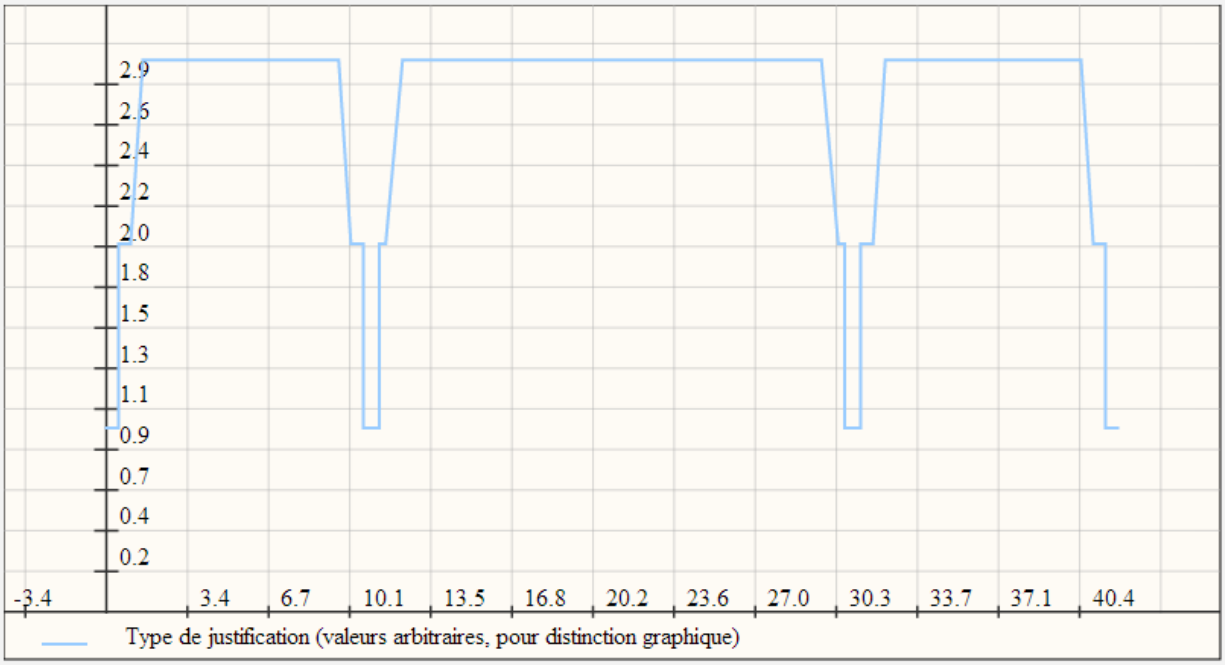
Ouvrage n°1

5. TYPE DE JUSTIFICATION DES SECTIONS

- Les entretoises et le hourdis sont toujours justifiés en béton armé (fissuration autorisée)
- Les poutres sont justifiées en béton précontraint en section courante, et avec des règles spécifiques sur une certaine longueur à partir des abouts.
- Longueur de justification spécifique abouts de poutres retenue : 0.650 m

- Convention repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui
- Valeurs en Y arbitraires, pour distinction graphique

Visualisation graphique



Barre	Absc.	Type de justification	Valeur arbitraire
111	-0.060	Entretoises : BA	1.000
111	0.000	Entretoises : BA	1.000
112	0.000	Entretoises : BA	1.000
112	0.220	Entretoises : BA	1.000
112	0.500	Entretoises : BA	1.000
11	0.500	Poutre : règles spécifiques zone abouts - Hourdis : BA	2.000

11	0.765	Poutre : règles spécifiques zone abouts - Hourdis : BA	2.000	
12	0.765	Poutre : règles spécifiques zone abouts - Hourdis : BA	2.000	
12	1.008	Poutre : règles spécifiques zone abouts - Hourdis : BA	2.000	
12	1.516	Poutre : BP zone courante - Hourdis : BA	3.000	
12	2.025	Poutre : BP zone courante - Hourdis : BA	3.000	
12	2.533	Poutre : BP zone courante - Hourdis : BA	3.000	
12	3.041	Poutre : BP zone courante - Hourdis : BA	3.000	
12	3.550	Poutre : BP zone courante - Hourdis : BA	3.000	
12	4.058	Poutre : BP zone courante - Hourdis : BA	3.000	
12	4.566	Poutre : BP zone courante - Hourdis : BA	3.000	
12	5.074	Poutre : BP zone courante - Hourdis : BA	3.000	

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les justifications effectuées dépendent de l'abscisses longitudinale considérée. Le graphique et le tableau ci-dessus renseignent sur le type de justification effectué dans chaque zone de l'ouvrage.

16.8.7 - Contraintes sous charges permanentes seules

Ouvrage n°1

6. CONTRAINTES SOUS CHARGES PERMANENTES SEULES

Remarque :
On édite ici les contraintes sous l'effet des charges permanentes seules.
Ces contraintes sont ensuite sommées aux contraintes sous charge variable
En conséquence les contraintes présentées ici sont identiques à celles de la partie qui suivra : CONTRAINTES À L'ELS QUASI-PERMANENT.
Cependant l'édition est conservée pour permettre une meilleure tracabilité des opérations : Sigma tot = Sigma CP + Sigma Q.

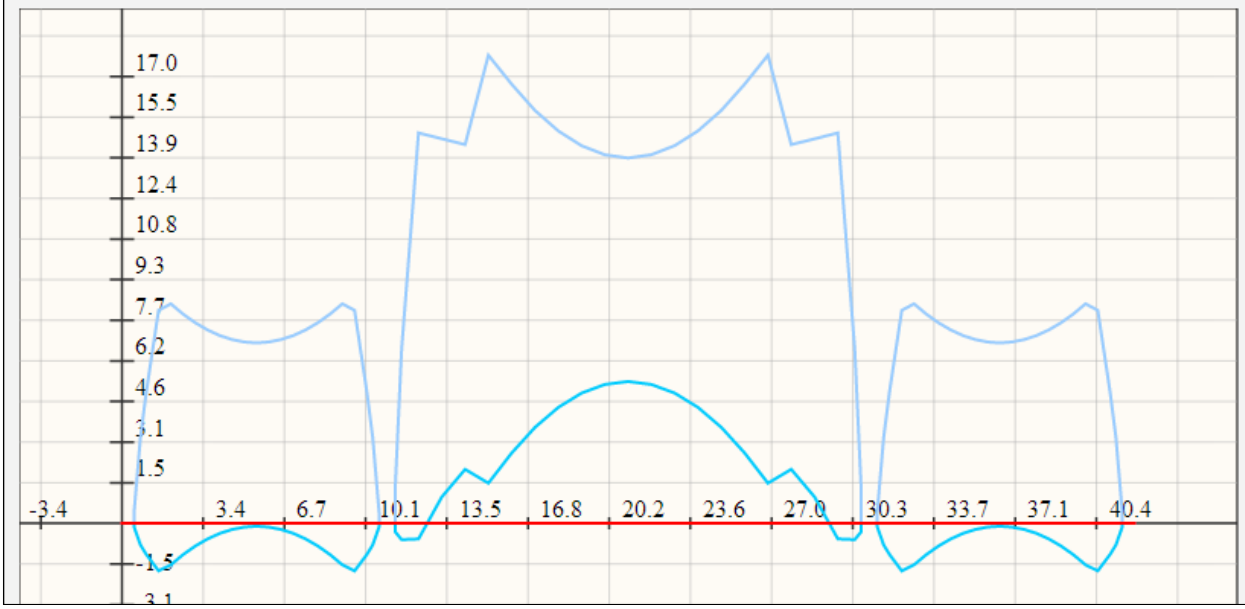
6.1. PHASES AVANT CLAVAGE

6.1.1. PHASE : T = relachement banc

6.1.1.1. Précontrainte moyenne

- Contraintes dues aux charges permanentes, précontrainte incluse.
- Les contraintes dues aux superstructures sont pris en valeur caractéristique min/max : elles peuvent exister à partir de la phase : T = action terres.
- Aucune charge variable (Q, Ta ou Tk) n'est prise en compte
- Contraintes cumulées jusqu'à la phase : T = relachement banc.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



INF Poutre
SUP Poutre
INF Hou./Entr.
SUP Hou./Entr.

Barre	Absc.	INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.
111	-0.060	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
111	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
112	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
112	0.220	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
112	0.500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	0.500	0.42886	-0.13603	0.0000	0.0000
11	0.765	3.2807	-0.82260	0.0000	0.0000

[...]

lignes supprimées

[...]

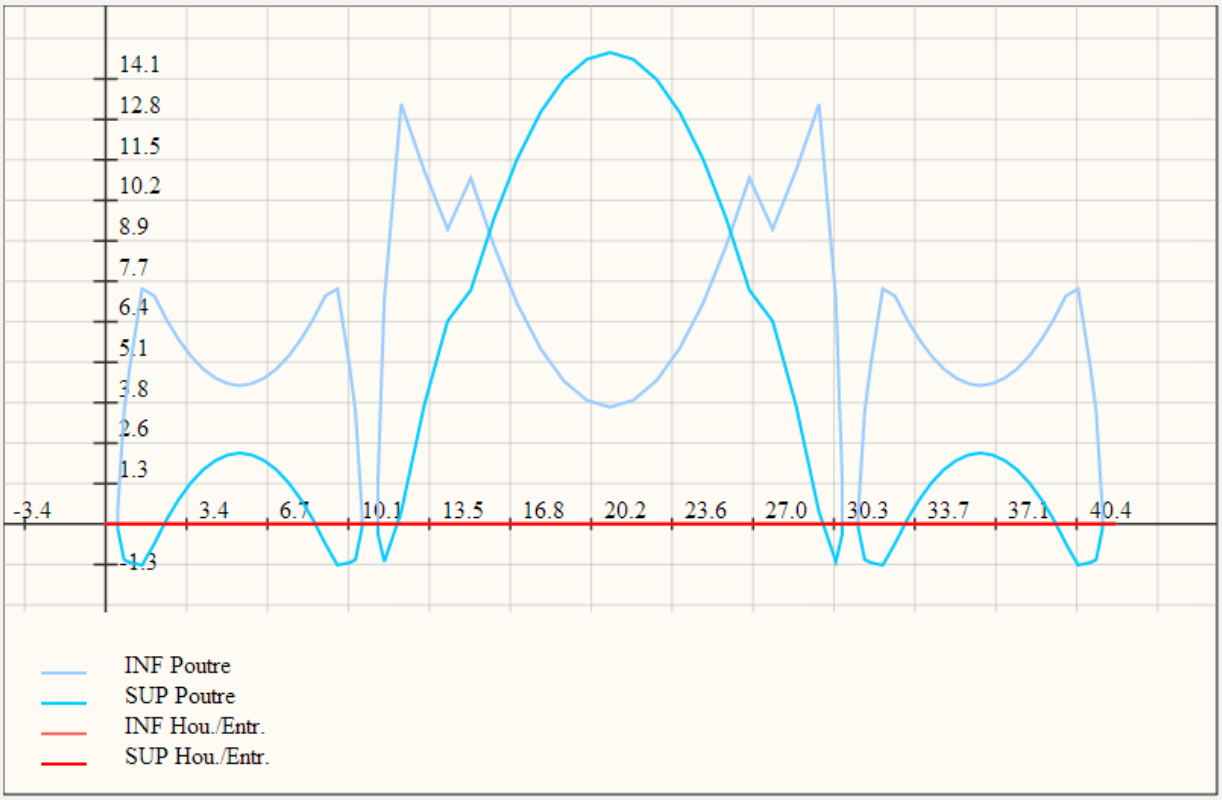
6.2. PHASES APRES CLAVAGE

6.2.1. PHASE : T = durcissement hourdis

6.2.1.1. Précontrainte moyenne

- Contraintes dues aux charges permanentes, précontrainte incluse.
- Les contraintes dues aux superstructures sont pris en valeur caractéristique min/max : elles peuvent exister à partir de la phase : T = action terres.
- Aucune charge variable (Q, Ta ou Tk) n'est prise en compte
- Contraintes cumulées jusqu'à la phase : T = durcissement hourdis.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Barre	Absc.	INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.

[...]

lignes supprimées

[...]

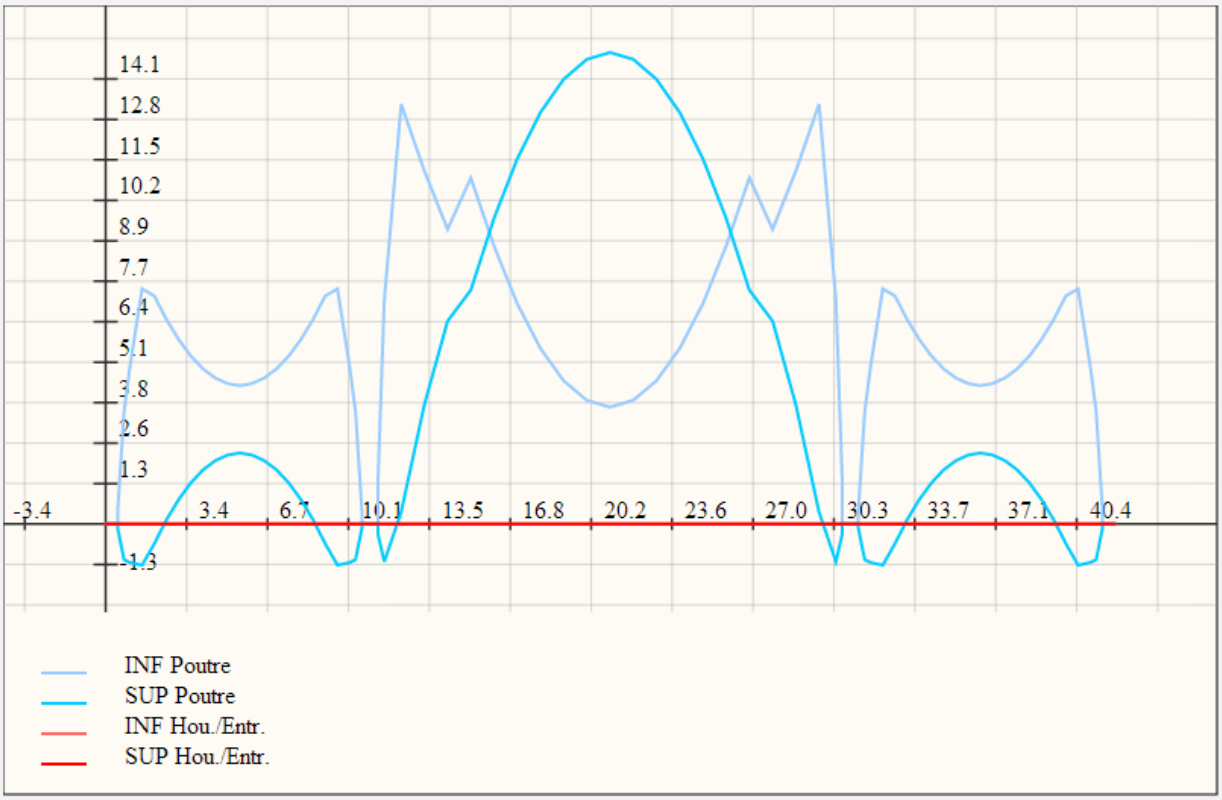
6.2. PHASES APRES CLAVAGE

6.2.1. PHASE : T = durcissement hourdis

6.2.1.1. Précontrainte moyenne

- Contraintes dues aux charges permanentes, précontrainte incluse.
- Les contraintes dues aux superstructures sont pris en valeur caractéristique min/max : elles peuvent exister à partir de la phase : T = action terres.
- Aucune charge variable (Q, Ta ou Tk) n'est prise en compte
- Contraintes cumulées jusqu'à la phase : T = durcissement hourdis.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Barre	Absc.	INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les contrainte dues aux charges permanentes seules sont fournies. Il s'agit des contraintes effectives à chaque phase.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les phases avant et après clavage sont traitées Après clavage, les contraintes dans le hourdis et les entretoises deviennent non nulles.

Les résultats sont duppliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : Pmoy, Pmin et Pmax

À partir de la phase après clavage T = action terres, des valeurs de contrainte min et max sont calculées. Dès lors, les résultats sont duppliqués : le pivot M (moment) est donné systématiquement, et le pivot N (effort normal) n'est édité que pour les PRAD portiques.

16.8.8 - Contraintes sous charges variables, à l'ELS quasi-permanent

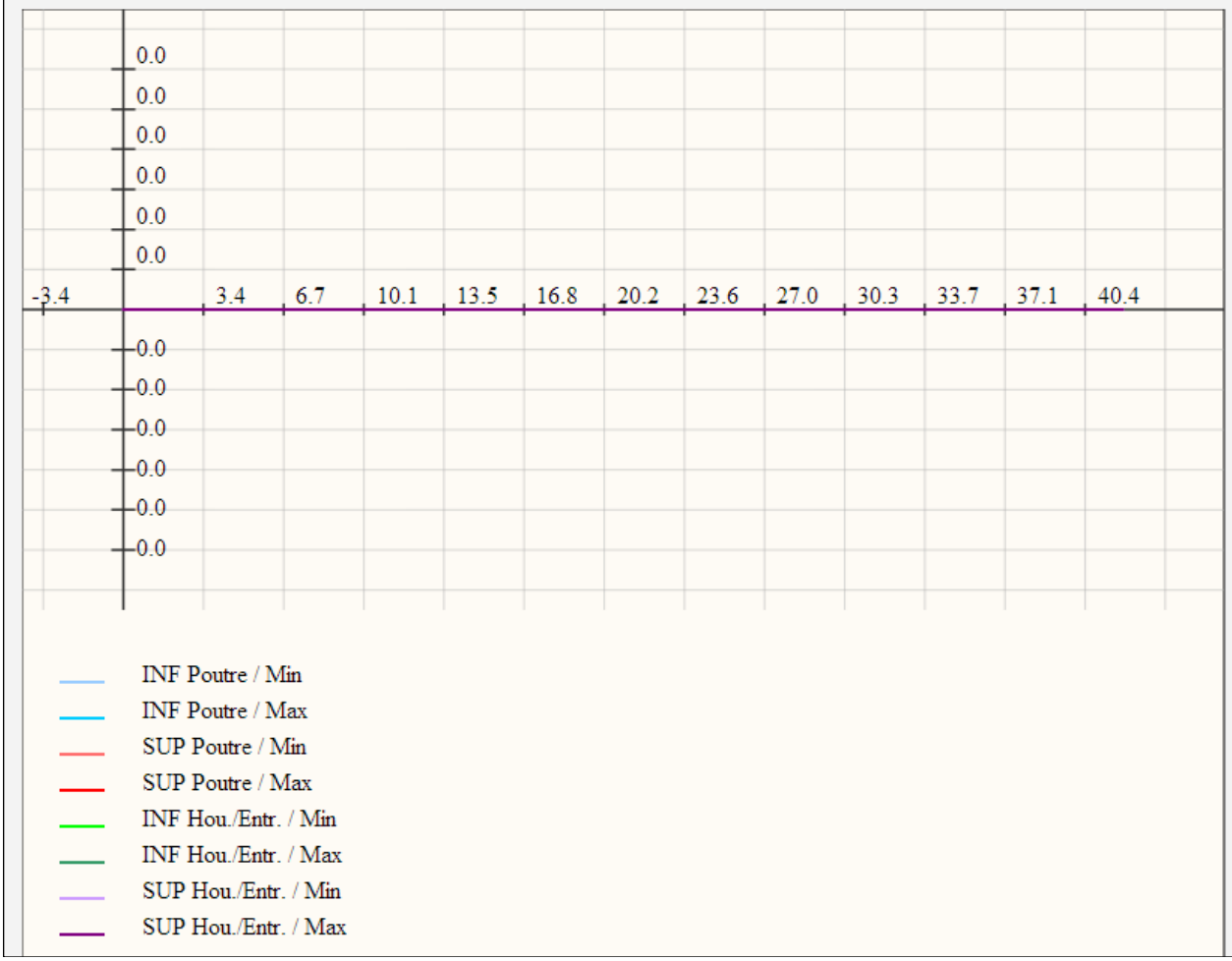
Ouvrage n°1

7. CONTRAINTES SOUS CHARGES VARIABLES, À L'ELS QUASI PERMANENT

7.1. PHASE : T = action terres - Profil en travers definitif - Pivot : M

- Contraintes sous charges variables (Q+Ta+Tk) à l'ELS Quasi Permanent
- Les contraintes dus aux charges variables sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Contraintes à la phase : T = action terres, Profil en travers definitif.
- Contraintes enveloppe : min et max du pivot : M.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

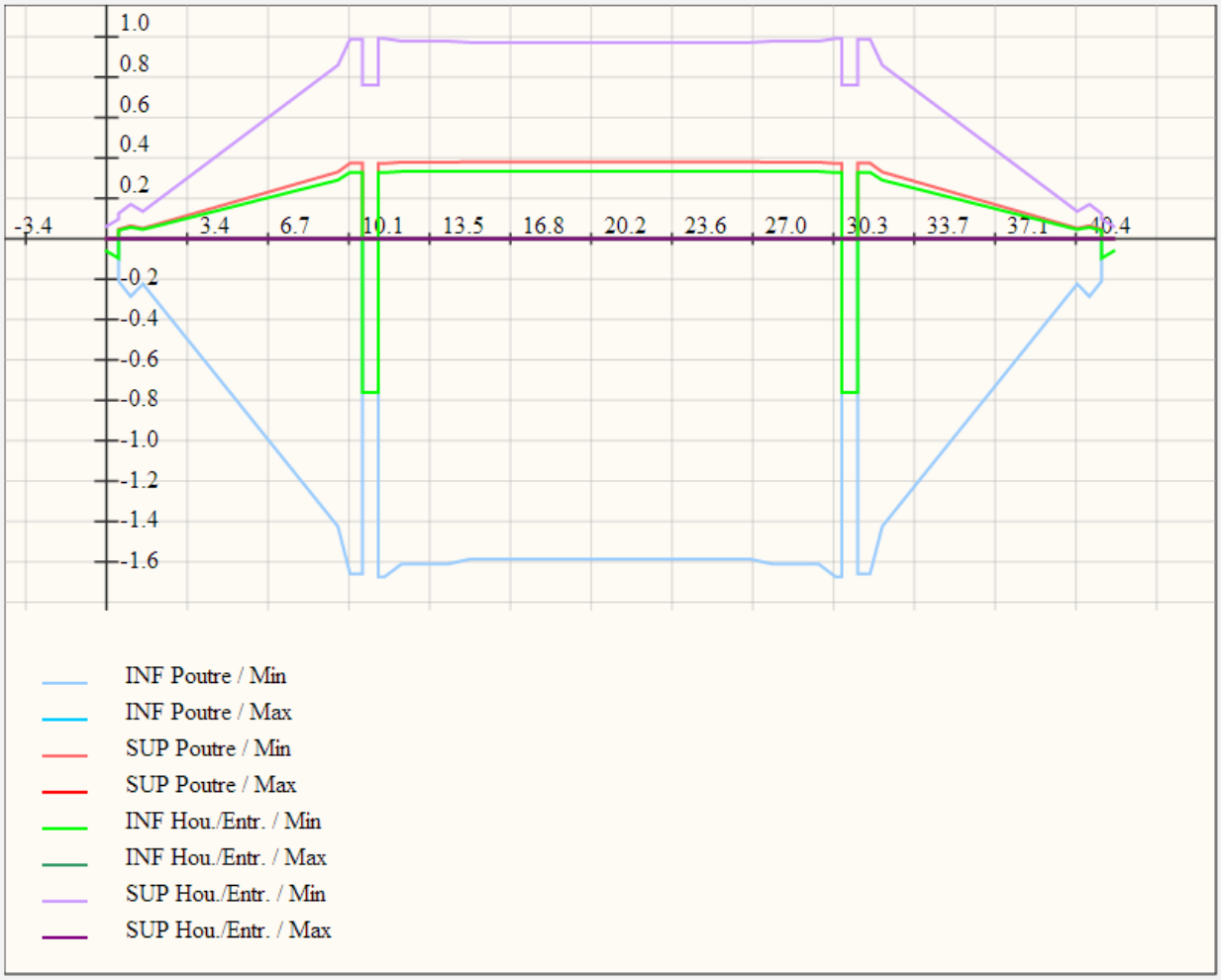
lignes supprimées

[...]

7.3. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers definitif - Pivot : M

- Contraintes sous charges variables (Q+Ta+Tk) à l'ELS Quasi Permanent
- Les contraintes dus aux charges variables sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Contraintes à la phase : T = Mise en service, Profil en travers definitif.
- Contraintes enveloppe : min et max du pivot : M.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Barre	Absc.		INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.
111	0.060	Min	0.0000	0.0000	-0.56144E-01	0.56144E-01

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les contrainte dues aux charges variables seules sont fournies à l'ELS quasi-permanent. Il s'agit des contraintes effectives à chaque phase.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Seules les phases après clavage sont traitées

Les résultats sont duppliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : Pmoy, Pmin et Pmax

À partir de la phase après clavage T = action terres, des valeurs de contrainte min et max sont calculées. Dès lors, les résultats sont duppliqués : le pivot M (moment) est donné systématiquement, et le pivot N (effort normal) n'est édité que pour les PRAD portiques.

16.8.9 - Contraintes sous charges variables, à l'ELS fréquent

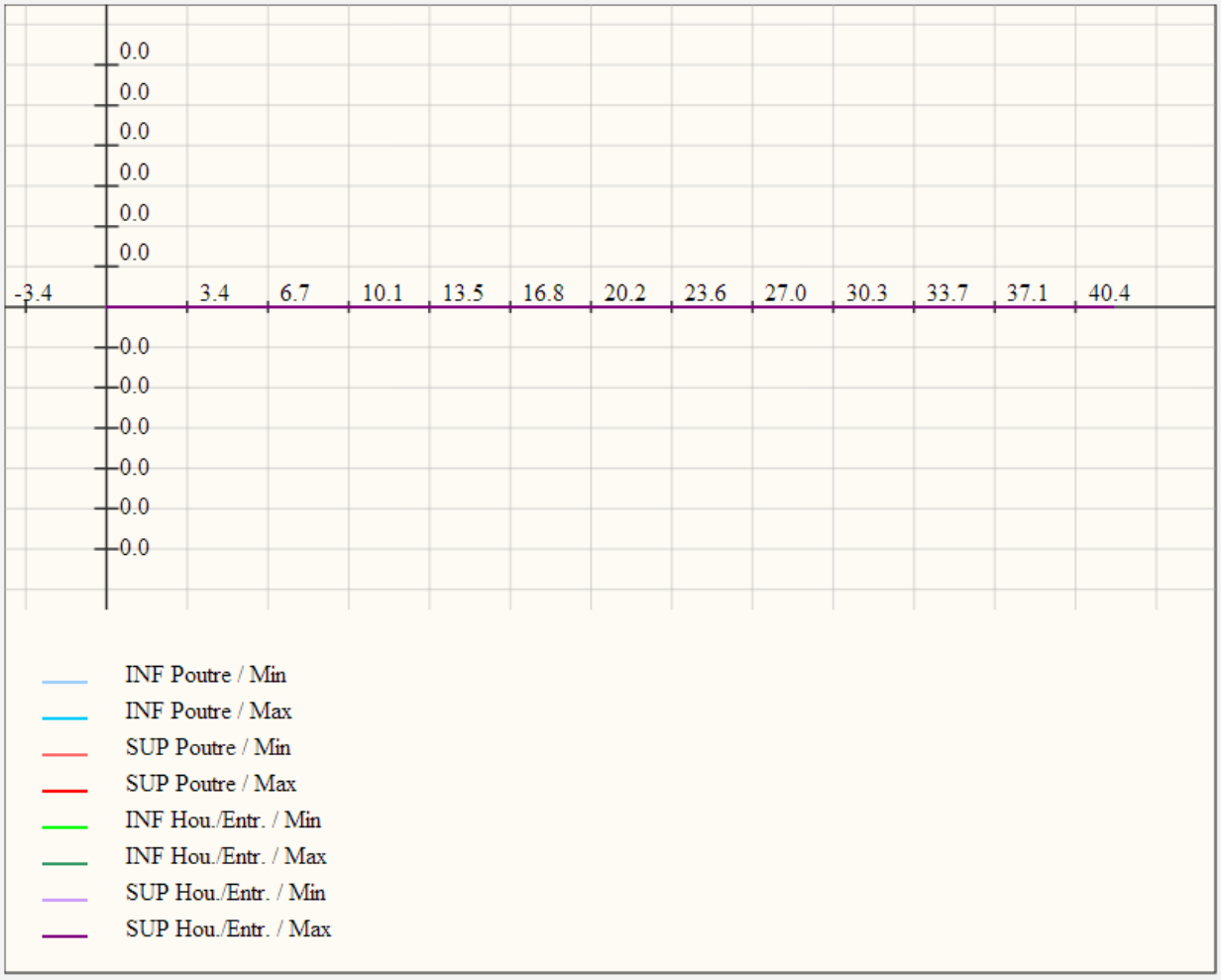
Ouvrage n°1

8. CONTRAINTES SOUS CHARGES VARIABLES, À L'ELS FRÉQUENT

8.1. PHASE : T = action terres - Profil en travers definitif - Pivot : M

- Contraintes sous charges variables (Q+Ta+Tk) à l'ELS Fréquent
- Les contraintes dus aux charges variables sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Contraintes à la phase : T = action terres, Profil en travers definitif.
- Contraintes enveloppe : min et max du pivot : M.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

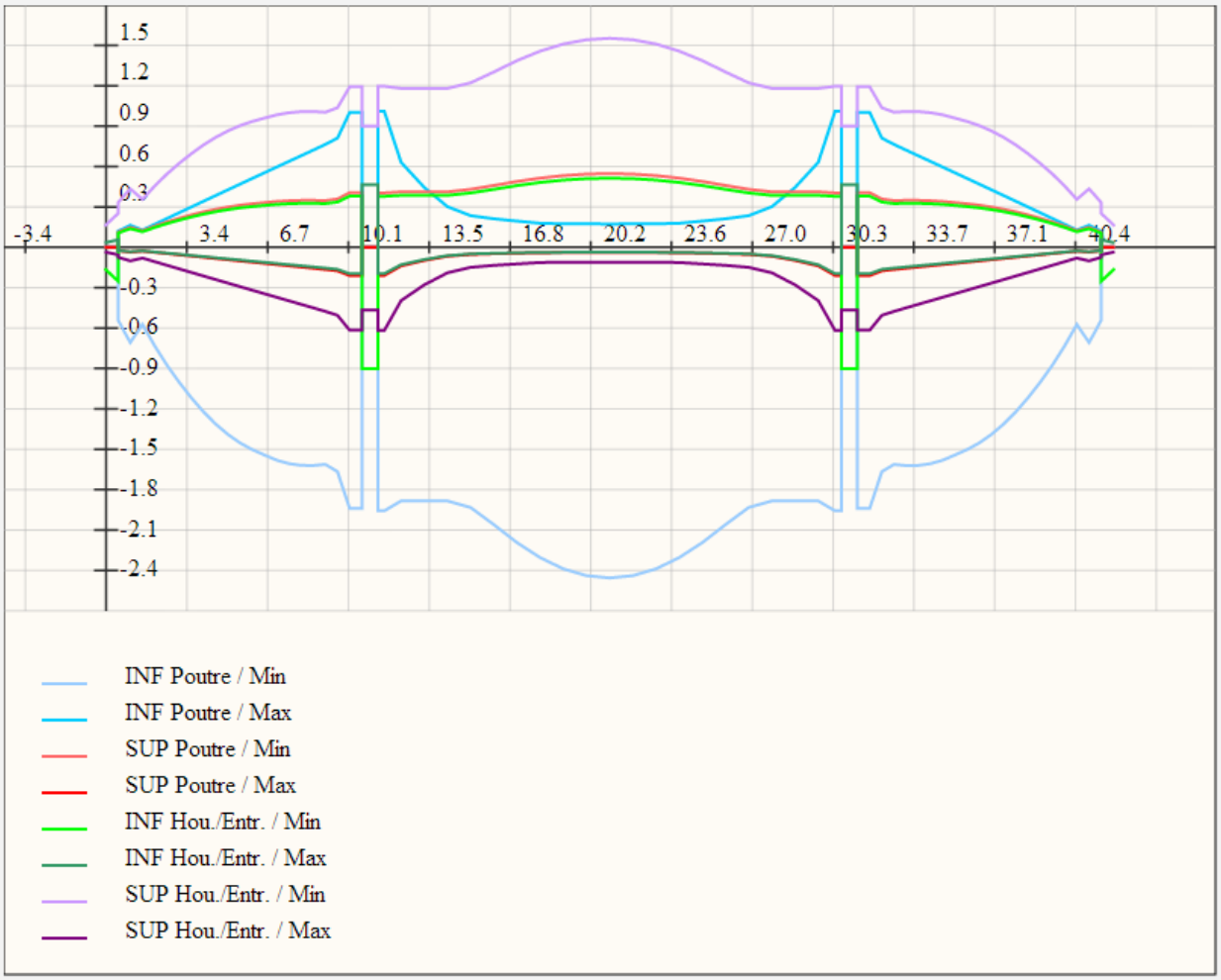
lignes supprimées

[...]

8.5. PHASE : T = INFINI - Profil en travers definitif - Pivot : M

- Contraintes sous charges variables (Q+Ta+Tk) à l'ELS Fréquent
- Les contraintes dus aux charges variables sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Contraintes à la phase : T = INFINI, Profil en travers definitif.
- Contraintes enveloppe : min et max du pivot : M.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les contrainte dues aux charges variables seules sont fournies à l'ELS fréquent. Il s'agit des contraintes effectives à chaque phase.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Seules les phases après clavage sont traitées

Les résultats sont duppliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : Pmoy, Pmin et Pmax

À partir de la phase après clavage T = action terres, des valeurs de contrainte min et max sont calculées. Dès lors, les résultats sont duppliqués : le pivot M (moment) est donné systématiquement, et le pivot N (effort normal) n'est édité que pour les PRAD portiques.

16.8.10 - Contraintes sous charges variables, à l'ELS caractéristique

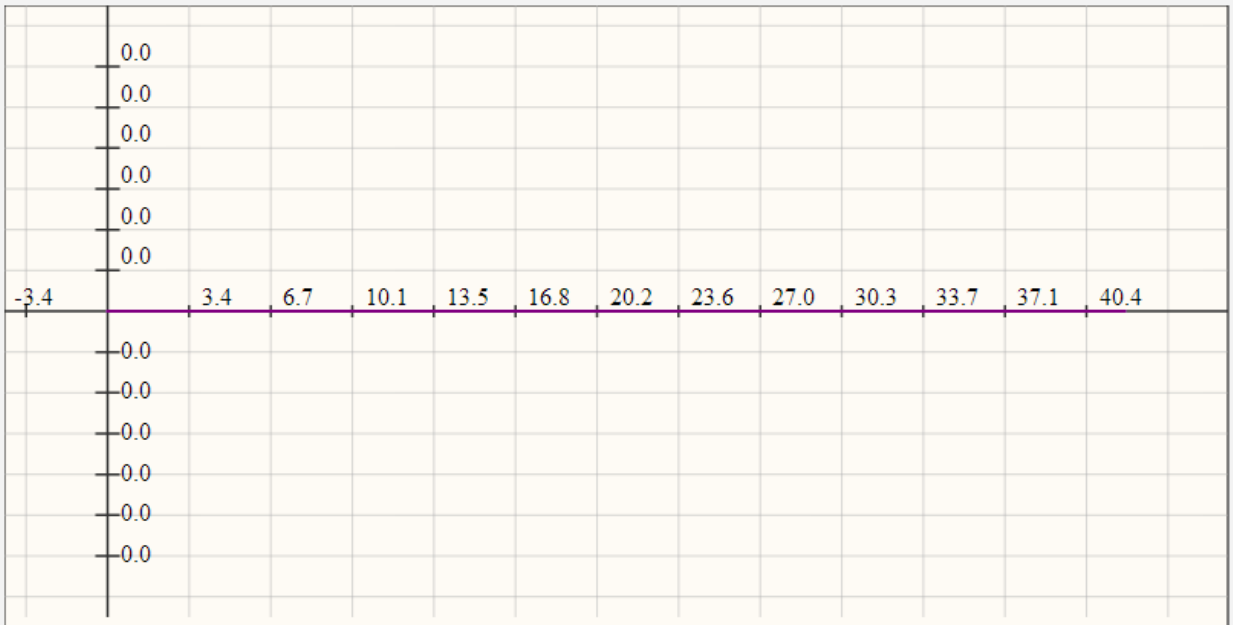
Ouvrage n°1

9. CONTRAINTES SOUS CHARGES VARIABLES, À L'ELS CARACTÉRISTIQUE

9.1. PHASE : T = action terres - Profil en travers definitif - Pivot : M

- Contraintes sous charges variables (Q+Ta+Tk) à l'ELS Caractéristique
- Les contraintes dus aux charges variables sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Contraintes à la phase : T = action terres, Profil en travers definitif.
- Contraintes enveloppe : min et max du pivot : M.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

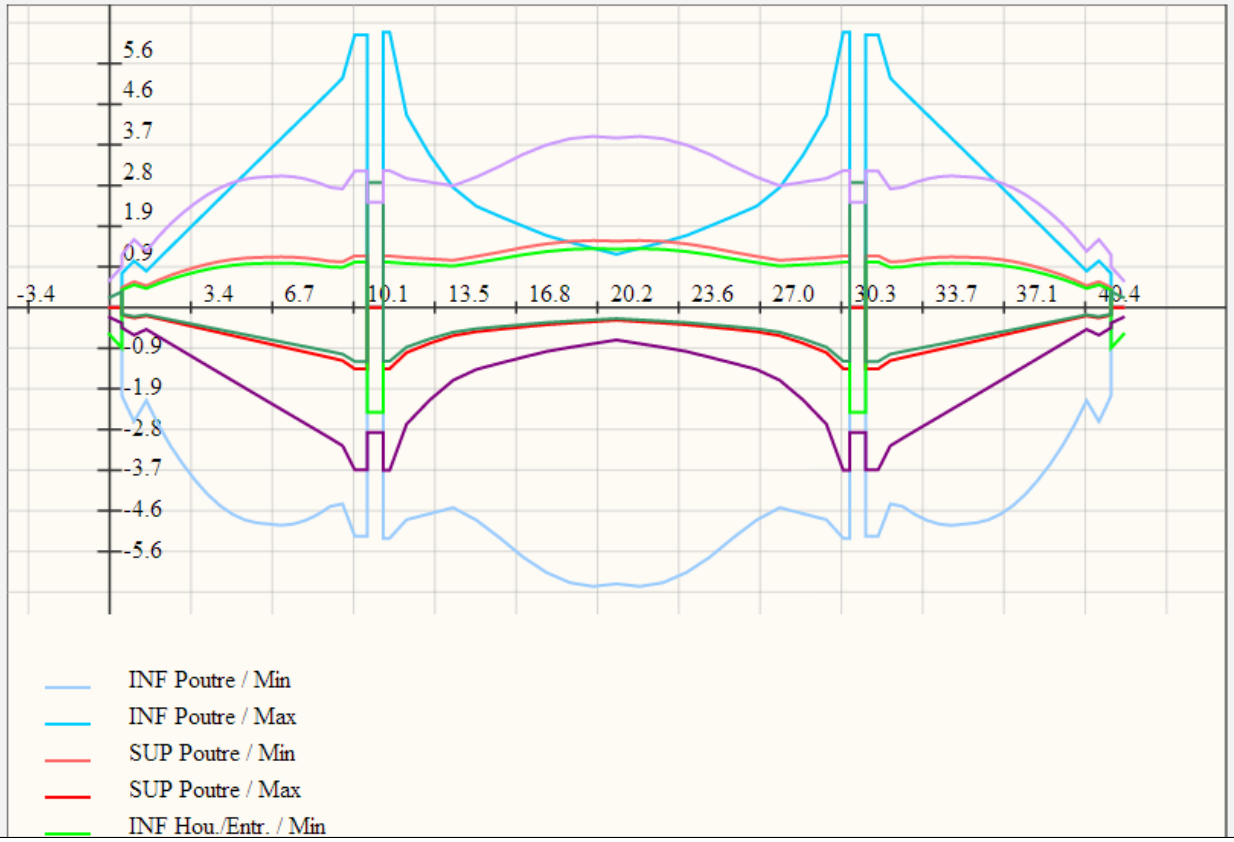
lignes supprimées

[...]

9.3. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers definitif - Pivot : M

- Contraintes sous charges variables (Q+Ta+Tk) à l'ELS Caractéristique
- Les contraintes dus aux charges variables sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Contraintes à la phase : T = Mise en service, Profil en travers definitif.
- Contraintes enveloppe : min et max du pivot : M.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les contrainte dues aux charges variables seules sont fournies à l'ELS caractéristique. Il s'agit des contraintes effectives à chaque phase.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Seules les phases après clavage sont traitées

Les résultats sont dupliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : Pmoy, Pmin et Pmax

À partir de la phase après clavage T = action terres, des valeurs de contrainte min et max sont calculées. Dès lors, les résultats sont dupliqués : le pivot M (moment) est donné systématiquement, et le pivot N (effort normal) n'est édité que pour les PRAD portiques.

16.8.11 - Contraintes à l'ELS quasi-permanent

Ouvrage n°1

10. CONTRAINTES À L'ELS QUASI-PERMANENT

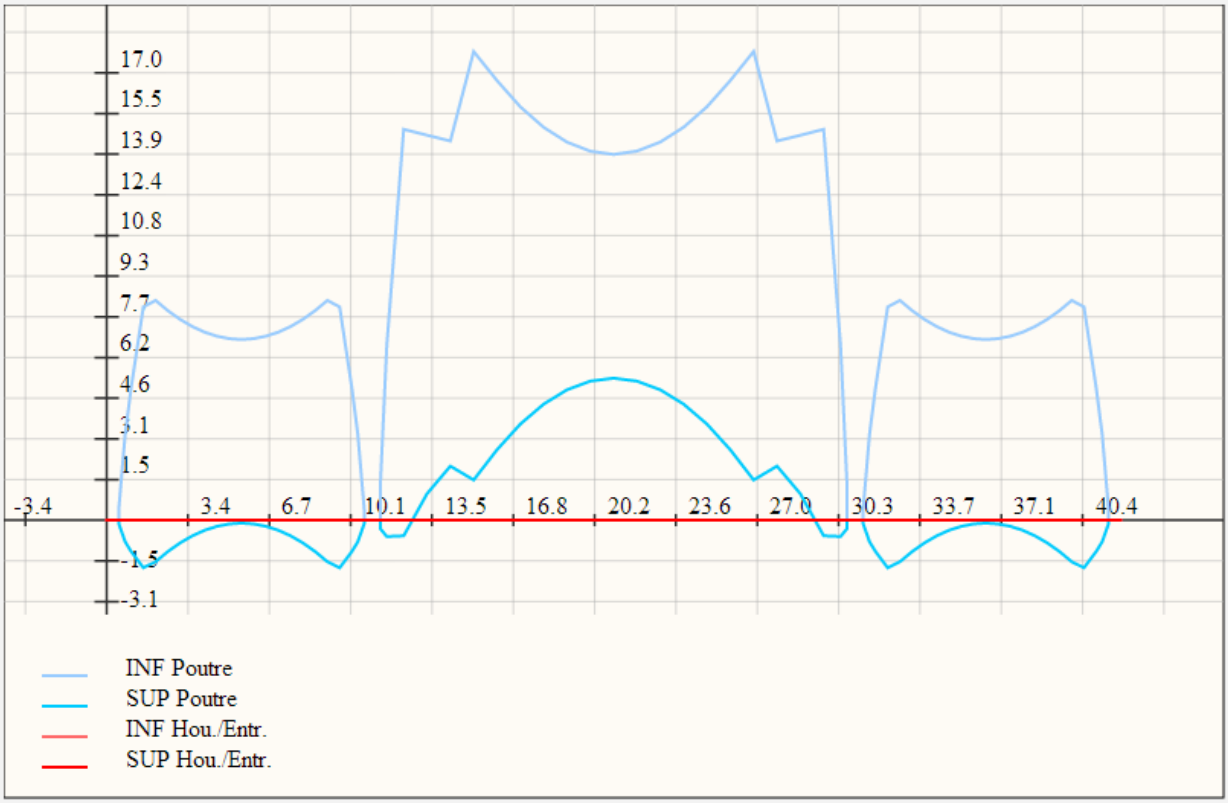
10.1. PHASES AVANT CLAVAGE

10.1.1. PHASE : T = relachement banc

10.1.1.1. Précontrainte moyenne

- Contraintes à l'ELS Quasi-permanent (CP + superstructures)
- Les contraintes dues aux superstructures et charges d'exploitation sont prises en valeur caractéristique min/max.
- Contraintes cumulées jusqu'à la phase : T = relachement banc.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

lignes supprimées

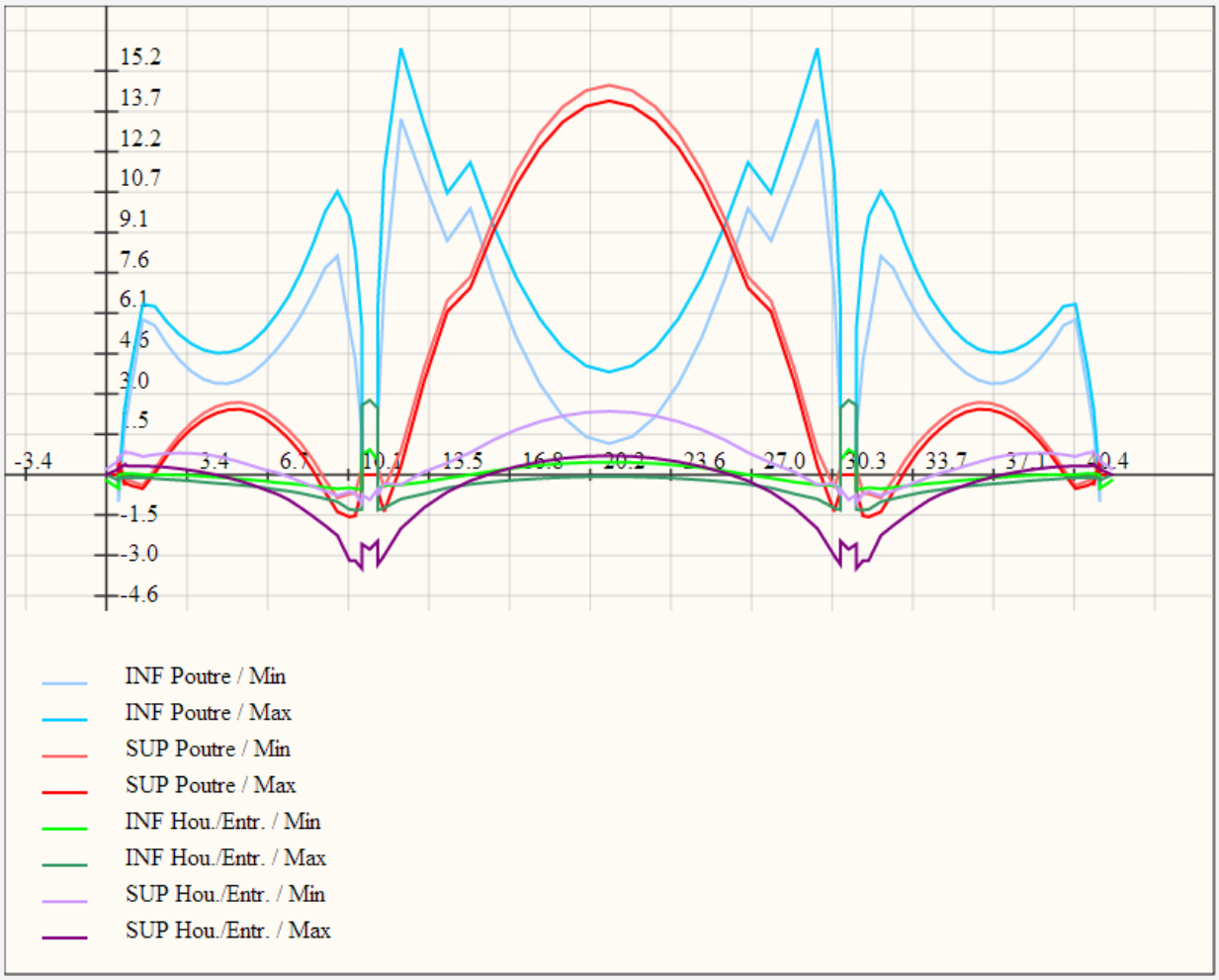
[...]

10.2.5. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers definitif - Pivot : M

10.2.5.1. Précontrainte moyenne

- Contraintes à l'ELS Quasi-permanent (CP + superstructures)
- Les contraintes dues aux superstructures et charges d'exploitation sont prises en valeur caractéristique min/max.
- Contraintes cumulées jusqu'à la phase : T = Mise en service, Profil en travers definitif.
- Contraintes enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les contraintes totales (dues aux charges permanentes + variables) sont fournies à l'ELS quasi-permanent. Il s'agit des contraintes effectives à chaque phase.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les résultats sont duppliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : Pmoy, Pmin et Pmax

À partir de la phase après clavage T = action terres, des valeurs de contrainte min et max sont calculées. Dès lors, les résultats sont duppliqués : le pivot M (moment) est donné systématiquement, et le pivot N (effort normal) n'est édité que pour les PRAD portiques.

16.8.12 - Contraintes à l'ELS fréquent

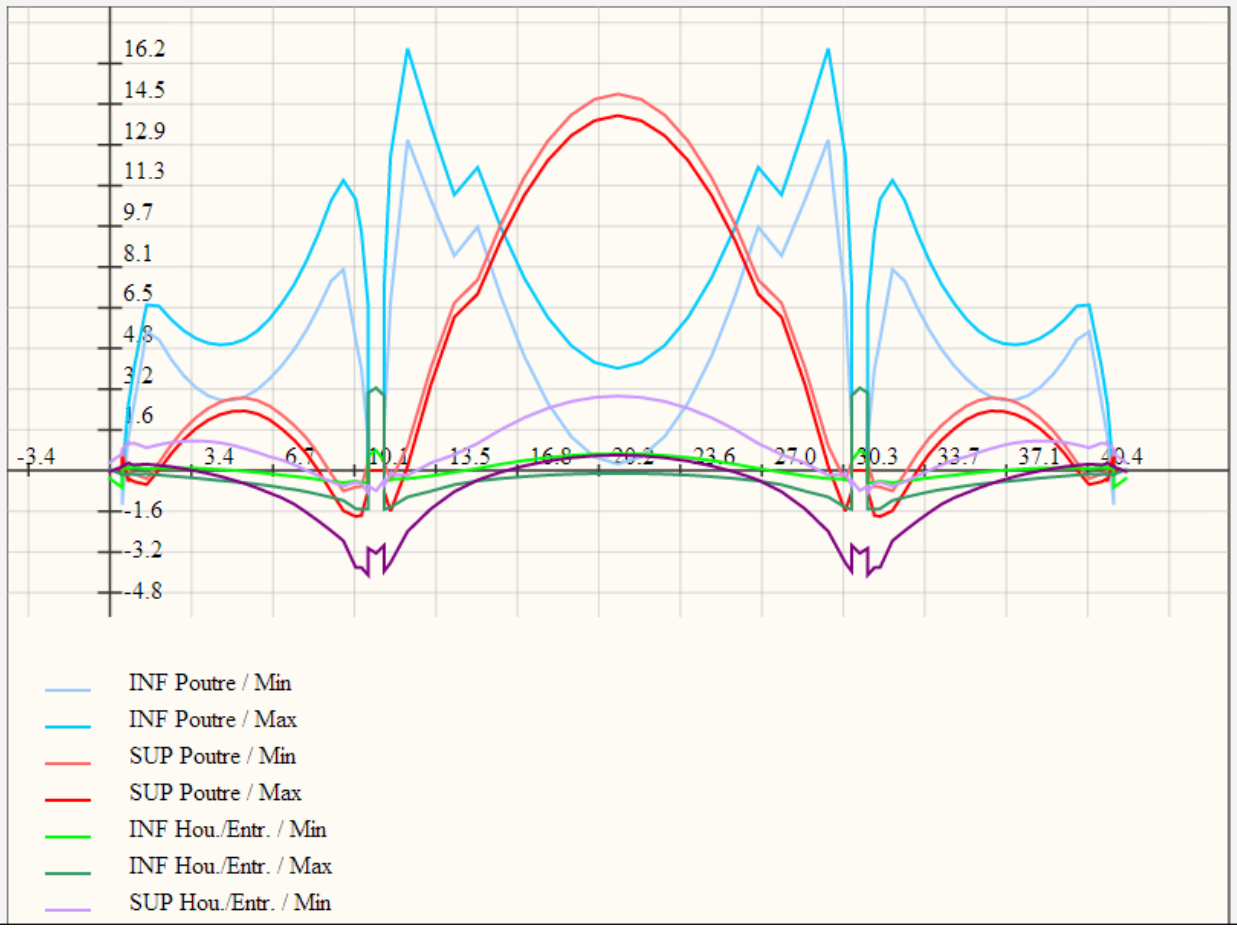
Ouvrage n°1

11.2.4. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers definitif - Pivot : M

11.2.4.1. Précontrainte moyenne

- Contraintes à l'ELS Fréquent (CP + superstructures + Q)
- Les contraintes dues aux superstructures et charges d'exploitation sont prises en valeur caractéristique min/max.
- Contraintes cumulées jusqu'à la phase : T = Mise en service, Profil en travers definitif.
- Contraintes enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les contraintes totales (dues aux charges permanentes + variables) sont fournies à l'ELS fréquent. Il s'agit des contraintes effectives à chaque phase.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Seules les phases après mise en service sont traitées.

Les résultats sont duppliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : Pmoy, Pmin et Pmax

Les contraintes sont éditées à partir de la phase T = mise en service. A chaque fois des valeurs de contrainte min et max sont calculées. Les résultats sont duppliqués : le pivot M (moment) est donné systématiquement, et le pivot N (effort normal) n'est édité que pour les PRAD portiques.

16.8.13 - Contraintes à l'ELS caractéristique

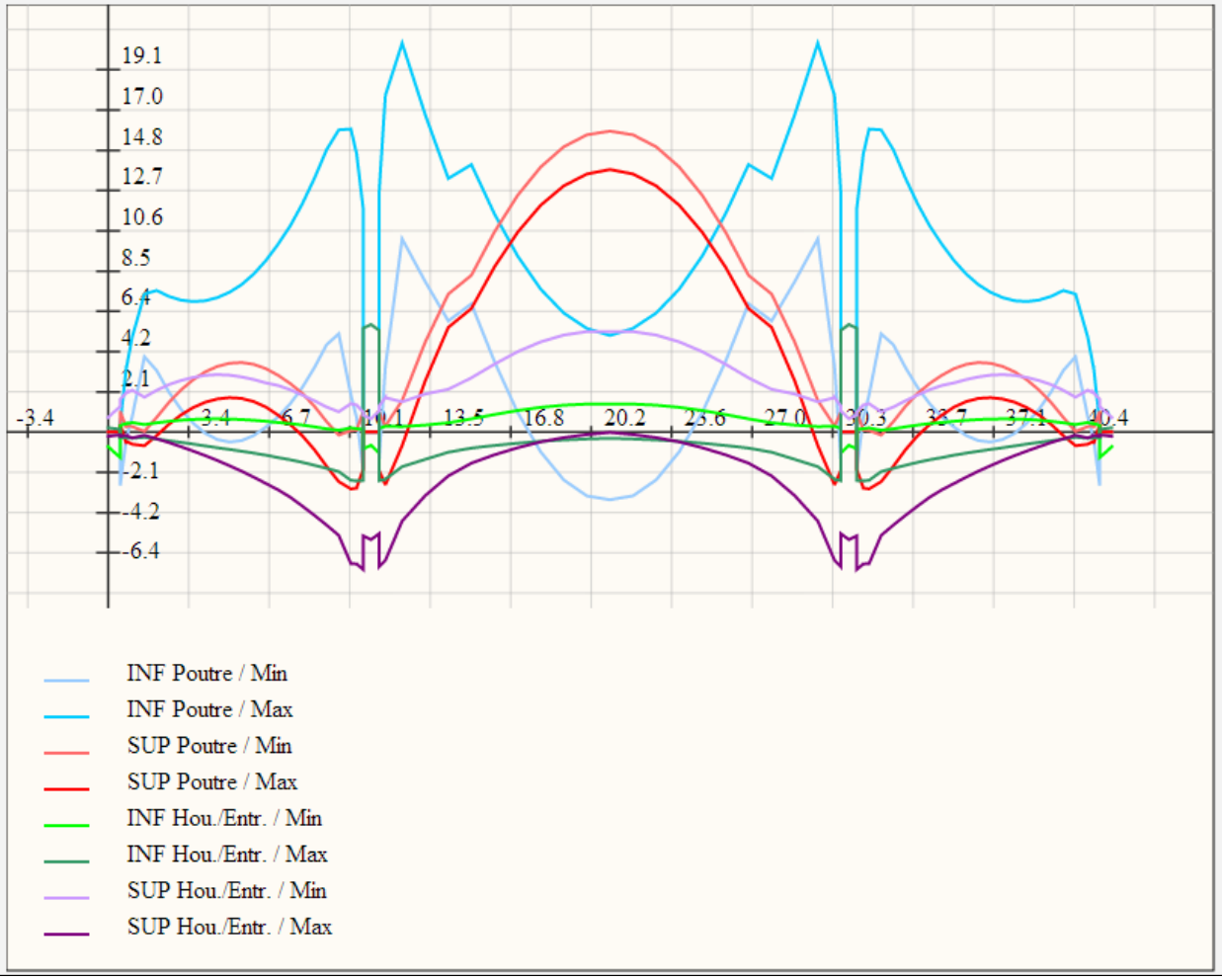
Ouvrage n°1

12.2.4. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers definitif - Pivot : M

12.2.4.1. Précontrainte moyenne

- Contraintes à l'ELS Caractéristique (CP + superstructures + Q)
- Les contraintes dues aux superstructures et charges d'exploitation sont prises en valeur caractéristique min/max.
- Contraintes cumulées jusqu'à la phase : T = Mise en service, Profil en travers definitif.
- Contraintes enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : MPa.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les contraintes totales (dues aux charges permanentes + variables) sont fournies à l'ELS caractéristique. Il s'agit des contraintes effectives à chaque phase.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Seules les phases après mise en service sont traitées.

Les résultats sont duppliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : Pmoy, Pmin et Pmax

Les contraintes sont éditées à partir de la phase T = mise en service. A chaque fois des valeurs de contrainte min et max sont calculées. Les résultats sont duppliqués : le pivot M (moment) est donné systématiquement, et le pivot N (effort normal) n'est édité que pour les PRAD portiques.

16.8.14 - Bilan des dépassements – Limites ELS

Ouvrage n°1

13. BILAN DES DÉPASSEMENTS - LIMITES ELS

- Bilan des dépassements de contraintes limites existants dans la section.
- Les contraintes limites considérées sont celles de l'étude non fissurée
  => Depassement(s) de contrainte ELS dans le beton pour la file : OUI, au moins un.

13.1. Section numéro : 1

Abscisse d'étude : -0.060 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN
=> Calcul des aciers : OUI

13.2. Section numéro : 2

Abscisse d'étude : 0.000 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN
=> Calcul des aciers : OUI

13.3. Section numéro : 3

Abscisse d'étude : 0.000 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN
=> Calcul des aciers : OUI

13.4. Section numéro : 4

Abscisse d'étude : 0.220 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN
=> Calcul des aciers : OUI

[...]

lignes supprimées

[...]

13.10. Section numéro : 10

Abscisse d'étude : 1.516 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement(s) de contrainte dans le beton : OUI
=> Calcul des aciers : NON

Phase	Profil	Nature Limite	ELS	Prec.	Partie section	Fibre	Valeur (MPa)
MS	DEF	Tractions limites	FREQ	Pmoy	Poutre	SUP	-0.55615
MS	DEF	Tractions limites	FREQ	Pmoy	Poutre	SUP	-0.32362
REL		Tractions limites	QP	Pmax	Poutre	SUP	-0.38557
REL		Tractions limites	QP	Pmin	Poutre	SUP	-0.97268E-01
REL		Tractions limites	QP	Pmoy	Poutre	SUP	-0.24142

13.11. Section numéro : 11

Abscisse d'étude : 2.025 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement(s) de contrainte dans le beton : OUI
=> Calcul des aciers : NON

Phase	Profil	Nature Limite	ELS	Prec.	Partie section	Fibre	Valeur (MPa)
REL		Tractions limites	QP	Pmax	Poutre	SUP	-0.16613
REL		Tractions limites	QP	Pmoy	Poutre	SUP	-0.11040E-01

13.12. Section numéro : 12

Abscisse d'étude : 2.533 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN
=> Calcul des aciers : OUI

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Cette partie relève tous les dépassements de contraintes limites observés à l'issue de l'étude non fissurée. Si des dépassements existent dans une section, ils sont recensés dans un tableau détaillant la phase, le profil, la nature de la limite, l'ELS concerné, la précontrainte (moy, min ou max), la partie de section, la fibre, et la valeur du dépassement en MPa.

Dès qu'une section comporte au moins un dépassement de contrainte, le calcul des aciers n'est pas réalisé : le dépassement de contrainte doit tout d'abord être résolu en jouant sur la précontrainte.

16.8.15 - Bilan des dépassements – Limites ELS complémentaires

Ouvrage n°1

14. BILAN DES DÉPASSEMENTS - LIMITES ELS COMPLÉMENTAIRES

- Bilan des dépassements de contraintes limites complémentaires existants dans la section.
- Les contraintes limites considérées sont les contraintes limites complémentaires appliquées aux contraintes de l'étude non fissurée.
  => Depassement de contrainte ELS (vérifications complémentaires) dans le beton pour la file : AUCUN

14.1. Section numéro : 1

Abscisse d'étude : -0.060 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN
=> Calcul des aciers : OUI

14.2. Section numéro : 2

Abscisse d'étude : 0.000 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN
=> Calcul des aciers : OUI

14.3. Section numéro : 3

Abscisse d'étude : 0.000 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN
=> Calcul des aciers : OUI

14.4. Section numéro : 4

Abscisse d'étude : 0.220 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN
=> Calcul des aciers : OUI

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Cette partie relève tous les dépassements de contraintes limites complémentaires observés à l'issue de l'étude non fissurée. Si des dépassements existent dans une section, ils sont recensés dans un tableau détaillant la phase, le profil, la nature de la limite, l'ELS concerné, la précontrainte (moy, min ou max), la partie de section, la fibre, et la valeur du dépassement en MPa.

Dès qu'une section comporte au moins un dépassement de contrainte, le calcul des aciers n'est pas réalisé : le dépassement de contrainte doit tout d'abord être résolu en jouant sur la précontrainte.

16.8.16 - Bilan des dépassements – Fissuration

Ouvrage n°1

14. BILAN DES DÉPASSEMENTS - FISSURATION

- Bilan des dépassements de contraintes de fissuration existants dans la section : on relève ici les contraintes de traction dépassant -1*fctm(t)

14.1. Section numéro : 1

Abscisse d'étude : -0.060 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN

14.2. Section numéro : 2

Abscisse d'étude : 0.000 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN

14.3. Section numéro : 3

Abscisse d'étude : 0.000 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN

14.4. Section numéro : 4

Abscisse d'étude : 0.220 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN

[...]

lignes supprimées

[...]

14.26. Section numéro : 26

Abscisse d'étude : 9.649 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement(s) de contrainte dans le beton : OUI

Phase	Profil	Nature Limite	ELS	Prec.	Partie section	Fibre	Valeur (MPa)
INFINI	DEF	Tractions limites	CARA	Pmax	Hourdis	SUP	-3.3712
INFINI	DEF	Tractions limites	CARA	Pmin	Hourdis	SUP	-3.2056
INFINI	DEF	Tractions limites	CARA	Pmoy	Hourdis	SUP	-3.2884
MS	DEF	Tractions limites	CARA	Pmax	Hourdis	SUP	-2.2640
MS	DEF	Tractions limites	CARA	Pmin	Hourdis	SUP	-2.2020
MS	DEF	Tractions limites	CARA	Pmoy	Hourdis	SUP	-2.2330
INFINI	DEF	Tractions limites	FREQ	Pmax	Hourdis	SUP	-0.66469
INFINI	DEF	Tractions limites	FREQ	Pmin	Hourdis	SUP	-0.49911
INFINI	DEF	Tractions limites	FREQ	Pmoy	Hourdis	SUP	-0.58190
INFINI	DEF	Tractions limites	QP	Pmax	Hourdis	SUP	-0.16498
INFINI	DEF	Tractions limites	QP	Pmoy	Hourdis	SUP	-0.82189E-01

14.27. Section numéro : 27

Abscisse d'étude : 10.157 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement(s) de contrainte dans le beton : OUI

Phase	Profil	Nature Limite	ELS	Prec.	Partie section	Fibre	Valeur (MPa)
INFINI	DEF	Tractions limites	CARA	Pmax	Hourdis	SUP	-4.9570

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Cette partie fonctionne de façon similaire à la partie précédente. Elle relève tous les dépassements de contraintes de fissuration (-fctm(t)) observés à l'issue de l'étude non fissurée. Si des dépassements existent dans une section, c'est que la partie de section correspondante va fissurer. Les dépassements sont recensés dans un tableau détaillant la phase, le profil, la nature de la limite, l'ELS concerné, la précontrainte (moy, min ou max), la partie de section, la fibre, et la valeur du dépassement en MPa.

Le diagnostic de fissuration a une incidence sur les justifications réalisées ensuite (calcul en section fissurée ou non)

16.8.17 - Fissuration des parties de section

Ouvrage n°1

15. FISSURATION DES PARTIES DE SECTION

- Bilan des parties de section fissurée
- La 1ère phase fissurée (constat) est déterminée au vu des contraintes élastiques
- La 1ère phase fissurée (retenue) indique à partir de quelle phase les aciers passifs sont calculés en considérant une loi fissurée
- NOTE 1 : Pour le calcul des aciers, on considère comme fissurées uniquement les phases postérieures à la phase fissurée (constat) inclue.
- NOTE 2 : Si une fissuration est constatée à l'INFINI, alors on considère que la phase de mise en service MS est également fissurée.

15.1. Section numéro : 1

Abscisse d'étude : -0.060 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)

Partie section	Est fissurée	1ère phase fissurée (constat)	1ère phase fissurée (retenue)
Entretoise	NON	-	-

15.2. Section numéro : 2

Abscisse d'étude : 0.000 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)

Partie section	Est fissurée	1ère phase fissurée (constat)	1ère phase fissurée (retenue)
Entretoise	NON	-	-

15.3. Section numéro : 3

Abscisse d'étude : 0.000 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)

Partie section	Est fissurée	1ère phase fissurée (constat)	1ère phase fissurée (retenue)
Entretoise	NON	-	-

[...]

lignes supprimées

[...]

15.26. Section numéro : 26

Abscisse d'étude : 9.649 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)

Partie section	Est fissurée	1ère phase fissurée (constat)	1ère phase fissurée (retenue)
Poutre	NON	-	-
Hourdis	Fissurée	MS	MS

15.27. Section numéro : 27

Abscisse d'étude : 10.157 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)

Partie section	Est fissurée	1ère phase fissurée (constat)	1ère phase fissurée (retenue)
Poutre	NON	-	-
Hourdis	Fissurée	MS	MS

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

On effectue ici un bilan de fissuration de chaque partie de section en précisant la phase à partir de laquelle la section est considérée comme fissurée.

Le diagnostic de fissuration a une incidence sur les justifications réalisées ensuite (calcul en section fissurée ou non)

16.9 - Aciers Passifs - file courante, file de rive gauche ou file de rive droite

16.9.1 - Vue générale de la note

Ouvrage n°1

Retour Accueil | Retour haut de page

Réduire le sommaire | Imprimer

Sommaire

TYPE DE CALCUL
REMARQUES PRÉLIMINAIRES
DATES DE PHASAGE - Notations
REPÉRAGE LONGITUDINAL - Modèle de référence
LARGEUR DES FIBRES
+ ACIERS À L'ELS QUASI-PERMANENT
+ ACIERS À L'ELS FRÉQUENT
+ ACIERS À L'ELS CARACTÉRISTIQUE
+ ACIERS À L'ELU FONDAMENTAL (POIDS PROPRE
+ ACIERS À L'ELU FONDAMENTAL (POIDS PROPRE
ACIERS À L'ELU ACCIDENTEL
ACIERS MINIMAUX
ACIERS DE NON FRAGILITÉ
SYNTHÈSE DES ACIERS AUX ÉTATS LIMITES
SYNTHÈSE GÉNÉRALE DES ACIERS

Cerema — Direction technique infrastructures de transport et matériaux

ACIERS PASSIFS - FILE COURANTE

Note de calcul CHAMOA-P partielle, CEREMA/DTITM

1. TYPE DE CALCUL

Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUITE :
mot-clé FOURCHETTE NON => 1 seul calcul est effectué
Calcul courant 1/1 avec les caractéristiques suivantes :
- Type de calcul : calcul K unique PRAD
- Coefficients utilisés : K utilisateur

2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES

La note de calcul des aciers donne les quantités d'acier à mettre en oeuvre :
- suite au dimensionnement en flexion
Il est à noter que :
- les quantités d'acier correspondent à une unique file de poutre (comprenant éventuellement 2 poutres jumelées dans certaines travées)
- les aciers dans les dalles de transition ne sont pas calculés

3. DATES DE PHASAGE - Notations

On adopte les notations suivantes pour désigner les différentes dates de phasages.

- 'MTB ' = Mise en tension des armatures sur banc.
- 'BET ' = Betonnage des poutres.
- 'REL ' = Relachement des armatures sur banc et mise en prec des poutres.
- 'APP ' = Pose sur appuis (provisoires ou définitifs).
- 'HOU ' = Coulage hourdis et entretoises.
- 'DUR ' = Durcissement hourdis et entretoises.
- 'APD ' = Transfert sur appuis definitifs.
- 'TER ' = Action des terres (PRV ou DEF).
- 'MS ' = mise en service (PRV ou DEF).

Avant une phase donnée, la structure subit une évolution temporelle à partir de la phase précédente. Cette phase d'évolution est indiquée par le suffixe '_AV' (avant).

4. REPÉRAGE LONGITUDINAL - Modèle de référence

La discrétisation est celle du modèle dit 'de référence' sur lequel l'ensemble des résultats ont été transposés.
- Convention repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui

Barre	Abscisse	Abscisse	Type de Zone
	(repère général)	(repère local)	
111	-0.060	0.000	Zone locale entretoise a gauche de l'appui def

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

La visualisation de la note au format html est présentée ci-dessus. Un sommaire dynamique placé à gauche facilite la navigation dans le document.

16.9.2 - Type de calcul

Ouvrage n°1

1. TYPE DE CALCUL

Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUITE :
mot-clé FOURCHETTE NON => 1 seul calcul est effectué
Calcul courant 1/1 avec les caractéristiques suivantes :
- Type de calcul : calcul K unique PRAD
- Coefficients utilisés : K utilisateur

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe donne des indications sur le calcul en cours. Il est utile dans le cas d'un double-calcul lorsqu'un calcul en fourchette de la contiuité sur appuis a été demandé.

16.9.3 - Remarques préliminaires

Ouvrage n°1

2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES

La note de calcul des aciers donne les quantités d'acier à mettre en oeuvre :
- suite au dimensionnement en flexion
Il est à noter que :
- les quantités d'acier correspondent à une unique file de poutre (comprenant éventuellement 2 poutres jumelées dans certaines travées)
- les aciers dans les dalles de transition ne sont pas calculés

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe présente les résultats fournis dans la note de calcul.

16.9.4 - Dates de phasage

Ouvrage n°1

3. DATES DE PHASAGE - Notations

On adopte les notations suivantes pour désigner les différentes dates de phasages.
- 'MTB ' = Mise en tension des armatures sur banc.
- 'BET ' = Betonnage des poutres.
- 'REL ' = Relachement des armatures sur banc et mise en prec des poutres.
- 'APP ' = Pose sur appuis (provisoires ou définitifs).
- 'HOU ' = Coulage hourdis et entretoises.
- 'DUR ' = Durcissement hourdis et entretoises.
- 'APD ' = Transfert sur appuis definitifs.
- 'TER ' = Action des terres (PRV ou DEF).
- 'MS ' = mise en service (PRV ou DEF).

Avant une phase donnée, la structure subit une évolution temporelle à partir de la phase précédente. Cette phase d'évolution est indiquée par le suffixe '_AV' (avant).

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe rappelle les notations utilisées dans les tableaux de résultats pour les dates de phasages.

16.9.5 - Repérage longitudinal – modèle de référence

Ouvrage n°1

4. REPÉRAGE LONGITUDINAL - Modèle de référence

La discrétisation est celle du modèle dit 'de référence' sur lequel l'ensemble des résultats ont été transposés.
- Convention repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui

Barre	Abscisse (repère général)	Abscisse (repère local)	Type de Zone
111	-0.060	0.000	Zone locale entretoise a gauche de l'appui def
111	0.000	0.060	Zone locale entretoise a gauche de l'appui def
112	0.000	0.000	Zone locale entretoise a droite de l'appui def
112	0.220	0.220	Zone locale entretoise a droite de l'appui def
112	0.500	0.500	Zone locale entretoise a droite de l'appui def
11	0.500	0.000	Zone locale poutre a gauche de l'appui prov
11	0.765	0.265	Zone locale poutre a gauche de l'appui prov
12	0.765	0.000	Zone locale poutre entre appuis prov
12	1.008	0.243	Zone locale poutre entre appuis prov
12	1.516	0.751	Zone locale poutre entre appuis prov
12	2.025	1.260	Zone locale poutre entre appuis prov
12	2.533	1.768	Zone locale poutre entre appuis prov
12	3.041	2.276	Zone locale poutre entre appuis prov

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Deux modèles ST1 différents sont utilisés pour le calcul des efforts. Ces 2 modèles ont des points d'études différents. Pour permettre les combinaisons, les résultats de chaque modèle sont transposés sur un modèle dit "de référence", dont les points d'étude sont détaillés dans le tableau ci-dessus.

16.9.6 - Largeur des fibres

Ouvrage n°1

5. LARGEUR DES FIBRES

Les quantités d'acier sont fournies en cm2/ml pour une file de poutres.
La conversion des résultats est possible via les largeurs des fibres :

Barre	Absc.	INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.
111	-0.060	0.000	0.000	0.919	0.919
111	0.000	0.000	0.000	0.919	0.919
112	0.000	0.000	0.000	0.919	0.919
112	0.220	0.000	0.000	0.919	0.919
112	0.500	0.000	0.000	0.919	0.919
11	0.500	0.350	0.350	0.919	0.919
11	0.765	0.350	0.350	0.919	0.919
12	0.765	0.350	0.350	0.919	0.919
12	1.008	0.350	0.350	0.919	0.919
12	1.516	0.350	0.350	0.919	0.919
12	2.025	0.350	0.350	0.919	0.919
12	2.533	0.350	0.350	0.919	0.919
12	3.041	0.350	0.350	0.919	0.919
12	3.550	0.350	0.350	0.919	0.919
12	4.058	0.350	0.350	0.919	0.919
12	4.566	0.350	0.350	0.919	0.919

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les largeurs de fibres permettant la conversion des quantités linéiques d'aciers sont indiquées.

16.9.7 - Aciers à l'ELS quasi-permanent

Ouvrage n°1

6. ACIERS À L'ELS QUASI-PERMANENT

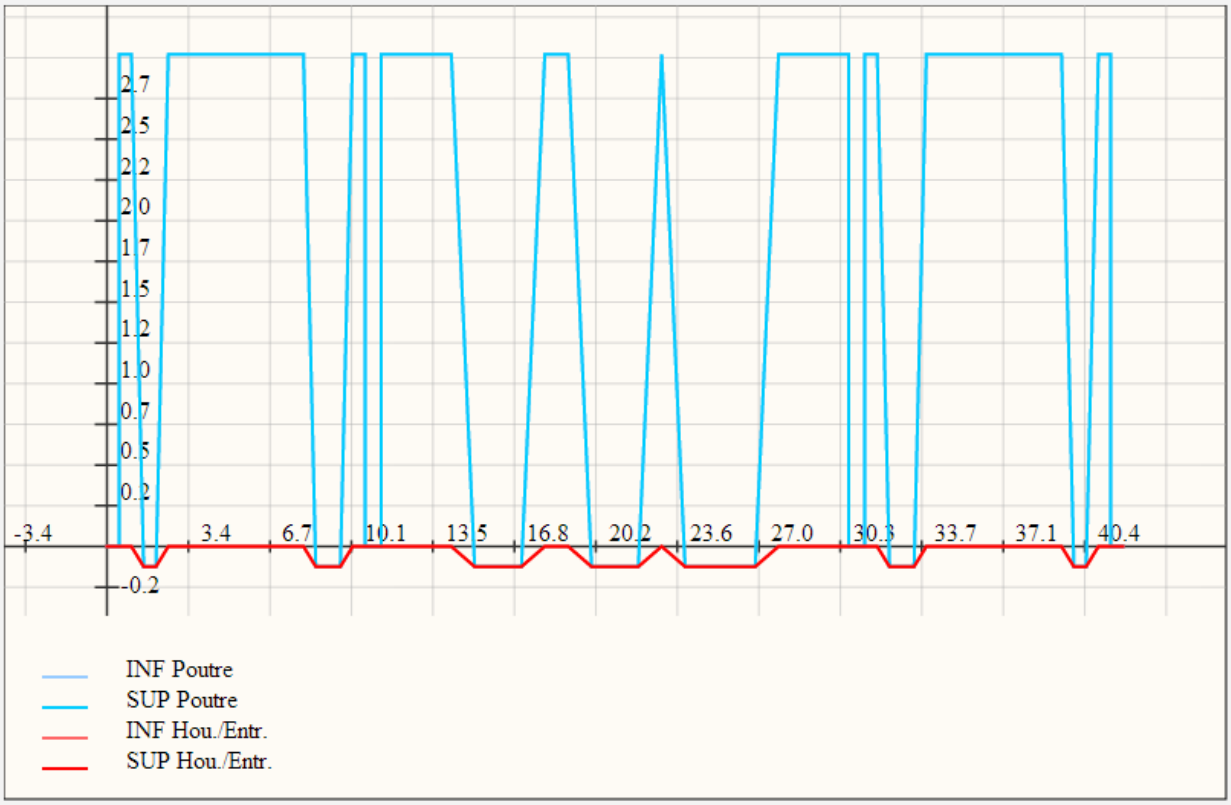
6.1. PHASES AVANT CLAVAGE

6.1.1. PHASE : T = relachement banc

6.1.1.1. Précontrainte moyenne

- Aciers à l'ELS Quasi-permanent (CP + superstructures + Q)
- Les effets dus aux superstructures et charges d'exploitation sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Effets cumulés jusqu'à la phase : T = relachement banc.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : cm2/ml.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

lignes supprimées

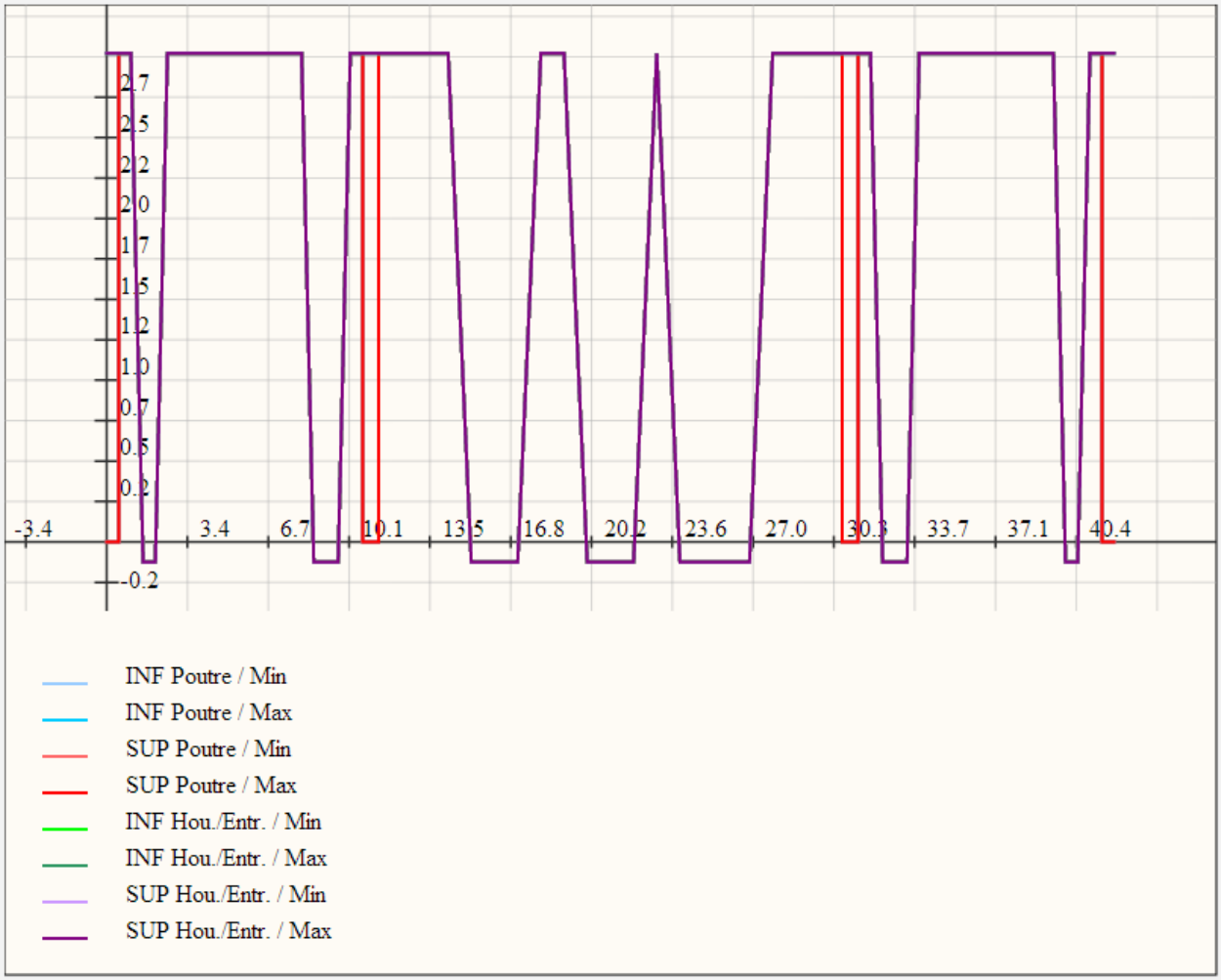
[...]

6.2.5. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers definitif - Pivot : M

6.2.5.1. Précontrainte moyenne

- Aciers à l'ELS Quasi-permanent (CP + superstructures + Q)
- Les effets dus aux superstructures et charges d'exploitation sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Effets cumulés jusqu'à la phase : T = Mise en service, Profil en travers definitif.
- Effets enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : cm2/ml.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs longitudinaux à mettre en place à l'ELS quasi-permanent sont fournis.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les résultats sont duppliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : Pmoy, Pmin et Pmax

À partir de la phase après clavage T = action terres, les quantités d'aciers issues des combinaisons min et max sont calculées. Dès lors, les résultats sont duppliqués : le pivot M (moment) est donné systématiquement, et le pivot N (effort normal) n'est édité que pour les PRAD portiques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée. Une fois la précontrainte de l'ouvrage correctement dimensionnée, il n'y a plus aucun dépassement et l'ensemble des quantités d'aciers sont calculées.

16.9.8 - Aciers à l'ELS fréquent

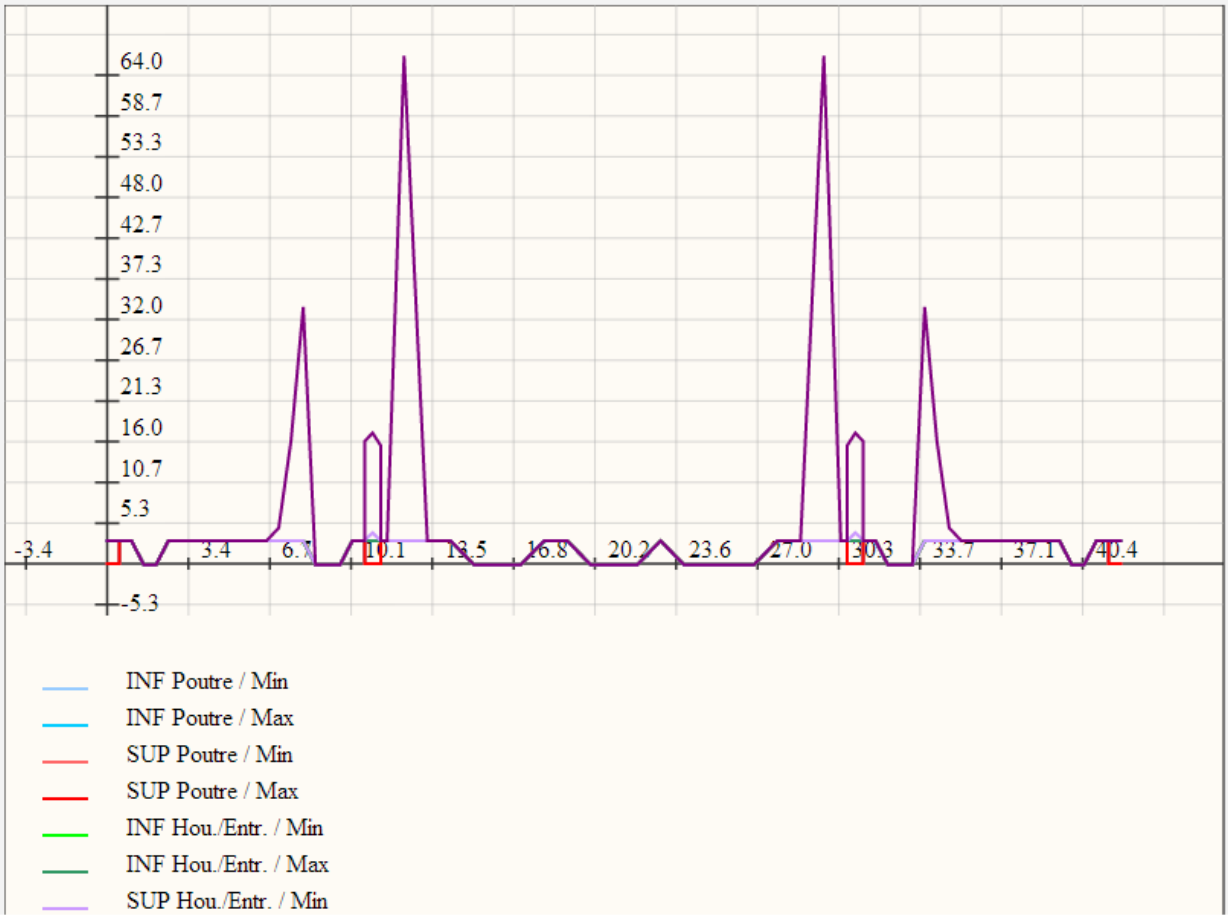
Ouvrage n°1

7.2.4. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers definitif - Pivot : M

7.2.4.1. Précontrainte moyenne

- Aciers à l'ELS Fréquent (CP + superstructures + Q)
- Les effets dus aux superstructures et charges d'exploitation sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Effets cumulés jusqu'à la phase : T = Mise en service, Profil en travers definitif.
- Effets enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : cm2/ml.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs longitudinaux à mettre en place à l'ELS fréquents sont fournis.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Seules les phases après mise en service sont traitées.

Les résultats sont duppliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : Pmoy, Pmin et Pmax

Les quantités d'acier sont éditées à partir de la phase T = mise en service A chaque fois les quantités d'aciers issues des combinaisons min et max sont calculées. Les résultats sont duppliqués : le pivot M (moment) est donné systématiquement, et le pivot N (effort normal) n'est édité que pour les PRAD portiques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée. Une fois la précontrainte de l'ouvrage correctement dimensionnée, il n'y a plus aucun dépassement et l'ensemble des quantités d'aciers sont calculées.

16.9.9 - Aciers à l'ELS caractéristique

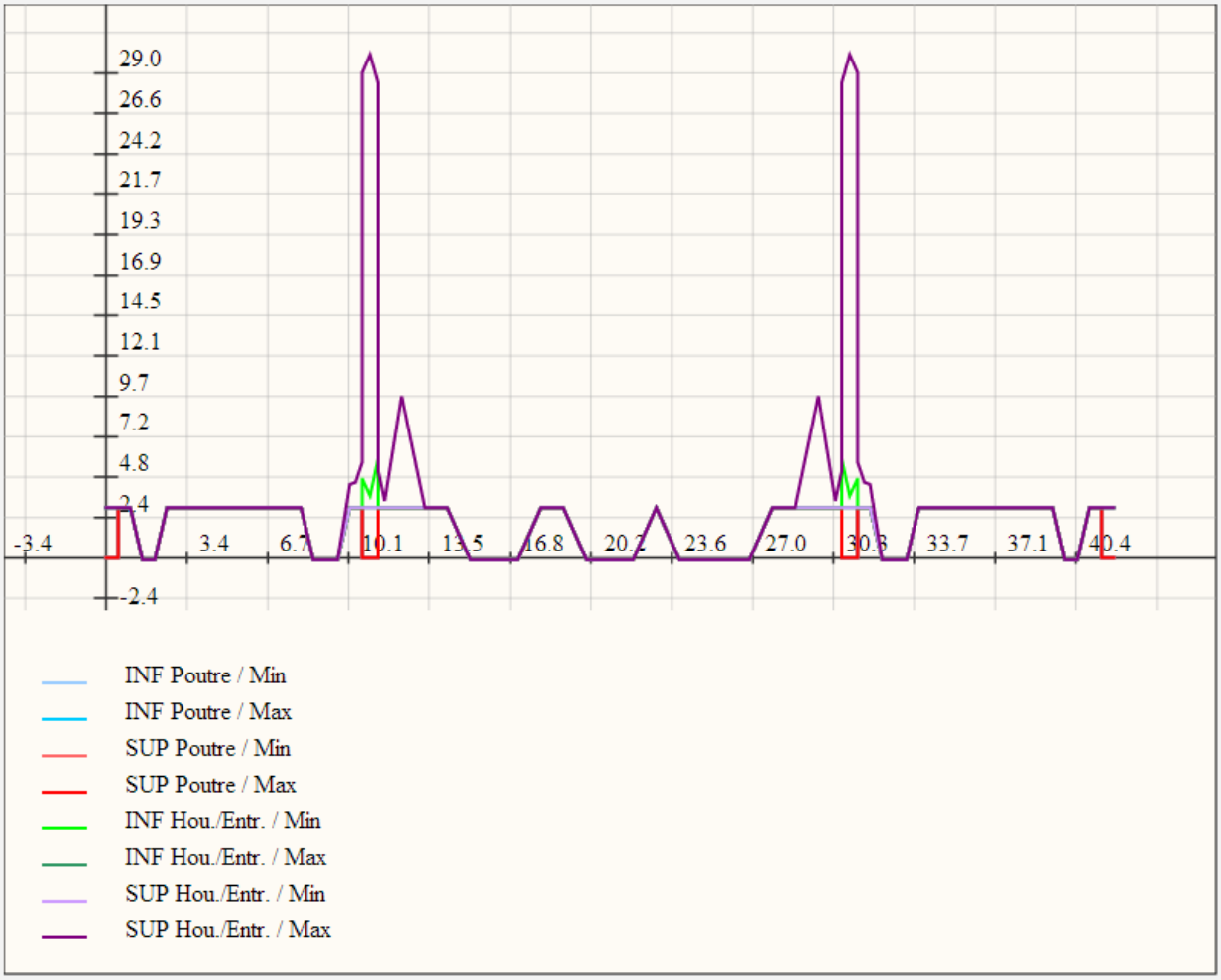
Ouvrage n°1

8.2.4. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers definitif - Pivot : M

8.2.4.1. Précontrainte moyenne

- Aciers à l'ELS Caractéristique (CP + superstructures + Q)
- Les effets dus aux superstructures et charges d'exploitation sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Effets cumulés jusqu'à la phase : T = Mise en service, Profil en travers definitif.
- Effets enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : cm2/ml.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs longitudinaux à mettre en place à l'ELS caractéristique sont fournis.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Seules les phases après mise en service sont traitées.

Les résultats sont duppliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : Pmoy, Pmin et Pmax

Les quantités d'acier sont éditées à partir de la phase T = mise en service A chaque fois les quantités d'aciers issues des combinaisons min et max sont calculées. Les résultats sont duppliqués : le pivot M (moment) est donné systématiquement, et le pivot N (effort normal) n'est édité que pour les PRAD portiques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée. Une fois la précontrainte de l'ouvrage correctement dimensionnée, il n'y a plus aucun dépassement et l'ensemble des quantités d'aciers sont calculées.

16.9.10 - Aciers à l'ELU fondamental (poids propre*1,00)

Ouvrage n°1

9. ACIERS À L'ELU FONDAMENTAL (POIDS PROPRE * 1,00)

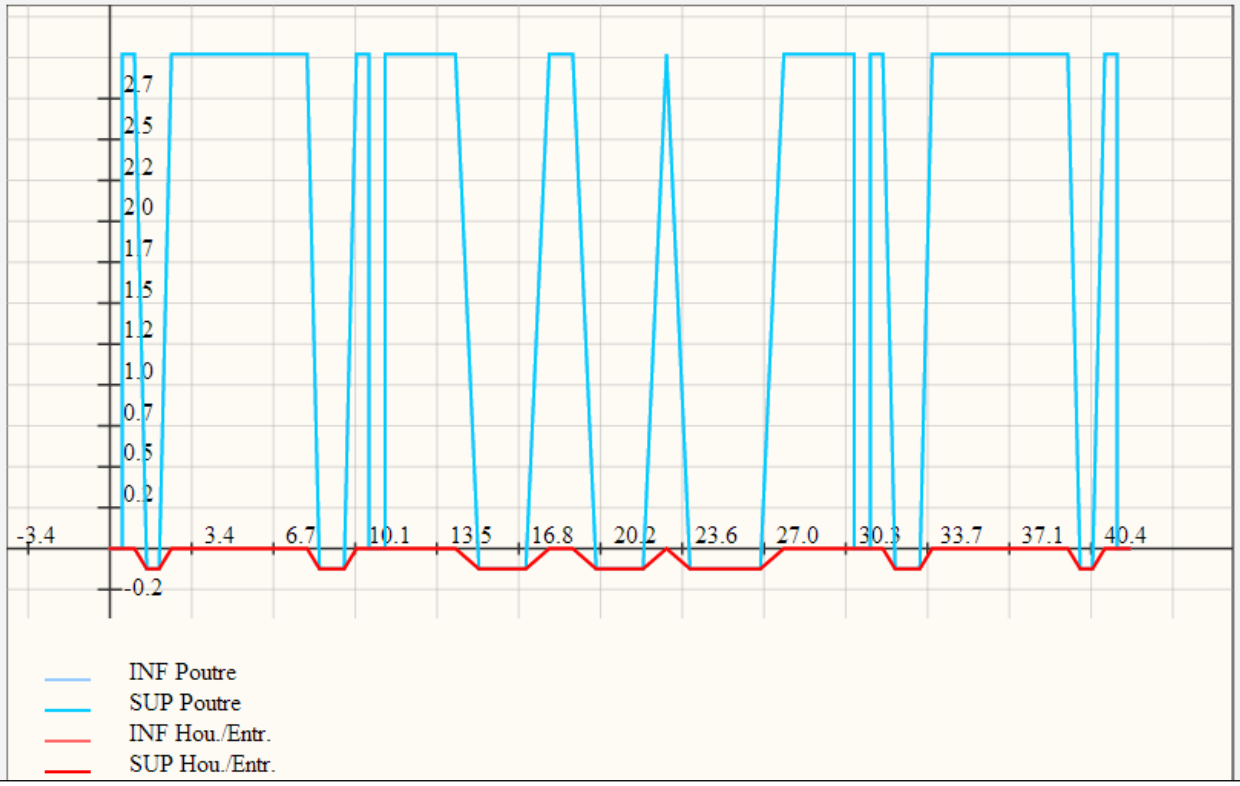
9.1. PHASES AVANT CLAVAGE

9.1.1. PHASE : T = relachement banc

9.1.1.1. Précontrainte moyenne

- Aciers à l'ELU Fondamental (CP + superstructures + Q) (avec poids propre * 1,00)
- Les effets dus aux superstructures et charges d'exploitation sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Effets cumulés jusqu'à la phase : T = relachement banc.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : cm2/ml.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

lignes supprimées

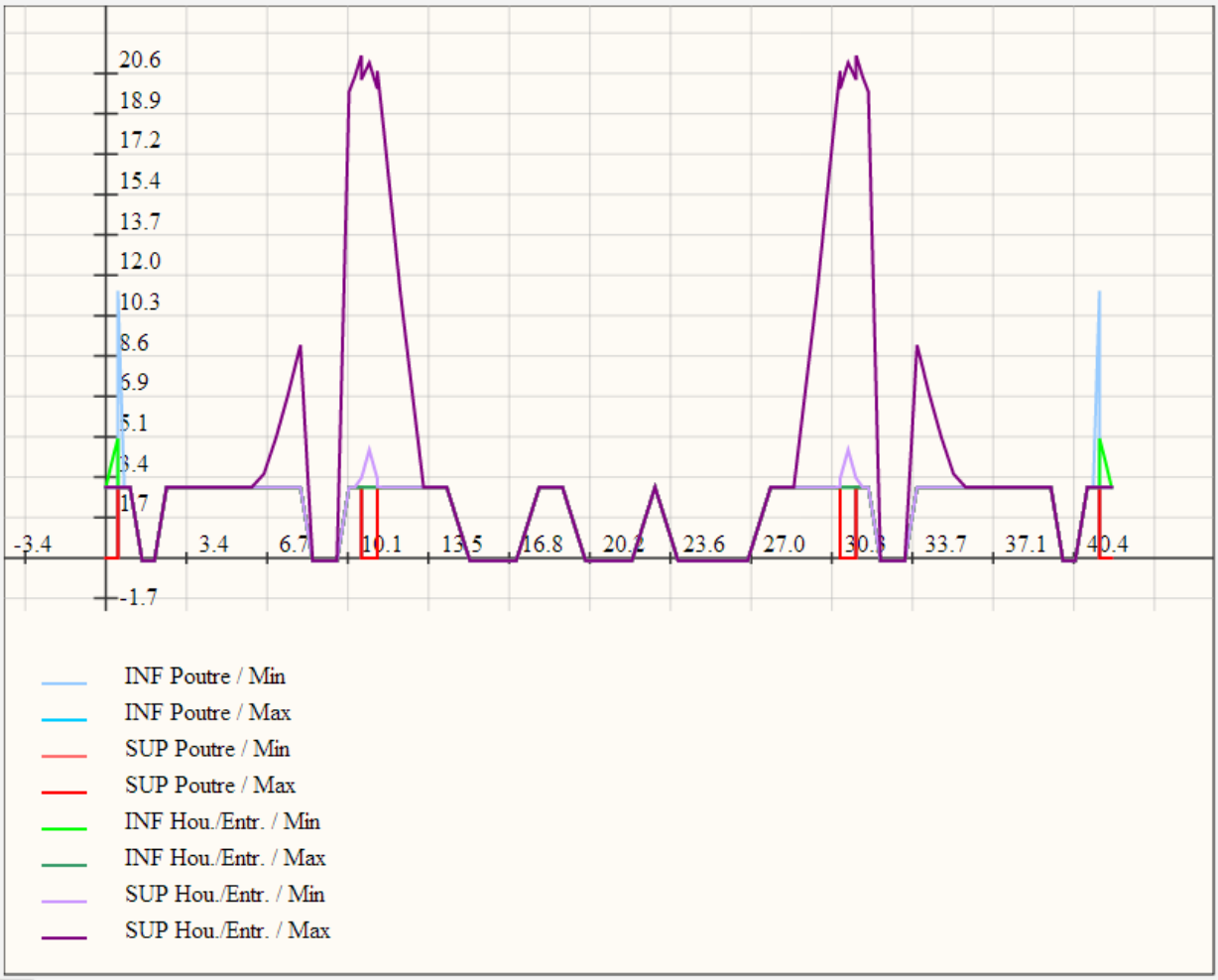
[...]

9.2.5. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers definitif - Pivot : M

9.2.5.1. Précontrainte moyenne

- Aciers à l'ELU Fondamental (CP + superstructures + Q) (avec poids propre * 1,00)
- Les effets dus aux superstructures et charges d'exploitation sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Effets cumulés jusqu'à la phase : T = Mise en service, Profil en travers definitif.
- Effets enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : cm2/ml.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs longitudinaux à mettre en place à l'ELU fondamental (poids propre * 1,00) sont fournis.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les résultats sont duppliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- uniquement pour la valeur de la précontrainte : Pmoy

À partir de la phase après clavage T = action terres, les quantités d'aciers issues des combinaisons min et max sont calculées. Dès lors, les résultats sont duppliqués : le pivot M (moment) est donné systématiquement, et le pivot N (effort normal) n'est édité que pour les PRAD portiques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée. Une fois la précontrainte de l'ouvrage correctement dimensionnée, il n'y a plus aucun dépassement et l'ensemble des quantités d'aciers sont calculées.

16.9.11 - Aciers à l'ELU fondamental (poids propre*1,00)

Ouvrage n°1

10. ACIERS À L'ELU FONDAMENTAL (POIDS PROPRE * 1,35)

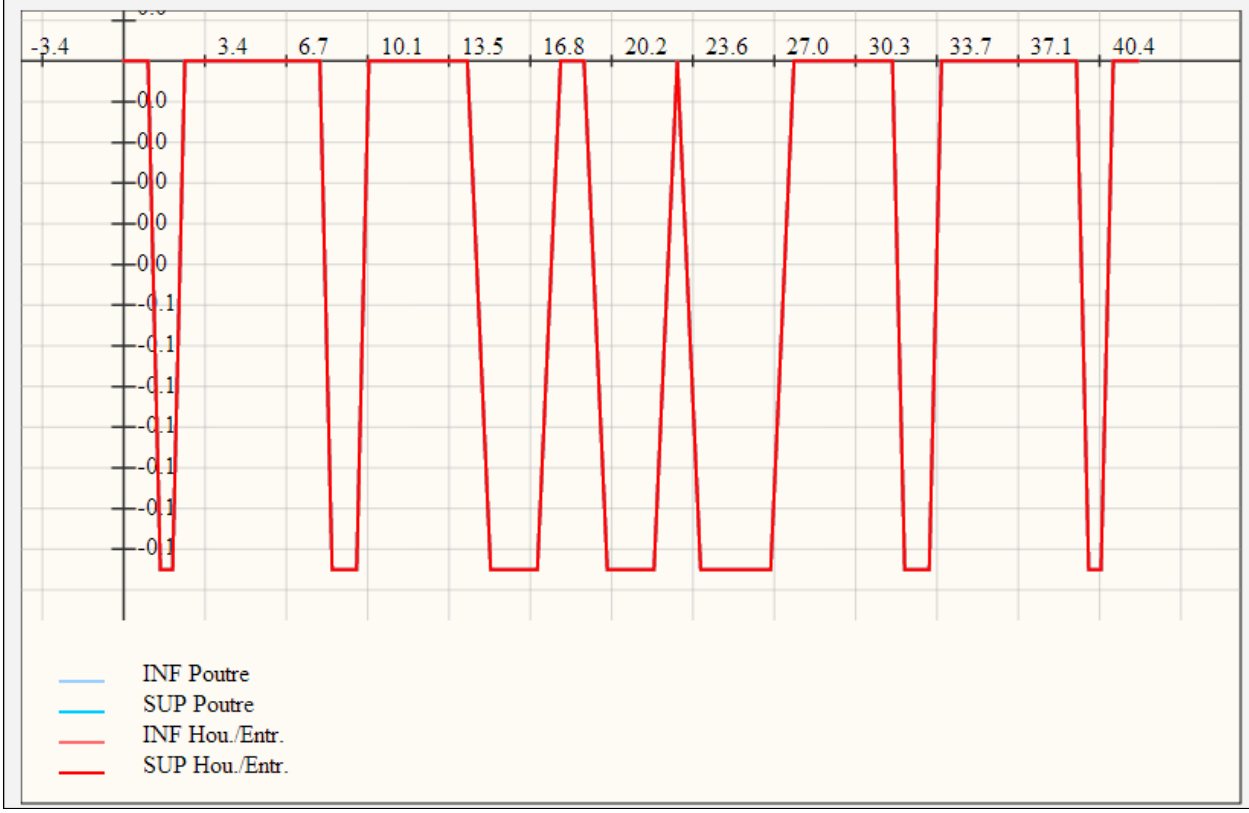
10.1. PHASES AVANT CLAVAGE

10.1.1. PHASE : T = relachement banc

10.1.1.1. Précontrainte moyenne

- Aciers à l'ELU Fondamental (CP + superstructures + Q) (avec poids propre * 1,35)
- Les effets dus aux superstructures et charges d'exploitation sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Effets cumulés jusqu'à la phase : T = relachement banc.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : cm2/ml.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

lignes supprimées

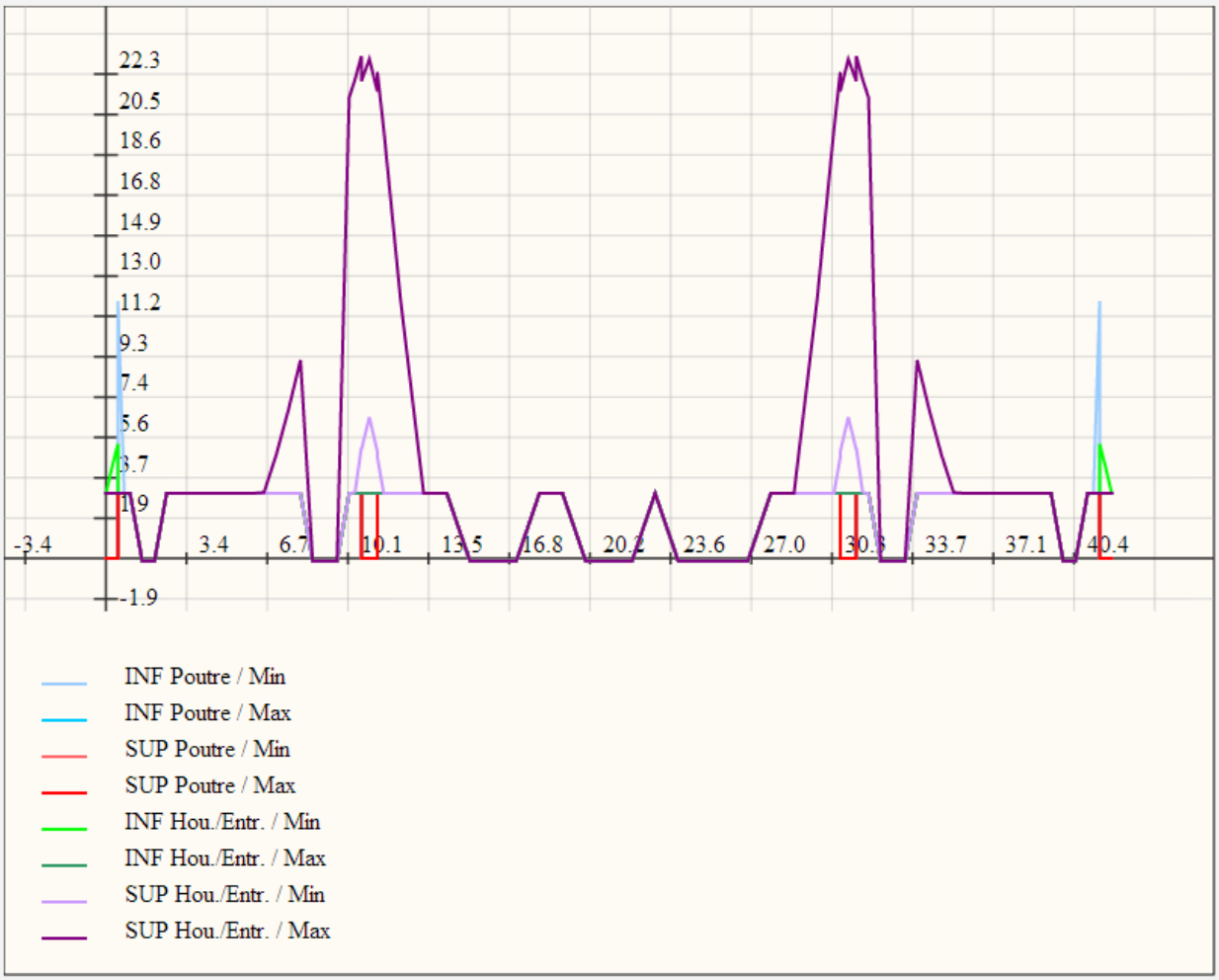
[...]

10.2.7. PHASE : T = INFINI - Profil en travers definitif - Pivot : M

10.2.7.1. Précontrainte moyenne

- Aciers à l'ELU Fondamental (CP + superstructures + Q) (avec poids propre * 1,35)
- Les effets dus aux superstructures et charges d'exploitation sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Effets cumulés jusqu'à la phase : T = INFINI, Profil en travers definitif.
- Effets enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : cm2/ml.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs longitudinaux à mettre en place à l'ELU fondamental (poids propre * 1,35) sont fournis.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les résultats sont dupliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- uniquement pour la valeur de la précontrainte : Pmoy

À partir de la phase après clavage T = action terres, les quantités d'aciers issues des combinaisons min et max sont calculées. Dès lors, les résultats sont dupliqués : le pivot M (moment) est donné systématiquement, et le pivot N (effort normal) n'est édité que pour les PRAD portiques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée. Une fois la précontrainte de l'ouvrage correctement dimensionnée, il n'y a plus aucun dépassement et l'ensemble des quantités d'aciers sont calculées.

16.9.12 - Aciers à l'ELU accidentel (poids propre*1,00)

Ouvrage n°1

11. ACIERS À L'ELU ACCIDENTEL

Partie vide car aucune charge accidentelle n'a été définie

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs longitudinaux à mettre en place à l'ELU accidentel (poids propre * 1,00) sont fournis uniquement lorsque des charges accidentelles sont définies par l'utilisateur.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les résultats sont dupliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- uniquement pour la valeur de la précontrainte : Pmoy

À partir de la phase après clavage T = action terres, les quantités d'aciers issues des combinaisons min et max sont calculées. Dès lors, les résultats sont dupliqués : le pivot M (moment) est donné systématiquement, et le pivot N (effort normal) n'est édité que pour les PRAD portiques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée. Une fois la précontrainte de l'ouvrage correctement dimensionnée, il n'y a plus aucun dépassement et l'ensemble des quantités d'aciers sont calculées.

16.9.13 - Aciers à l'ELU accidentel (poids propre*1,35)

Ouvrage n°1

11. ACIERS À L'ELU ACCIDENTEL

Partie vide car aucune charge accidentelle n'a été définie

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs longitudinaux à mettre en place à l'ELU accidentel (poids propre * 1,35) sont fournis uniquement lorsque des charges accidentelles sont définies par l'utilisateur.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les résultats sont duppliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- uniquement pour la valeur de la précontrainte : Pmoy

À partir de la phase après clavage T = action terres, les quantités d'aciers issues des combinaisons min et max sont calculées. Dès lors, les résultats sont duppliqués : le pivot M (moment) est donné systématiquement, et le pivot N (effort normal) n'est édité que pour les PRAD portiques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée. Une fois la précontrainte de l'ouvrage correctement dimensionnée, il n'y a plus aucun dépassement et l'ensemble des quantités d'aciers sont calculées.

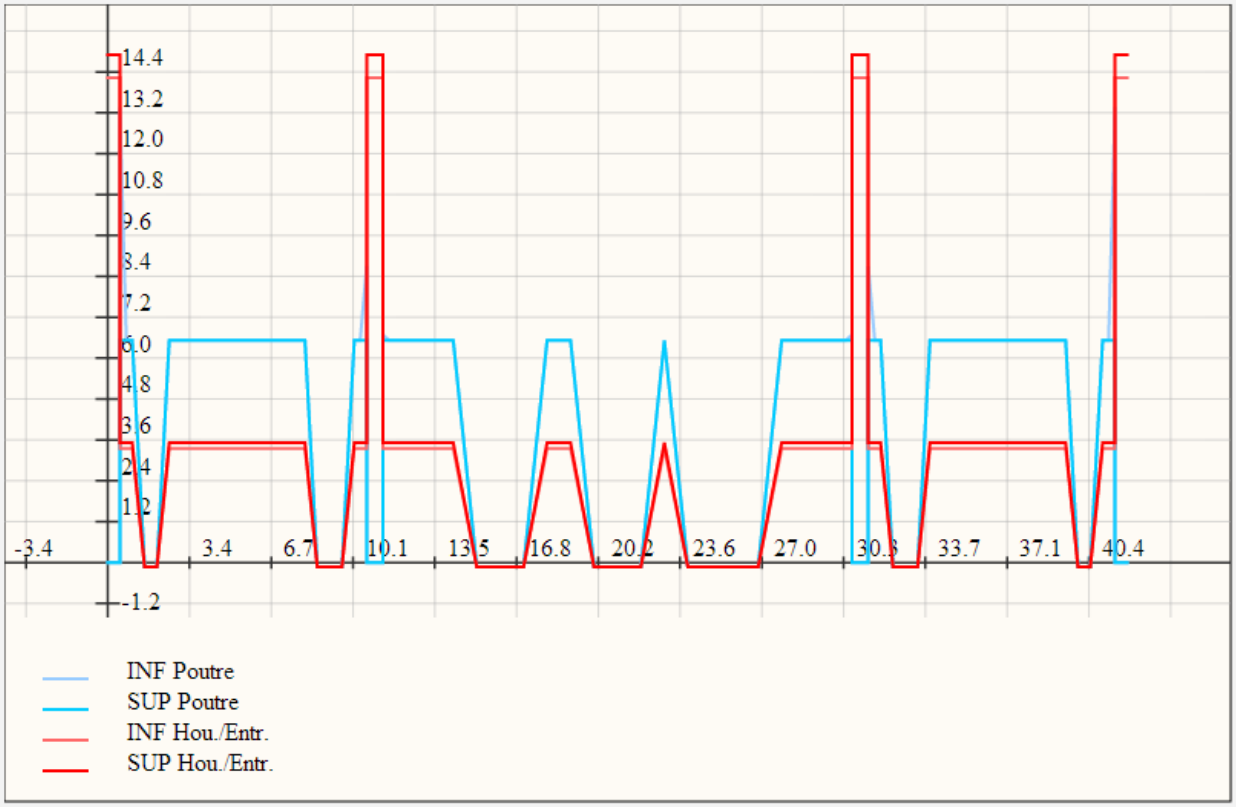
16.9.14 - Aciers minimaux

Ouvrage n°1

12. ACIERS MINIMAUX

- Aciers minimaux
- Unité : cm2/ml.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Barre	Absc.	INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.
111	-0.060	0.0000	0.0000	14.188	14.856
111	0.000	0.0000	0.0000	14.188	14.856
112	0.000	0.0000	0.0000	14.188	14.856
112	0.220	0.0000	0.0000	14.188	14.856
112	0.500	0.0000	0.0000	14.188	14.856

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs minimaux à mettre en place sont fournis.

Un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée. Une fois la précontrainte de l'ouvrage correctement dimensionnée, il n'y a plus aucun dépassement et l'ensemble des quantités d'aciers sont calculées.

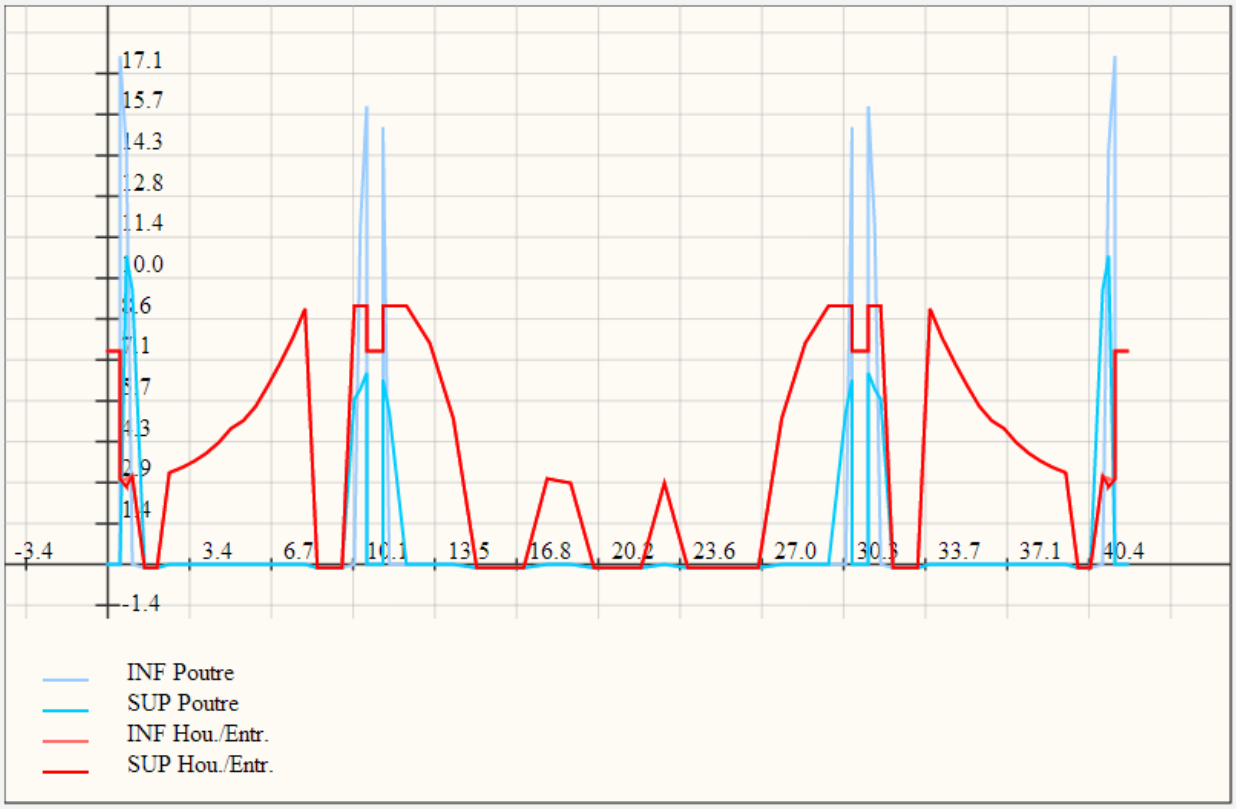
16.9.15 - Aciers de non fragilité

Ouvrage n°1

13. ACIERS DE NON FRAGILITÉ

- Aciers de non fragilité
- Unité : cm2/ml.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Barre	Absc.	INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.
111	-0.060	0.0000	0.0000	7.4279	7.4279
111	0.000	0.0000	0.0000	7.4279	7.4279
112	0.000	0.0000	0.0000	7.4279	7.4279
112	0.220	0.0000	0.0000	7.4279	7.4279
112	0.500	0.0000	0.0000	7.4279	7.4279

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs de non fragilité à mettre en place sont fournis.

Un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée. Une fois la précontrainte de l'ouvrage correctement dimensionnée, il n'y a plus aucun dépassement et l'ensemble des quantités d'aciers sont calculées.

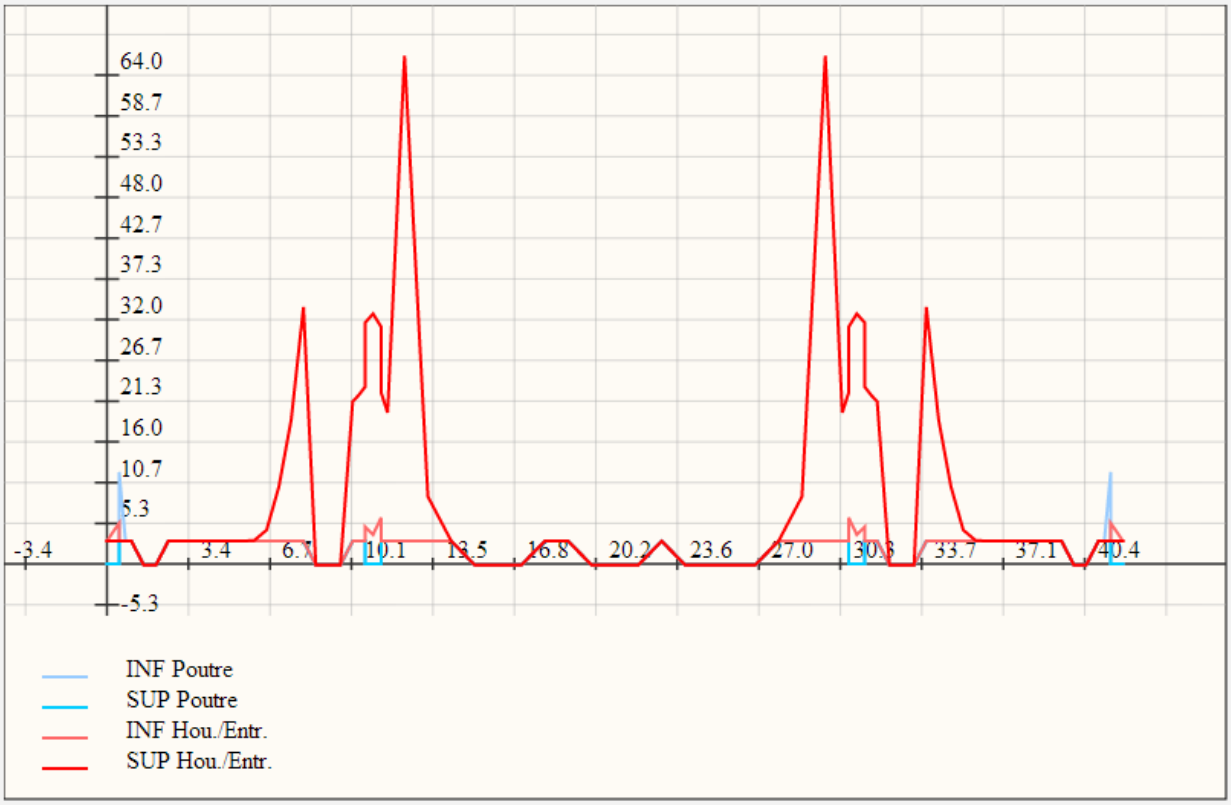
16.9.16 - Synthèse des aciers aux états limite

Ouvrage n°1

14. SYNTHÈSE DES ACIERS AUX ÉTATS LIMITES

- Aciers aux états limites
- Unité : cm2/ml.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Barre	Absc.	INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.
111	-0.060	0.0000	0.0000	3.0000	3.0000
111	0.000	0.0000	0.0000	3.0000	3.0000
112	0.000	0.0000	0.0000	3.0000	3.0000
112	0.220	0.0000	0.0000	4.0711	3.0000
112	0.500	0.0000	0.0000	5.3386	3.0000

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs enveloppes issus de l'étude de chaque état limite sont fournis.

Un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée. Une fois la précontrainte de l'ouvrage correctement dimensionnée, il n'y a plus aucun dépassement et l'ensemble des quantités d'aciers sont calculées.

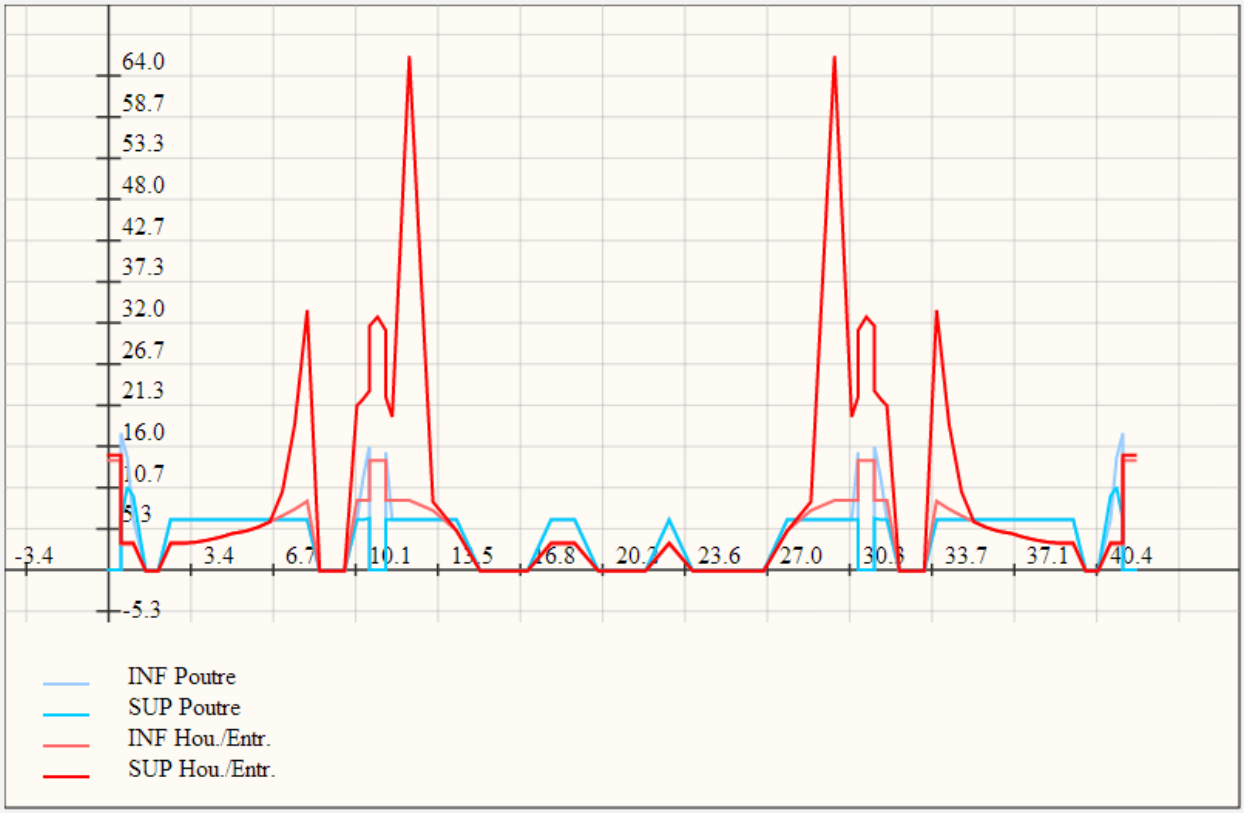
16.9.17 - Synthèse générale des aciers

Ouvrage n°1

15. SYNTHÈSE GÉNÉRALE DES ACIERS

- Acier finaux à placer
- Aciers minimaux + Aciers de non fragilité + Aciers aux états limites
- Unité : cm2/ml.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Barre	Absc.	INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.
111	-0.060	0.0000	0.0000	14.188	14.856
111	0.000	0.0000	0.0000	14.188	14.856
112	0.000	0.0000	0.0000	14.188	14.856
112	0.220	0.0000	0.0000	14.188	14.856
112	0.500	0.0000	0.0000	14.188	14.856

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs finaux à mettre en place sont fournis. Les quantités sont enveloppes de celles calculées précédemment :

- aciers minimaux
- aciers de non fragilité
- synthèse des aciers aux états limites

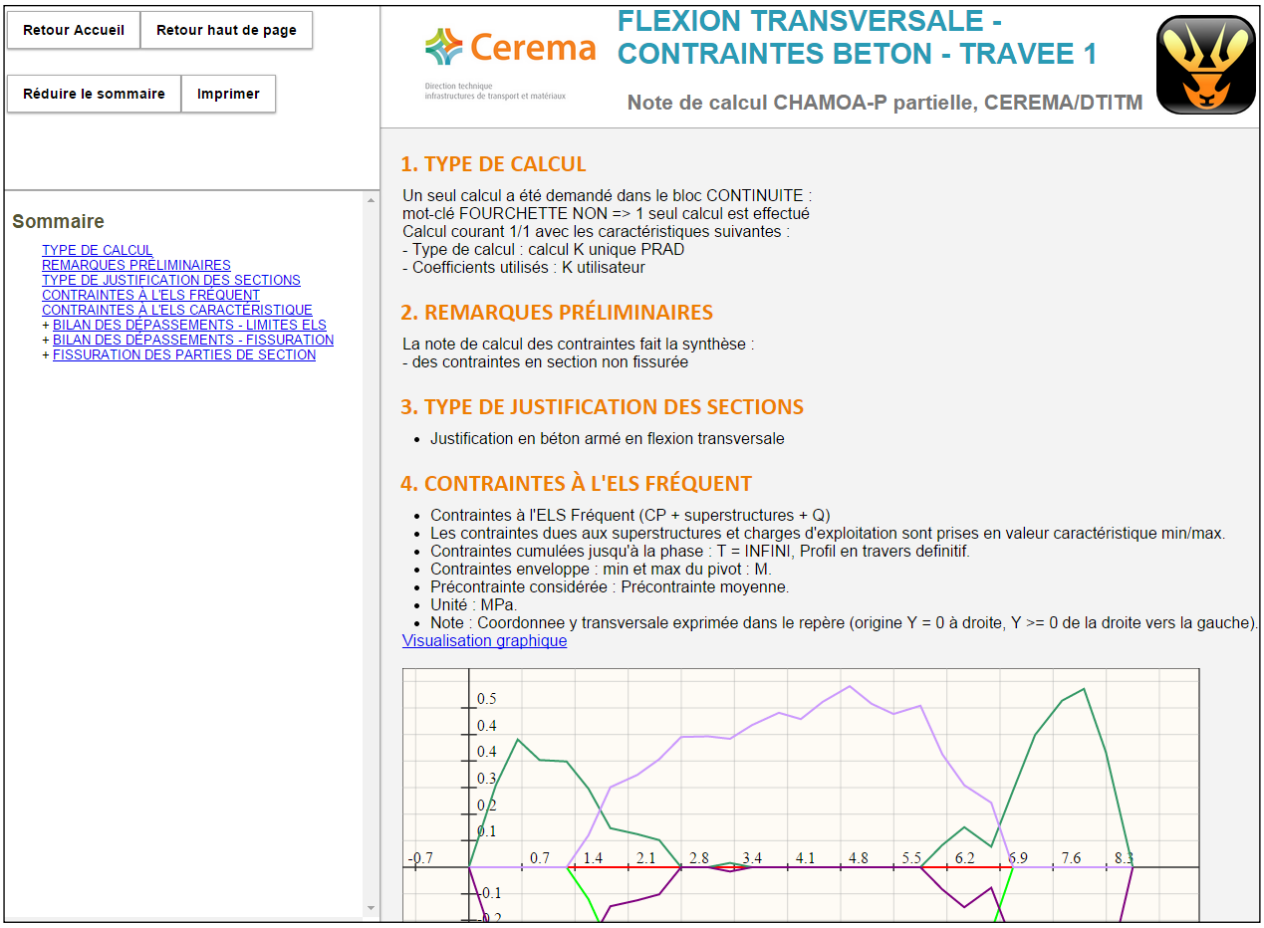
Un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée. Une fois la précontrainte de l'ouvrage correctement dimensionnée, il n'y a plus aucun dépassement et l'ensemble des quantités d'aciers sont calculées.

16.10 - Flexion transversale - Contraintes béton – travée 1, [...], travée n

16.10.1 - Vue générale de la note

Ouvrage n°1



Retour Accueil | Retour haut de page

Réduire le sommaire | Imprimer

Sommaire

TYPE DE CALCUL
REMARQUES PRÉLIMINAIRES
TYPE DE JUSTIFICATION DES SECTIONS
CONTRAINTES À L'ELS FRÉQUENT
CONTRAINTES À L'ELS CARACTÉRISTIQUE
+ BILAN DES DÉPASSEMENTS - LIMITES ELS
+ BILAN DES DÉPASSEMENTS - FISSURATION
+ FISSURATION DES PARTIES DE SECTION

Cerema — Direction technique infrastructures de transport et matériaux

FLEXION TRANSVERSALE - CONTRAINTES BETON - TRAVEE 1

Note de calcul CHAMOA-P partielle, CEREMA/DTITM

1. TYPE DE CALCUL

Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUITE :
mot-clé FOURCHETTE NON => 1 seul calcul est effectué
Calcul courant 1/1 avec les caractéristiques suivantes :
- Type de calcul : calcul K unique PRAD
- Coefficients utilisés : K utilisateur

2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES

La note de calcul des contraintes fait la synthèse :
- des contraintes en section non fissurée

3. TYPE DE JUSTIFICATION DES SECTIONS

- Justification en béton armé en flexion transversale

4. CONTRAINTES À L'ELS FRÉQUENT

- Contraintes à l'ELS Fréquent (CP + superstructures + Q)
- Les contraintes dues aux superstructures et charges d'exploitation sont prises en valeur caractéristique min/max.
- Contraintes cumulées jusqu'à la phase : T = INFINI, Profil en travers definitif.
- Contraintes enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : MPa.
- Note : Coordonnee y transversale exprimée dans le repère (origine Y = 0 à droite, Y >= 0 de la droite vers la gauche).

Visualisation graphique

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

La visualisation de la note au format html est présentée ci-dessus. Un sommaire dynamique placé à gauche facilite la navigation dans le document.

16.10.2 - Type de calcul

Ouvrage n°1

1. TYPE DE CALCUL

Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUITE :
mot-clé FOURCHETTE NON => 1 seul calcul est effectué
Calcul courant 1/1 avec les caractéristiques suivantes :
- Type de calcul : calcul K unique PRAD
- Coefficients utilisés : K utilisateur

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe donne des indications sur le calcul en cours. Il est utile dans le cas d'un double-calcul lorsqu'un calcul en fourchette de la contiuité sur appuis a été demandé.

16.10.3 - Remarques préliminaires

Ouvrage n°1

2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES

La note de calcul des contraintes fait la synthèse :
- des contraintes dues aux charges permanentes lors du phasage de construction
- des contraintes dues aux charges d'exploitation
- des contraintes combinées

Il est à noter que :
- les contraintes correspondent à une unique file de poutre (comprenant éventuellement 2 poutres jumelées dans certaines travées)
- les contraintes dans les dalles de transition ne sont pas calculées

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe présente les résultats fournis dans la note de calcul.

16.10.4 - Type de justification des sections

Ouvrage n°1

3. TYPE DE JUSTIFICATION DES SECTIONS

- Justification en béton armé en flexion transversale

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les justifications effectuées sont toutes de type béton armé en flexion simple pour la flexion transversale.

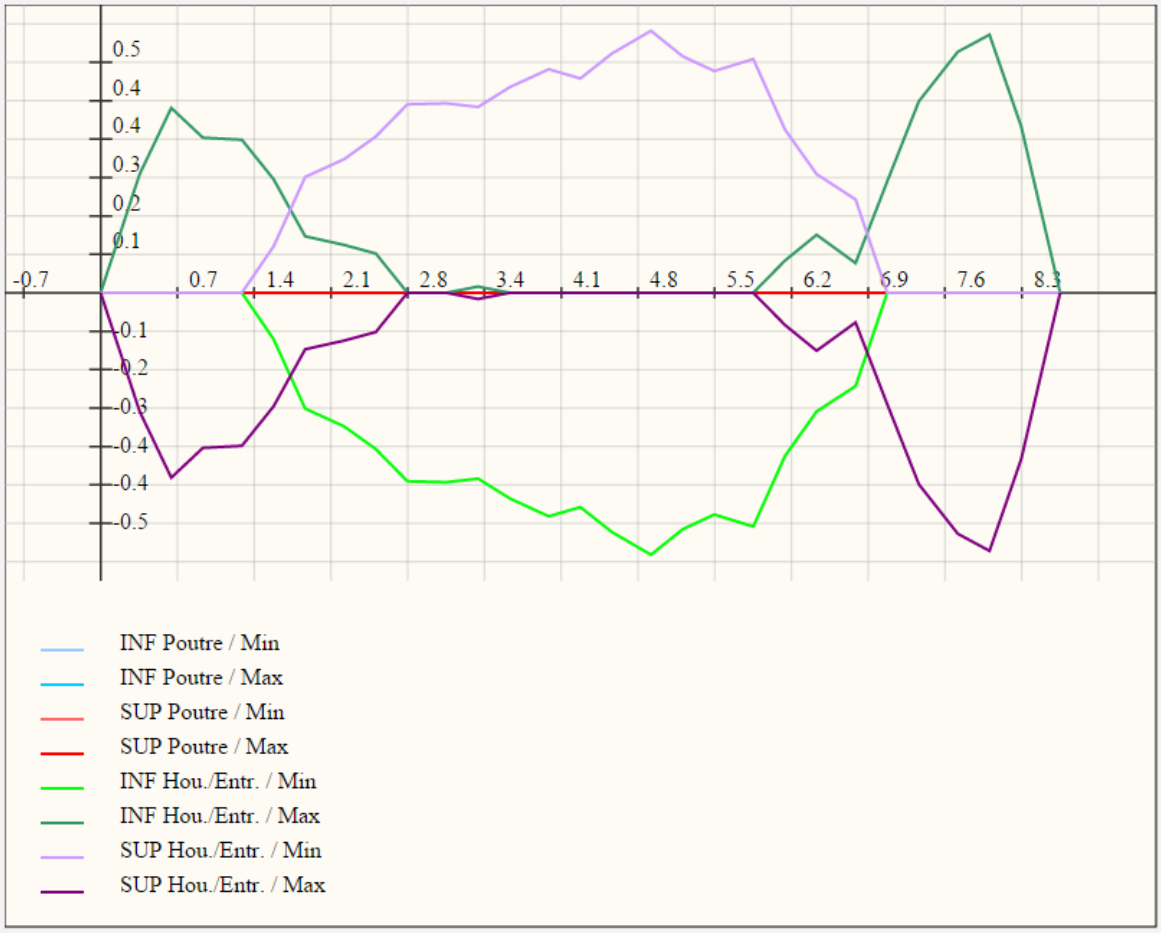
16.10.5 - Contraintes à l'ELS fréquent

Ouvrage n°1

4. CONTRAINTES À L'ELS FRÉQUENT

- Contraintes à l'ELS Fréquent (CP + superstructures + Q)
- Les contraintes dues aux superstructures et charges d'exploitation sont prises en valeur caractéristique min/max.
- Contraintes cumulées jusqu'à la phase : T = INFINI, Profil en travers definitif.
- Contraintes enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : MPa.
- Note : Coordonnee y transversale exprimée dans le repère (origine Y = 0 à droite, Y >= 0 de la droite vers la gauche).

Visualisation graphique



Numéro	Absc.		INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.
1	0.000	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les contraintes totales (dues aux charges permanentes + variables) sont fournies à l'ELS fréquent. Il s'agit des contraintes non fissurées à chaque phase.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Seule la phase de service définitif à l'INFINI est traitée.

Les résultats sont enveloppes de chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

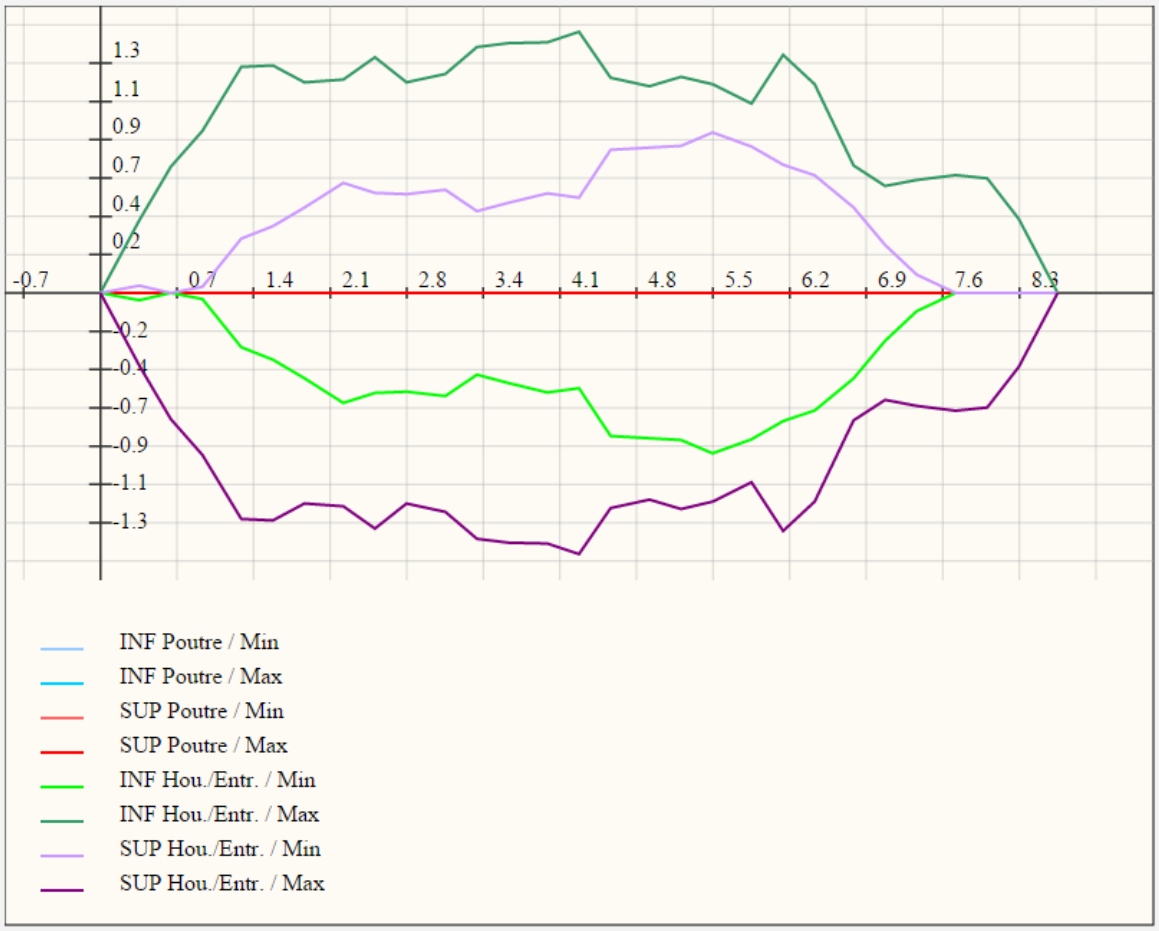
16.10.6 - Contraintes à l'ELS caractéristique

Ouvrage n°1

5. CONTRAINTES À L'ELS CARACTÉRISTIQUE

- Contraintes à l'ELS Caractéristique (CP + superstructures + Q)
- Les contraintes dues aux superstructures et charges d'exploitation sont prises en valeur caractéristique min/max.
- Contraintes cumulées jusqu'à la phase : T = INFINI, Profil en travers definitif.
- Contraintes enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : MPa.
- Note : Coordonnee y transversale exprimée dans le repère (origine Y = 0 à droite, Y >= 0 de la droite vers la gauche).

Visualisation graphique



Numéro	Absc.		INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.
1	0.000	Min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les contraintes totales (dues aux charges permanentes + variables) sont fournies à l'ELS caractéristique. Il s'agit des contraintes non fissurées à chaque phase.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Seule la phase de service définitif à l'INFINI est traitée.

Les résultats sont enveloppes de chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

16.10.7 - Bilan des dépassements – Limites ELS

Ouvrage n°1

6. BILAN DES DÉPASSEMENTS - LIMITES ELS

- Bilan des dépassements de contraintes limites existants dans la section.
- Les contraintes limites considérées sont celles de l'étude non fissurée
  => Depassement de contrainte ELS dans le beton pour la file : AUCUN

6.1. Section numéro : 1

Abscisse d'étude : 0.000 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN
=> Calcul des aciers : OUI

6.2. Section numéro : 2

Abscisse d'étude : 0.350 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN
=> Calcul des aciers : OUI

6.3. Section numéro : 3

Abscisse d'étude : 0.634 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN
=> Calcul des aciers : OUI

6.4. Section numéro : 4

Abscisse d'étude : 0.919 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN
=> Calcul des aciers : OUI

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Cette partie relève tous les dépassements de contraintes limites observés à l'issue de l'étude non fissurée. Si des dépassements existent dans une section, ils sont recensés dans un tableau détaillant la phase, le profil, la nature de la limite, l'ELS concerné, la précontrainte (moy, min ou max), la partie de section, la fibre, et la valeur du dépassement en MPa.

Dès qu'une section comporte au moins un dépassement de contrainte, le calcul des aciers n'est pas réalisé : le dépassement de contrainte doit tout d'abord être résolu. Dans le cas des justifications en flexion transversale, les critères de flexion simple en BA n'induisent généralement aucun dépassement en traction car le béton peut fissurer. Le calcul des aciers passifs sera quand a lui réalisé en section fissurée.

16.10.8 - Bilan des dépassements – Fissuration

Ouvrage n°1

7. BILAN DES DÉPASSEMENTS - FISSURATION

- Bilan des dépassements de contraintes de fissuration existants dans la section : on relève ici les contraintes de traction dépassant -1*fctm(t)

7.1. Section numéro : 1

Abscisse d'étude : 0.000 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN

7.2. Section numéro : 2

Abscisse d'étude : 0.350 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN

7.3. Section numéro : 3

Abscisse d'étude : 0.634 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN

7.4. Section numéro : 4

Abscisse d'étude : 0.919 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN

7.5. Section numéro : 5

Abscisse d'étude : 1.269 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement de contrainte dans le beton : AUCUN

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Cette partie fonctionne de façon similaire à la partie précédente. Elle relève tous les dépassements de contraintes de fissuration (-fctm(t)) observés à l'issue de l'étude non fissurée. Si des dépassements existent dans une section, c'est que la partie de section correspondante va fissurer. Les dépassements sont recensés dans un tableau

détaillant la phase, le profil, la nature de la limite, l'ELS concerné, la précontrainte (moy, min ou max), la partie de section, la fibre, et la valeur du dépassement en MPa.

Le diagnostic de fissuration a une incidence sur les justifications réalisées ensuite (calcul en section fissurée ou non)

16.10.9 - Fissuration des parties de section

Ouvrage n°1

15. FISSURATION DES PARTIES DE SECTION

- Bilan des parties de section fissurée
- La 1ère phase fissurée (constat) est déterminée au vu des contraintes élastiques
- La 1ère phase fissurée (retenue) indique à partir de quelle phase les aciers passifs sont calculés en considérant une loi fissurée
- NOTE 1 : Pour le calcul des aciers, on considère comme fissurées uniquement les phases postérieures à la phase fissurée (constat) inclue.
- NOTE 2 : Si une fissuration est constatée à l'INFINI, alors on considère que la phase de mise en service MS est également fissurée.

15.1. Section numéro : 1

Abscisse d'étude : -0.060 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)

Partie section	Est fissurée	1ère phase fissurée (constat)	1ère phase fissurée (retenue)
Entretoise	NON	-	-

15.2. Section numéro : 2

Abscisse d'étude : 0.000 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)

Partie section	Est fissurée	1ère phase fissurée (constat)	1ère phase fissurée (retenue)
Entretoise	NON	-	-

15.3. Section numéro : 3

Abscisse d'étude : 0.000 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)

Partie section	Est fissurée	1ère phase fissurée (constat)	1ère phase fissurée (retenue)
Entretoise	NON	-	-

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

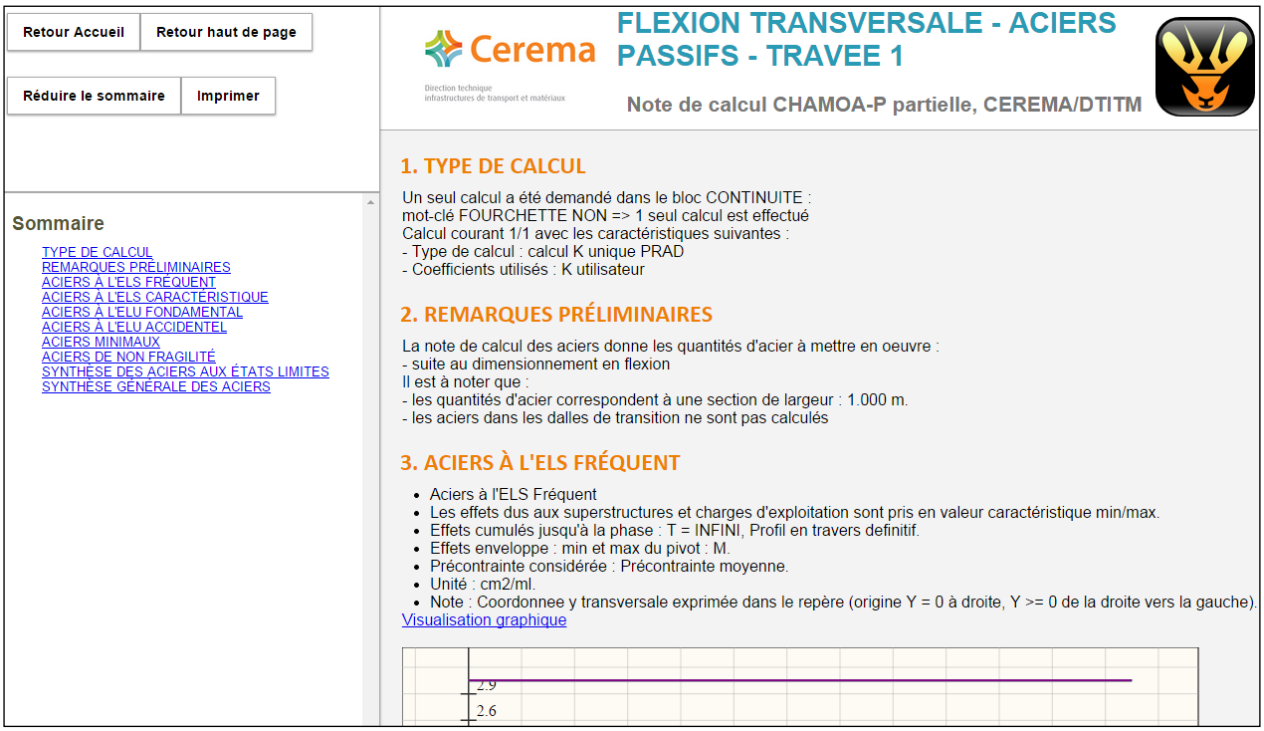
On effectue ici un bilan de fissuration de chaque partie de section en précisant la phase à partir de laquelle la section est considérée comme fissurée.

Le diagnostic de fissuration a une incidence sur les justifications réalisées ensuite (calcul en section fissurée ou non)

16.11 - Flexion transversale - Aciers Passifs - travée 1, [...], travée n

16.11.1 - Vue générale de la note

Ouvrage n°1



Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

La visualisation de la note au format html est présentée ci-dessus. Un sommaire dynamique placé à gauche facilite la navigation dans le document.

16.11.2 - Type de calcul

Ouvrage n°1

1. TYPE DE CALCUL

Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUITE :
mot-clé FOURCHETTE NON => 1 seul calcul est effectué
Calcul courant 1/1 avec les caractéristiques suivantes :
- Type de calcul : calcul K unique PRAD
- Coefficients utilisés : K utilisateur

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe donne des indications sur le calcul en cours. Il est utile dans le cas d'un double-calcul lorsqu'un calcul en fourchette de la contiuité sur appuis a été demandé.

16.11.3 - Remarques préliminaires

Ouvrage n°1

2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES

La note de calcul des aciers donne les quantités d'acier à mettre en oeuvre :
- suite au dimensionnement en flexion
Il est à noter que :
- les quantités d'acier correspondent à une section de largeur : 1.000 m.
- les aciers dans les dalles de transition ne sont pas calculés

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe présente les résultats fournis dans la note de calcul.

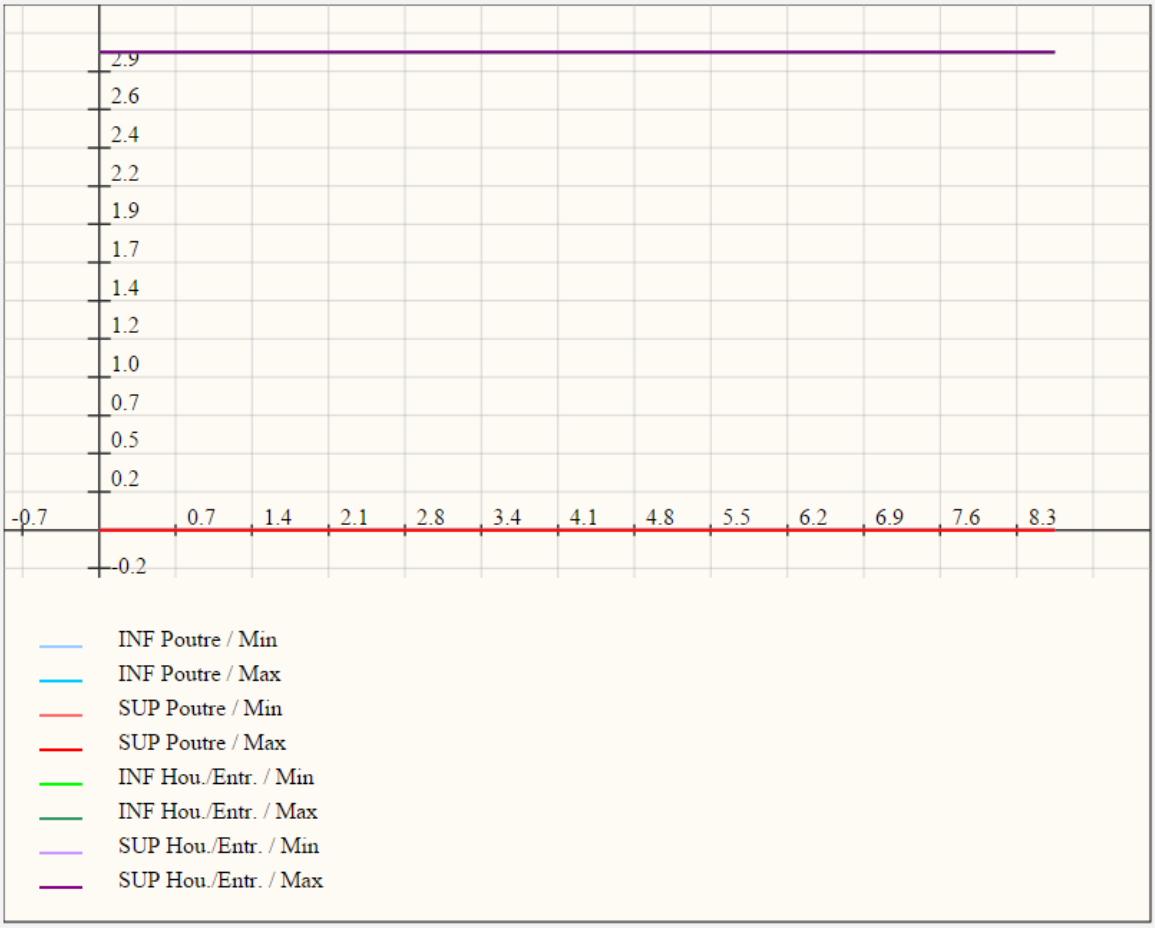
16.11.4 - Aciers à l'ELS fréquent

Ouvrage n°1

3. ACIERS À L'ELS FRÉQUENT

- Aciers à l'ELS Fréquent
- Les effets dus aux superstructures et charges d'exploitation sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Effets cumulés jusqu'à la phase : T = INFINI, Profil en travers definitif.
- Effets enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : cm2/ml.
- Note : Coordonnee y transversale exprimée dans le repère (origine Y = 0 à droite, Y >= 0 de la droite vers la gauche).

Visualisation graphique



Numéro	Absc.		INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs longitudinaux à mettre en place à l'ELS fréquents sont fournis.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Seule la phase de service définitif à l'INFINI est traitée.

Les résultats sont enveloppes de chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée.

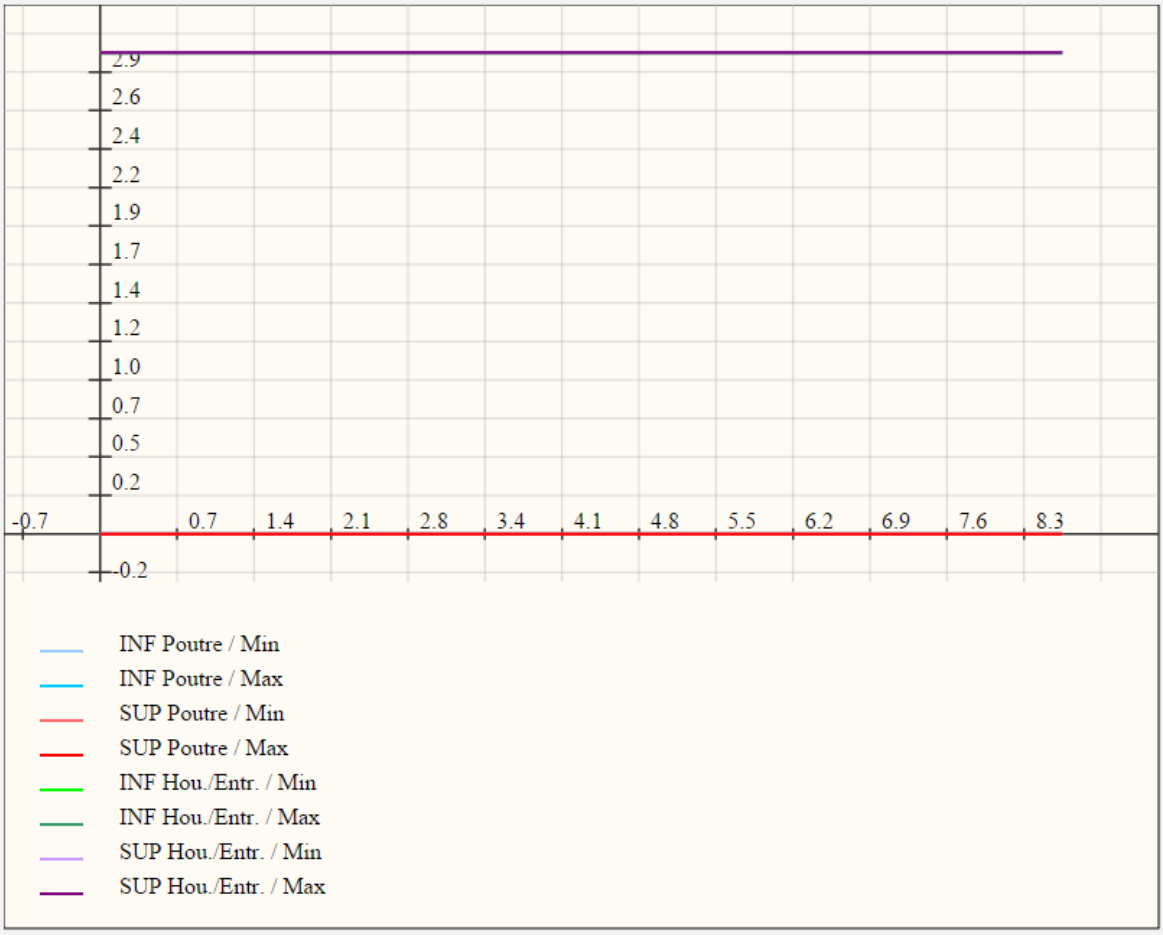
16.11.5 - Aciers à l'ELS caractéristique

Ouvrage n°1

4. ACIERS À L'ELS CARACTÉRISTIQUE

- Aciers à l'ELS Caractéristique
- Les effets dus aux superstructures et charges d'exploitation sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Effets cumulés jusqu'à la phase : T = INFINI, Profil en travers definitif.
- Effets enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : cm2/ml.
- Note : Coordonnee y transversale exprimée dans le repère (origine Y = 0 à droite, Y >= 0 de la droite vers la gauche)

Visualisation graphique



Numéro	Absc.		INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs longitudinaux à mettre en place à l'ELS caractéristique sont fournis.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Seule la phase de service définitif à l'INFINI est traitée.

Les résultats sont enveloppes de chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée.

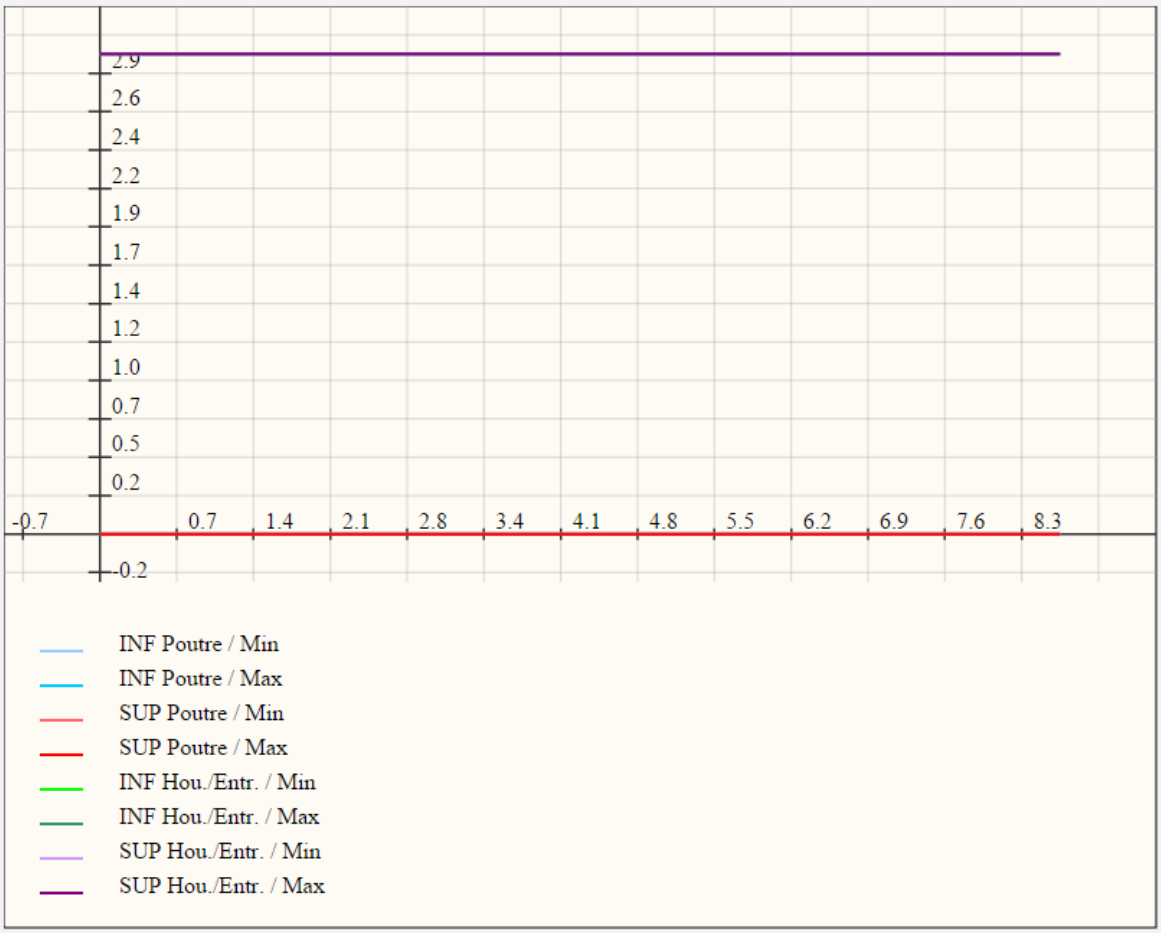
16.11.6 - Aciers à l'ELU fondamental

Ouvrage n°1

5. ACIERS À L'ELU FONDAMENTAL

- Aciers à l'ELU Fondamental
- Les effets dus aux superstructures et charges d'exploitation sont pris en valeur caractéristique min/max.
- Effets cumulés jusqu'à la phase : T = INFINI, Profil en travers definitif.
- Effets enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : cm2/ml.
- Note : Coordonnee y transversale exprimée dans le repère (origine Y = 0 à droite, Y >= 0 de la droite vers la gauche).

Visualisation graphique



Numéro	Absc.		INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs longitudinaux à mettre en place à l'ELU fondamental sont fournis.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Seule la phase de service définitif à l'INFINI est traitée.

Les résultats sont enveloppes de chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée.

16.11.7 - Aciers à l'ELU accidentel

Ouvrage n°1

6. ACIERS À L'ELU ACCIDENTEL

Partie vide car aucune charge accidentelle n'a été définie

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs longitudinaux à mettre en place à l'ELU accidentel sont fournis uniquement lorsque des charges accidentelles sont définies par l'utilisateur.

A chaque fois un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Seule la phase de service définitif à l'INFINI est traitée.

Les résultats sont enveloppes de chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée.

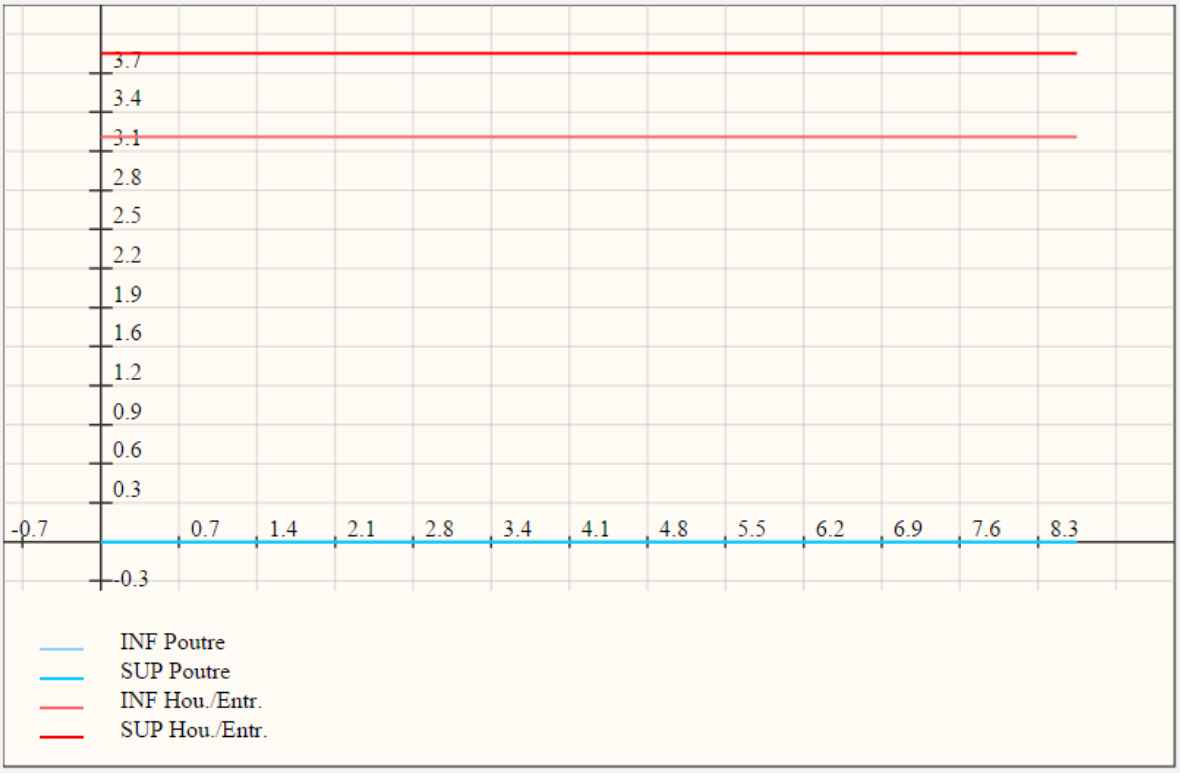
16.11.8 - Aciers minimaux

Ouvrage n°1

7. ACIERS MINIMAUX

- Aciers minimaux
- Unité : cm2/ml.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Barre	Absc.	INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.
	0.000	0.0000	0.0000	3.2382	3.9059
	0.350	0.0000	0.0000	3.2382	3.9059
	0.634	0.0000	0.0000	3.2382	3.9059
	0.919	0.0000	0.0000	3.2382	3.9059

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs minimaux à mettre en place sont fournis.

Un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée. Une fois la

précontrainte de l'ouvrage correctement dimensionnée, il n'y a plus aucun dépassement et l'ensemble des quantités d'aciers sont calculées.

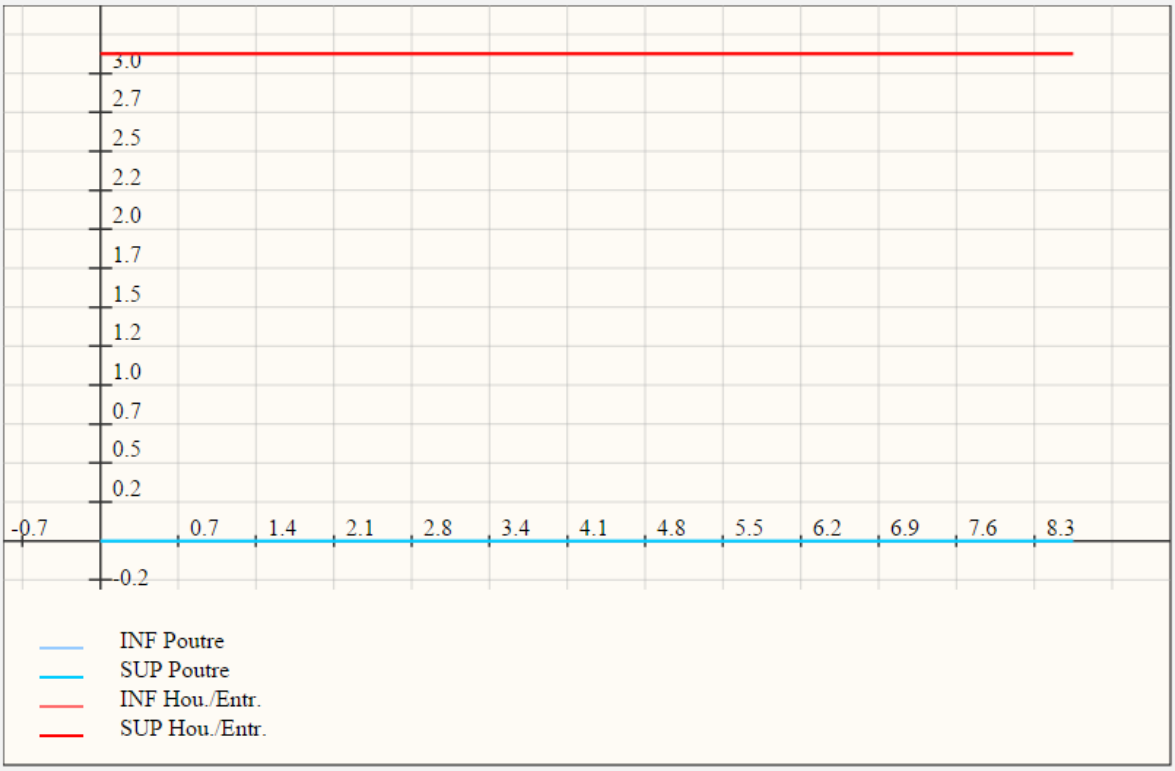
16.11.9 - Aciers de non fragilité

Ouvrage n°1

8. ACIERS DE NON FRAGILITÉ

- Aciers de non fragilité
- Unité : cm2/ml.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Barre	Absc.	INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.
	0.000	0.0000	0.0000	3.0816	3.0816
	0.350	0.0000	0.0000	3.0816	3.0816

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs de non fragilité à mettre en place sont fournis.

Un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée. Une fois la

précontrainte de l'ouvrage correctement dimensionnée, il n'y a plus aucun dépassement et l'ensemble des quantités d'aciers sont calculées.

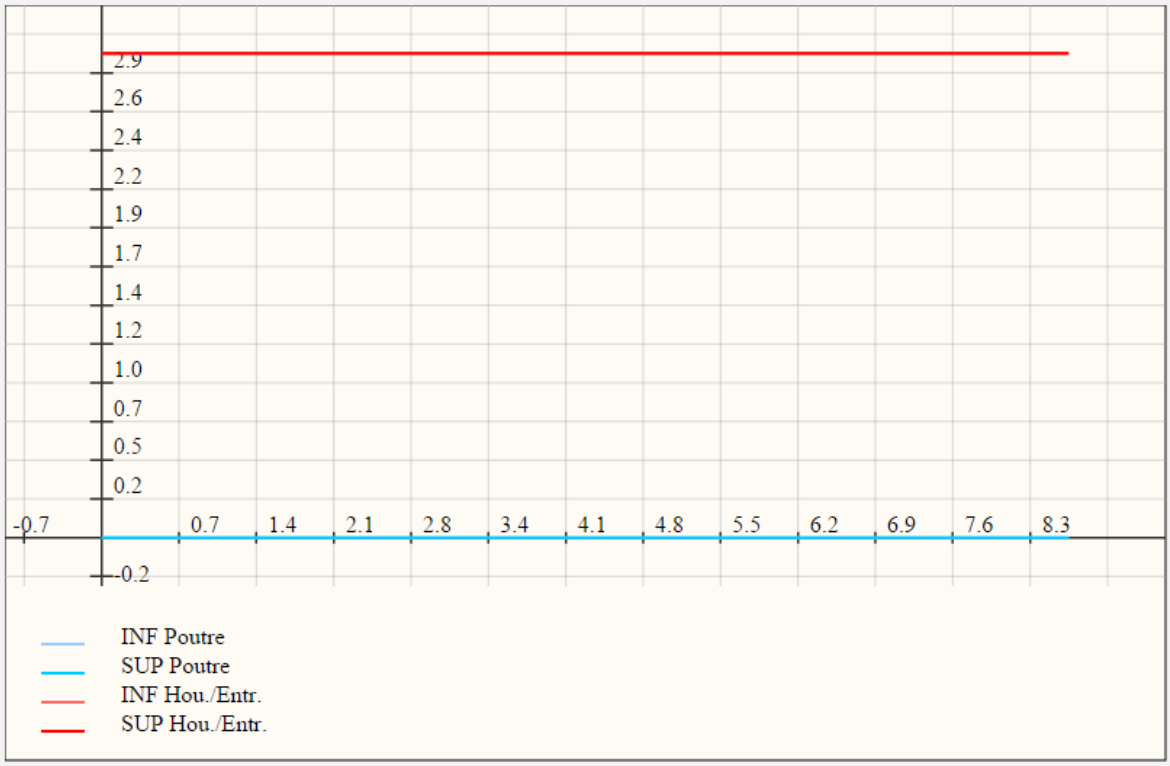
16.11.10 - Synthèse des aciers aux états limite

Ouvrage n°1

9. SYNTHÈSE DES ACIERS AUX ÉTATS LIMITES

- Aciers aux états limites
- Unité : cm2/ml.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Barre	Absc.	INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.
	0.000	0.0000	0.0000	3.0000	3.0000
	0.350	0.0000	0.0000	3.0000	3.0000
	0.634	0.0000	0.0000	3.0000	3.0000
	0.919	0.0000	0.0000	3.0000	3.0000

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs enveloppes issus de l'étude de chaque état limite sont fournis.

Un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée. Une fois la précontrainte de l'ouvrage correctement dimensionnée, il n'y a plus aucun dépassement et l'ensemble des quantités d'aciers sont calculées.

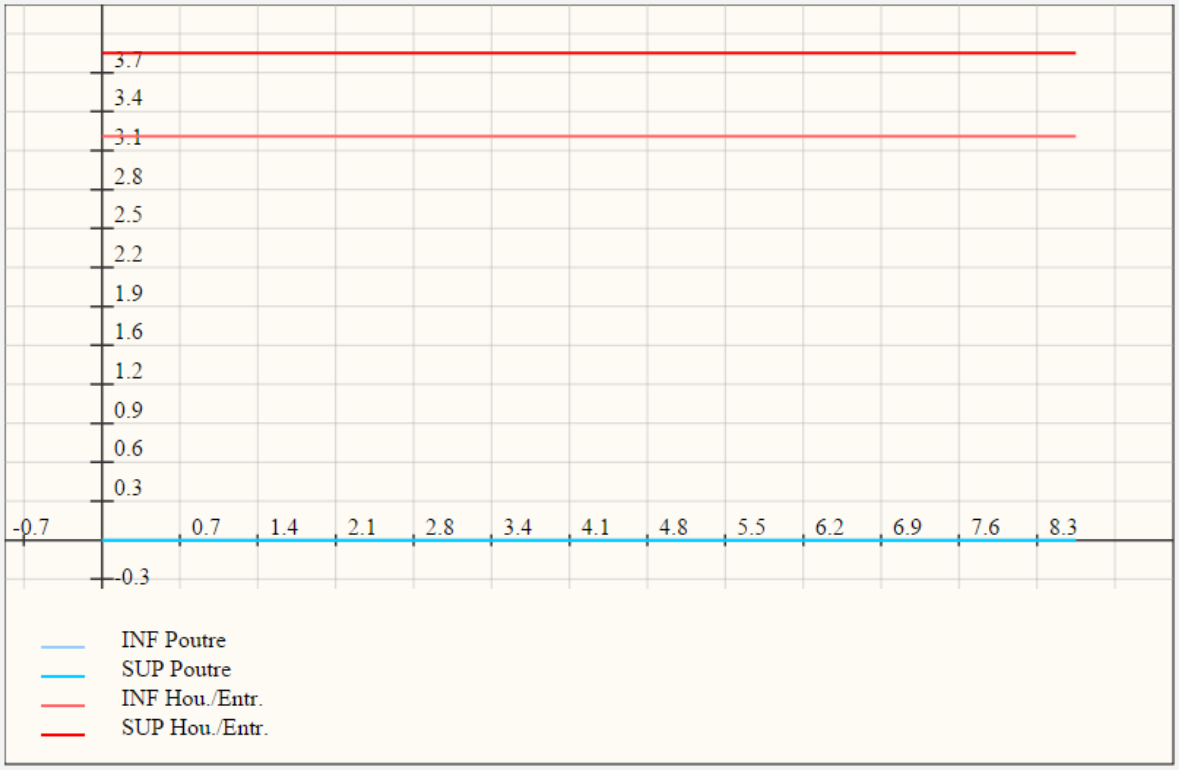
16.11.11 - Synthèse générale des aciers

Ouvrage n°1

10. SYNTHÈSE GÉNÉRALE DES ACIERS

- Acier finaux à placer
- Aciers minimaux + Aciers de non fragilité + Aciers aux états limites
- Unité : cm2/ml.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Visualisation graphique



Barre	Absc.	INF Poutre	SUP Poutre	INF Hou./Entr.	SUP Hou./Entr.
	0.000	0.0000	0.0000	3.2382	3.9059
	0.350	0.0000	0.0000	3.2382	3.9059
	0.634	0.0000	0.0000	3.2382	3.9059

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs finaux à mettre en place sont fournis. Les quantités sont enveloppes de celles calculées précédemment :

- aciers minimaux
- aciers de non fragilité
- synthèse des aciers aux états limites

Un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités d'aciers passifs n'ont pas été calculées du fait de la présence d'un dépassement de contrainte à l'issue de l'étude non fissurée. Une fois la précontrainte de l'ouvrage correctement dimensionnée, il n'y a plus aucun dépassement et l'ensemble des quantités d'aciers sont calculées.

16.12 - Justifications sous sollicitations tangentes

16.12.1 - Vue générale de la note

Ouvrage n°1

Retour Accueil | Retour haut de page

Réduire le sommaire | Imprimer

Sommaire

TYPE DE CALCUL
REMARQUES PRÉLIMINAIRES
DATES DE PHASAGE - Notations
REPÉRAGE LONGITUDINAL - Modèle de référence
TYPE DE JUSTIFICATION DES SECTIONS
+ BILAN DES JUSTIFICATIONS AU CISAILLEMENT EL
+ BILAN DES JUSTIFICATIONS EFFORT TRANCHANT
SYNTHÈSE GÉNÉRALE DES ACIERS POUR UNE FIL

Cerema
Direction technique infrastructures de transport et matériaux

JUSTIFICATION SOUS SOLLICITATIONS TANGENTES - FILE COURANTE

Note de calcul CHAMOA-P partielle, CEREMA/DTITM

1. TYPE DE CALCUL

Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUITE :
mot-clé FOURCHETTE NON => 1 seul calcul est effectué
Calcul courant 1/1 avec les caractéristiques suivantes :
- Type de calcul : calcul K unique PRAD
- Coefficients utilisés : K utilisateur

2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES

La note de calcul d'effort tranchant fait la synthèse :
- des dépassements de contraintes principales à l'ELS (vérification des critères de l'Annexe QQ de l'EN1992)
- des quantités d'armatures passives à mettre en place pour reprendere les efforts de cisaillement
- des quantités d'armatures passives de couture à mettre en place à l'interface Poutre/Hourdis

Il est à noter que :
- les résultats correspondent à une unique file de poutre (comprenant éventuellement 2 poutres jumelées dans certaines travées)
- les justifications au tranchant des dalles de transition ne sont pas effectuées
- les connecteurs sont indisponible pour les files de rive des PRAD TDC si la largeur de l'interface est inférieurs à 10cm

3. DATES DE PHASAGE - Notations

On adopte les notations suivantes pour désigner les différentes dates de phasages.
- 'MTB ' = Mise en tension des armatures sur banc.
- 'BET ' = Betonnage des poutres.
- 'REL ' = Relachement des armatures sur banc et mise en prec des poutres.
- 'APP ' = Pose sur appuis (provisoires ou définitifs).
- 'HOU ' = Coulage hourdis et entretoises.
- 'DUR ' = Durcissement hourdis et entretoises.
- 'APD ' = Transfert sur appuis definitifs.
- 'TER ' = Action des terres (PRV ou DEF).
- 'MS ' = mise en service (PRV ou DEF).

Avant une phase donnée, la structure subit une évolution temporelle à partir de la phase précédente. Cette phase d'évolution est indiquée par le suffixe '_AV' (avant).

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

La visualisation de la note au format .html est présentée ci-dessus. Un sommaire dynamique placé à gauche facilite la navigation dans le document.

16.12.2 - Type de calcul

Idem §16.8.1

16.12.3 - Remarques préliminaires

Ouvrage n°1

2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES

La note de calcul d'effort tranchant fait la synthèse :
- des dépassements de contraintes principales à l'ELS (vérification des critères de l'Annexe QQ de l'EN1992)
- des quantités d'armatures passives à mettre en place pour reprendere les efforts de cisaillement
- des quantités d'armatures passives de couture à mettre en place à l'interface Poutre/Hourdis

Il est à noter que :
- les résultats correspondent à une unique file de poutre (comprenant éventuellement 2 poutres jumelées dans certaines travées)
- les justifications au tranchant des dalles de transition ne sont pas effectuées
- les connecteurs sont indisponible pour les files de rive des PRAD TDC si la largeur de l'interface est inférieurs à 10cm

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Ce paragraphe présente les résultats fournis dans la note de calcul.

16.12.4 - Dates de phasage

Idem §16.8.1

16.12.5 - Repérage longitudinal – Modèle de référence

Idem §16.8.1

16.12.6 - Type de justifications des sections

Idem §16.8.1

16.12.7 - Bilan des justifications au cisaillement ELS

Ouvrage n°1

6. BILAN DES JUSTIFICATIONS AU CISAILLEMENT ELS

- Bilan des dépassements de contrainte principale de traction/compression existants dans la file :
  => Dépassement(s) de cisaillement ELS dans le beton pour la file : OUI, au moins un.

6.1. Section numéro : 41

Abscisse d'étude : 15.201 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement(s) de cisaillement ELS dans le beton : OUI

Phase	Profil	Nature Lim.	ELS	Prec.	Pivot	Min/Max	Partie sec.	Fibre	y (m)	Sigma (MPa)	Limite (MPa)
REL	/	Comp.	QP	Pmax	M	Min	Poutre	LIT_ACIER_PREC_N° 1	0.65000E-01	16.974	16.200

6.2. Section numéro : 53

Abscisse d'étude : 26.799 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
=> Depassement(s) de cisaillement ELS dans le beton : OUI

Phase	Profil	Nature Lim.	ELS	Prec.	Pivot	Min/Max	Partie sec.	Fibre	y (m)	Sigma (MPa)	Limite (MPa)
REL	/	Comp.	QP	Pmax	M	Min	Poutre	LIT_ACIER_PREC_N° 1	0.65000E-01	16.975	16.200

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Cette partie relève tous les dépassements de contraintes limites observés à l'issue de l'étude des justifications au cisaillement ELS (Application de l'Annexe QQ pour les zones courantes des poutres uniquement). Si des dépassements existent dans une section, ils sont recensés dans un tableau détaillant la phase, le profil, la nature de la limite, l'ELS concerné, la précontrainte (moy, min ou max), le pivot, la partie de section, la fibre, la position de la fibre, la valeur du dépassement en MPa, et la limite en MPa.

16.12.8 - Bilan des justifications Effort Tranchant ELU

Ouvrage n°1

7. BILAN DES JUSTIFICATIONS EFFORT TRANCHANT ELU

- Bilan des erreurs éventuelles de justification au tranchant ELU
  => Erreurs(s) dans la vérification ELU pour la file : AUCUNE

- Bilan des quantités d'aciers à mettre en place dans la section et éventuellement détail des erreurs

7.1. Section numéro : 1

Abscisse d'étude : -0.060 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
Quantité armatures d'effort tranchant a mettre en oeuvre : 8.6980 cm2/ml
Calcul indisponible des connecteurs pour cette section...

7.2. Section numéro : 2

Abscisse d'étude : 0.000 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
Quantité armatures d'effort tranchant a mettre en oeuvre : 8.6980 cm2/ml
Calcul indisponible des connecteurs pour cette section...

7.3. Section numéro : 3

Abscisse d'étude : 0.000 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
Quantité armatures d'effort tranchant a mettre en oeuvre : 8.6980 cm2/ml
Calcul indisponible des connecteurs pour cette section...

7.4. Section numéro : 4

Abscisse d'étude : 0.220 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
Quantité armatures d'effort tranchant a mettre en oeuvre : 8.6980 cm2/ml
Calcul indisponible des connecteurs pour cette section...

7.5. Section numéro : 5

Abscisse d'étude : 0.500 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
Quantité armatures d'effort tranchant a mettre en oeuvre : 8.6980 cm2/ml
Calcul indisponible des connecteurs pour cette section...

7.6. Section numéro : 6

Abscisse d'étude : 0.500 m (repère général : origine X = 0 à l'axe du premier appui)
Quantité armatures d'effort tranchant a mettre en oeuvre : 4.3377 cm2/ml
Quantité connecteurs a mettre en oeuvre : 3.0098 cm2/ml

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Cette partie affiche section par section les quantités d'armarture à l'effort tranchant et les connecteurs si disponible. Elle indique également en cas d'erreur son origine. Une note de calcul de section est disponible dans Module_PR5/NDC_Sections pour vérifier l'erreur.

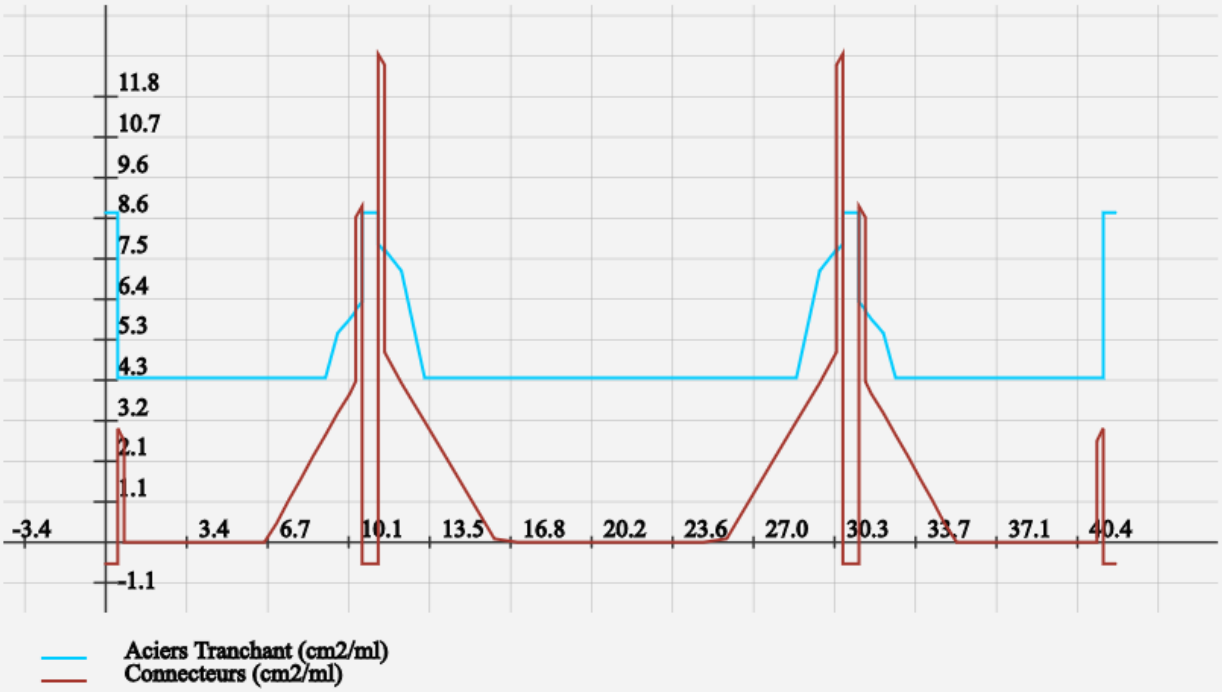
16.12.9 - Synthèse Générale des aciers pour une file

Ouvrage n°1

8. SYNTHÈSE GÉNÉRALE DES ACIERS POUR UNE FILE

Rappel : Les aciers de connexion sont calculés avec les valeurs des coefficients de rugosité suivantes :
- c_rugosite : 0.45
- mu_rugosite : 0.70

Visualisation graphique



Barre	Absc.	Aciers Tranchant (cm2/ml)	Connecteurs (cm2/ml)
111	-0.060	8.6980	/
111	0.000	8.6980	/
112	0.000	8.6980	/
112	0.220	8.6980	/

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers finaux correspondant à la reprise de l'effort tranchant et de la connexion Poutre/Hourdis sont fournis via un graphique et un tableau de valeur numérique. Les quantités sont enveloppes de ceux calculés aux états limites ultimes.

Sur le graphique, les valeurs négatives correspondent aux sections pour lequelles les quantités n'ont pas été calculées car la géométrie ne le permettait pas (ou dalle de transition car le calcul n'est pas effectué pour cet élément de structure). Dans le tableau, ces valeurs sont remplacées par des « / ».

Pour les aciers de connexion, on note un pic à proximité des abouts dans tous les cas rencontrés. Le pic provient d'un effort de reprise de l'effort tranchant lors du transfert sur appuis définitifs, et il se situe toujours entre l'about de la poutre et l'appui provisoire.

16.13 - Rapport d'erreurs et avertissements

16.13.1 - Vue du rapport d'erreur

Ouvrage n°1

```
 - Erreur PR4 :
   Depassement(s) de contrainte ELS dans le beton pour la file : file courante.
   => Voir la NDC partie : BILAN DES DÉPASSEMENTS - LIMITES ELS
   => Jouer sur la precontrainte pour resoudre le(s) depassement(s)

 - Erreur PR4 :
   Depassement(s) de contrainte ELS dans le beton pour la file : file de rive gauche.
   => Voir la NDC partie : BILAN DES DÉPASSEMENTS - LIMITES ELS
   => Jouer sur la precontrainte pour resoudre le(s) depassement(s)

 - Erreur PR4 :
   Depassement(s) de contrainte ELS dans le beton pour la file : file de rive droite.
   => Voir la NDC partie : BILAN DES DÉPASSEMENTS - LIMITES ELS
   => Jouer sur la precontrainte pour resoudre le(s) depassement(s)

 - Erreur PR5 :
   Depassement(s) de contrainte de cisaillement ELS dans le beton pour la file : file courante.
   => Voir la NDC partie : BILAN DES JUSTIFICATIONS AU CISAILLEMENT ELS
   => Jouer sur l'elargissement des ames ou sur la precontrainte pour resoudre le(s) depassement(s)

 - Erreur PR5 :
   Depassement(s) de contrainte de cisaillement ELS dans le beton pour la file : file de rive gauche.
   => Voir la NDC partie : BILAN DES JUSTIFICATIONS AU CISAILLEMENT ELS
   => Jouer sur l'elargissement des ames ou sur la precontrainte pour resoudre le(s) depassement(s)

 - Erreur PR5 :
   Depassement(s) de contrainte de cisaillement ELS dans le beton pour la file : file de rive droite.
   => Voir la NDC partie : BILAN DES JUSTIFICATIONS AU CISAILLEMENT ELS
   => Jouer sur l'elargissement des ames ou sur la precontrainte pour resoudre le(s) depassement(s)

*** Fin du rapport d'erreurs général ***
```

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les erreurs éventuelles du calcul sont synthétisées dans le fichier d'erreurs. En particulier, l'existence de dépassements de contrainte ELS y est signalée (cas de l'ouvrage n°1).

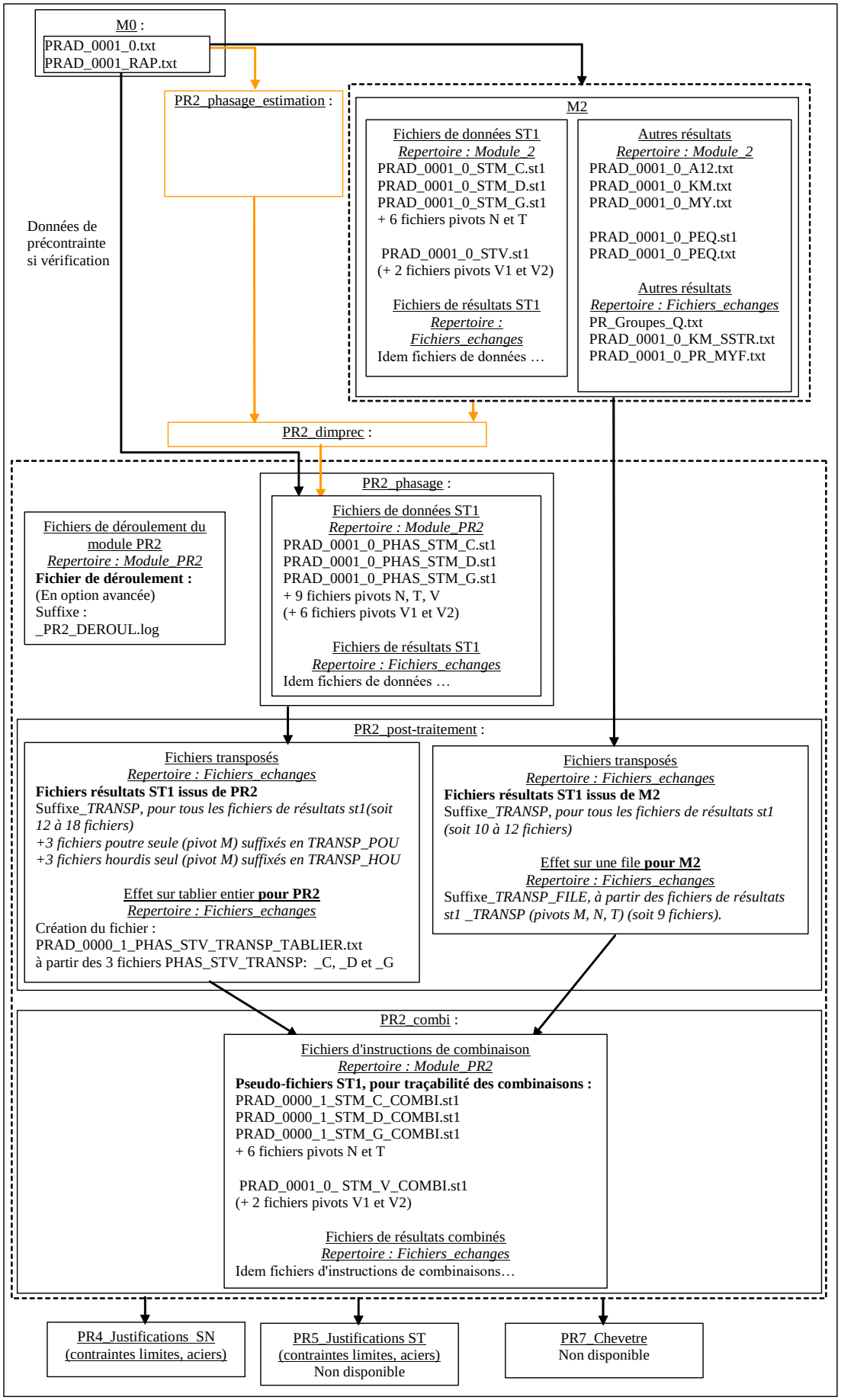
17 - Fichiers intermédiaires

17.1 - Liste et organisation des fichiers intermédiaires

17.1.1 - Fichiers intermédaires de calcul d'effort

Le calcul d'effort est effectué par les modules M2 (calcul de la répartition transversale et calcul des efforts sous charges d'exploitation) et PR2 (calcul du phasage de construction sous charges permanentes).

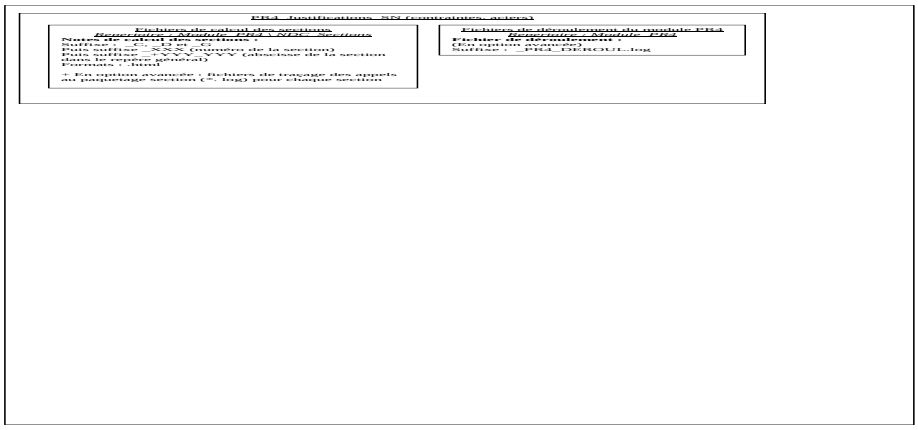
Le logigramme suivant récapitule l'ensemble des fichiers intermédiaires générés et fournis au client dans le dossier du projet.


M0 :
PRAD_0001_0.txt
PRAD_0001_RAP.txt
PR2_phasage_estimation :
M2
Fichiers de données ST1
Repertoire : Module_2
PRAD_0001_0_STM_C.st1
PRAD_0001_0_STM_D.st1
PRAD_0001_0_STM_G.st1
+ 6 fichiers pivots N et T
PRAD_0001_0_STV.st1
(+ 2 fichiers pivots V1 et V2)
Fichiers de résultats ST1
Repertoire :
Fichiers_echanges
Idem fichiers de données …
Autres résultats
Repertoire : Module_2
PRAD_0001_0_A12.txt
PRAD_0001_0_KM.txt
PRAD_0001_0_MY.txt
PRAD_0001_0_PEQ.st1
PRAD_0001_0_PEQ.txt
Autres résultats
Repertoire : Fichiers_echanges
PR_Groupes_Q.txt
PRAD_0001_0_KM_SSTR.txt
PRAD_0001_0_PR_MYF.txt
Données de
précontrainte
si vérification
PR2_dimprec :
PR2_phasage :
Fichiers de déroulement du
module PR2
Repertoire : Module_PR2
Fichier de déroulement :
(En option avancée)
Suffixe :
_PR2_DEROUL.log
Fichiers de données ST1
Repertoire : Module_PR2
PRAD_0001_0_PHAS_STM_C.st1
PRAD_0001_0_PHAS_STM_D.st1
PRAD_0001_0_PHAS_STM_G.st1
+ 9 fichiers pivots N, T, V
(+ 6 fichiers pivots V1 et V2)
Fichiers de résultats ST1
Repertoire : Fichiers_echanges
Idem fichiers de données …
PR2_post-traitement :
Fichiers transposés
Repertoire : Fichiers_echanges
Fichiers résultats ST1 issus de PR2
Suffixe_TRANSP, pour tous les fichiers de résultats st1(soit 12 à 18 fichiers)
+3 fichiers poutre seule (pivot M) suffixés en TRANSP_POU
+3 fichiers hourdis seul (pivot M) suffixés en TRANSP_HOU
Effet sur tablier entier pour PR2
Repertoire : Fichiers_echanges
Création du fichier :
PRAD_0000_1_PHAS_STV_TRANSP_TABLIER.txt
à partir des 3 fichiers PHAS_STV_TRANSP: _C, _D et _G
Fichiers transposés
Repertoire : Fichiers_echanges
Fichiers résultats ST1 issus de M2
Suffixe_TRANSP, pour tous les fichiers de résultats st1 (soit 10 à 12 fichiers)
Effet sur une file pour M2
Repertoire : Fichiers_echanges
Suffixe_TRANSP_FILE, à partir des fichiers de résultats st1 _TRANSP (pivots M, N, T) (soit 9 fichiers).
PR2_combi :
Fichiers d'instructions de combinaison
Repertoire : Module_PR2
Pseudo-fichiers ST1, pour traçabilité des combinaisons :
PRAD_0000_1_STM_C_COMBI.st1
PRAD_0000_1_STM_D_COMBI.st1
PRAD_0000_1_STM_G_COMBI.st1
+ 6 fichiers pivots N et T
PRAD_0001_0_ STM_V_COMBI.st1
(+ 2 fichiers pivots V1 et V2)
Fichiers de résultats combinés
Repertoire : Fichiers_echanges
Idem fichiers d'instructions de combinaisons…
PR4_Justifications_SN
(contraintes limites, aciers)
PR5_Justifications ST
(contraintes limites, aciers)
Non disponible
PR7_Chevetre
Non disponible

17.1.2 - Fichiers intermédiaires de justification sous sollicitations normales

Le calcul d'effort est effectué par les modules M2 (calcul de la répartition transversale et calcul des efforts sous charges d'exploitation) et PR2 (calcul du phasage de construction sous charges permanentes).

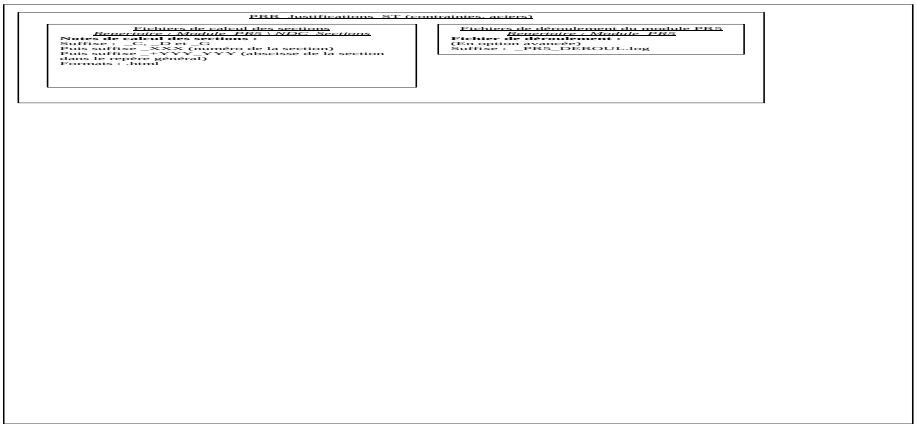
Le logigramme suivant récapitule l'ensemble des fichiers intermédiaires générés et fournis au client dans le dossier du projet.



17.1.3 - Fichiers intermédiaires de justification sous sollicitations tangentes

Le calcul d'effort est effectué par les modules M2 (calcul de la répartition transversale et calcul des efforts sous charges d'exploitation) et PR2 (calcul du phasage de construction sous charges permanentes).

Le logigramme suivant récapitule l'ensemble des fichiers intermédiaires générés et fournis au client dans le dossier du projet.



17.2 - Fichier pour le calcul de la portée équivalente

Ouvrage n°1

Fichier ST1

OPTION PLANE
SORTIE '..\Projets\PRAD_T010_0\Module_2\PRAD_T010_0_PEQ.txt' **non pagine**

```
# NŒUDS

    NOEUD          10     0.000000     0.000000  # Noeud about gauche
```

```
    NOEUD          1    0.060000    0.000000  # Noeud gauche travee 1
    NOEUD        102    0.560000    0.000000  # Debut poutre
    NOEUD        105   10.725000    0.000000  # Fin partie centrale
    NOEUD          2   11.060000    0.000000  # Noeud gauche travee 2
    NOEUD        202   11.395000    0.000000  # Debut poutre
    NOEUD        205   30.725000    0.000000  # Fin partie centrale
    NOEUD          3   31.060000    0.000000  # Noeud gauche travee 3
    NOEUD        302   31.395000    0.000000  # Debut poutre
    NOEUD        305   41.560000    0.000000  # Fin partie centrale
    NOEUD          4   42.060000    0.000000  # Noeud droit travee 3
    NOEUD         21   42.120000    0.000000  # Noeud about droit

# APPUIS NON ELASTIQUES

    APPUI          1  NOEUD          1     DX DY  # Appui gauche travee 1
    APPUI          2  NOEUD          2        DY  # Appui gauche travee 2
    APPUI          3  NOEUD          3        DY  # Appui gauche travee 3
    APPUI          4  NOEUD          4        DY  # Appui droit  travee 3

# BARRES

    BARRE         10  DE         10  A          1  # About gauche
    BARRE        102  DE          1  A        102  # Entretoise a gauche travee 1
    BARRE        105  DE        102  A        105  # Partie centrale travee 1
    BARRE        108  DE        105  A          2  # Entretoise a droite travee 1
    BARRE        202  DE          2  A        202  # Entretoise a gauche travee 2
    BARRE        205  DE        202  A        205  # Partie centrale travee 2
    BARRE        208  DE        205  A          3  # Entretoise a droite travee 2
    BARRE        302  DE          3  A        302  # Entretoise a gauche travee 3
    BARRE        305  DE        302  A        305  # Partie centrale travee 3
    BARRE        308  DE        305  A          4  # Entretoise a droite travee 3
    BARRE         20  DE          4  A         21  # About droit

# CARACTERISTIQUES MECANIQUES

    PROPRIETES        10 SX    7.67180000 IZ   0.50640273167 VY  0.445000 WY  0.445000  # About gauche
    PROPRIETES       102 SX    7.67180000 IZ   0.50640273167 VY  0.445000 WY  0.445000  # Entretoise a gauche travee 1
    PROPRIETES       105 SX    4.07804419 IZ   0.28793822006 VY  0.368250 WY  0.521750  # Partie centrale travee 1
    PROPRIETES       108 SX    7.67180000 IZ   0.50640273167 VY  0.445000 WY  0.445000  # Entretoise a droite travee 1
    PROPRIETES       202 SX    7.67180000 IZ   0.50640273167 VY  0.445000 WY  0.445000  # Entretoise a gauche travee 2
    PROPRIETES       205 SX    4.07804419 IZ   0.28793822006 VY  0.368250 WY  0.521750  # Partie centrale travee 2
    PROPRIETES       208 SX    7.67180000 IZ   0.50640273167 VY  0.445000 WY  0.445000  # Entretoise a droite travee 2
    PROPRIETES       302 SX    7.67180000 IZ   0.50640273167 VY  0.445000 WY  0.445000  # Entretoise a gauche travee 3
    PROPRIETES       305 SX    4.07804419 IZ   0.28793822006 VY  0.368250 WY  0.521750  # Partie centrale travee 3
    PROPRIETES       308 SX    7.67180000 IZ   0.50640273167 VY  0.445000 WY  0.445000  # Entretoise a droite travee 3
    PROPRIETES        20 SX    7.67180000 IZ   0.50640273167 VY  0.445000 WY  0.445000  # About droit

# DEFINITION DES POINTS D'ETUDE

    ETUDE SEUL EFFORT DEPLA
              102  SECTION   0.00000000 RELATIF  # Point  1 travee 1
              102  SECTION   0.44000000 RELATIF  # Point  2 travee 1
              102  SECTION   0.88000000 RELATIF  # Point  3 travee 1
              105  SECTION   0.01574029 RELATIF  # Point  4 travee 1
              105  SECTION   0.03738318 RELATIF  # Point  5 travee 1
              105  SECTION   0.05902607 RELATIF  # Point  6 travee 1
              105  SECTION   0.08066896 RELATIF  # Point  7 travee 1
[...]
lignes supprimées
[...]
    FIN

# LISTES DE BARRES UTILES POUR LA DEFINITION DU TABLIER

    Lst_About_G  = vide ; Lst_About_G  = Lst_About_G ,  10
    Lst_Travee_1 = vide ; Lst_Travee_1 = Lst_Travee_1, 102, 105, 108
    Lst_Travee_2 = vide ; Lst_Travee_2 = Lst_Travee_2, 202, 205, 208
    Lst_Travee_3 = vide ; Lst_Travee_3 = Lst_Travee_3, 302, 305, 308
    Lst_About_D  = vide ; Lst_About_D  = Lst_About_D ,  20

    Lst_Tablier = Lst_About_G, Lst_Travee_1, Lst_Travee_2, Lst_Travee_3, Lst_About_D

    Lst_Tab_Seul = Lst_About_G, Lst_Travee_1, Lst_Travee_2, Lst_Travee_3, Lst_About_D

    Lst_Travees = Lst_Travee_1, Lst_Travee_2, Lst_Travee_3

# DEFINITION DES BETONS

    # Beton pour etudes de court terme : POUTRES

    MATERIAU  80 "Définition Béton Structures"
        E EC2_BHP1 KNM2 FCK   60.000000
        RO      25.000000
        TEMP   0.10000000E-04
        RH      70.000000
        CIMENT R
    FIN

    # Beton de poutres pour etudes de long terme : POUTRES

    MATERIAU  83 "Beton de poutres pour etudes de long terme : POUTRES"
        E       13033291.
        RO      25.000000
        TEMP   0.10000000E-04
    FIN

# AFFECTATION DU BETON - COURT TERME
```

```
    CONSTANTES Lst_Tab_Seul MATERIAU  80  # Poutres entretoises et abouts

# CHARGES UNIFORMES POUR LE CALCUL DES PORTEES EQUIVALENTES

    CHARGE     20      "Charge uniforme travee 1 (portees equivalentes)"
        BARRES Lst_Travee_1 UNIFORME FY   1000.00
    FIN

    CHARGE     30      "Charge uniforme travee 2 (portees equivalentes)"
        BARRES Lst_Travee_2 UNIFORME FY   1000.00
    FIN

    CHARGE     40      "Charge uniforme travee 3 (portees equivalentes)"
        BARRES Lst_Travee_3 UNIFORME FY   1000.00
    FIN

    EXEC CHARGES 20, 30, 40

# EDITION DES RESULTATS

    RESULTATS
        CHARGE  20 BARRES Lst_Travee_1 EFFORT  DEPLA
        CHARGE  30 BARRES Lst_Travee_2 EFFORT  DEPLA
        CHARGE  40 BARRES Lst_Travee_3 EFFORT  DEPLA
    FIN
```

Fichier de résultats

```
--- RESULTATS DU CHARGEMENT :      20 ---

 Titre : Charge uniforme travee 1 (portees equivalentes)

   Barre  Abscisse     N         Ty        Mz
     102    0.000    0.0000   -4937.9   0.89213E-09
     102    0.220    0.0000   -4717.9    1062.1
     102    0.440    0.0000   -4497.9    2075.9

     105    0.160    0.0000   -4277.9    3041.2
     105    0.380    0.0000   -4057.9    3958.1
     105    0.600    0.0000   -3837.9    4826.7
     105    0.820    0.0000   -3617.9    5646.8
     105    1.040    0.0000   -3397.9    6418.5
[...]
lignes supprimées
[...]

   Barre  Abscisse     Dx        Dy        Rz
     102    0.000    0.0000   0.44812E-13 0.38979E-02
     102    0.220    0.0000   0.85709E-03 0.38919E-02
     102    0.440    0.0000   0.17116E-02 0.38744E-02

     105    0.160    0.0000   0.25598E-02 0.38294E-02
     105    0.380    0.0000   0.33950E-02 0.37610E-02
     105    0.600    0.0000   0.42133E-02 0.36751E-02
     105    0.820    0.0000   0.50109E-02 0.35727E-02
     105    1.040    0.0000   0.57842E-02 0.34547E-02
[...]
lignes supprimées
[...]

--- RESULTATS DU CHARGEMENT :      30 ---

 Titre : Charge uniforme travee 2 (portees equivalentes)
[...]
lignes supprimées
[...]

--- RESULTATS DU CHARGEMENT :      40 ---

 Titre : Charge uniforme travee 3 (portees equivalentes)
[...]
lignes supprimées
[...]
```

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Suffixe du fichier ST1 : _PEQ.st1. Dossier dans lequel se situe le fichier : Module_2

Suffixe du fichier de résultats : _PEQ.txt. Dossier dans lequel se situe le fichier : Module_2

Ce fichier de données ST1 permet le calcul de la travée équivalente conformément à l'annexe (méthode de calcul) selon la méthode des moments.

17.3 - Fichiers des facteurs de coefficients transversaux Guyon pour superstructures

Ouvrage n°1

```
   N_FILES     10
N_TRAVEES     3
N_BANDES_PRV  0
N_BANDES_DEF  2

          Y1          Y2
FILE 10   0.00000000   0.63444444
FILE  9   0.63444444   1.55333333
FILE  8   1.55333333   2.47222222
FILE  7   2.47222222   3.39111111
FILE  6   3.39111111   4.31000000
FILE  5   4.31000000   5.22888889
FILE  4   5.22888889   6.14777778
FILE  3   6.14777778   7.06666667
FILE  2   7.06666667   7.98555556
FILE  1   7.98555556   8.62000000

PROFIL DEF ELS FILE 10

          REMBLAI     CHAPE       ENROBES     TROTT_G     TROTT_D     BANDE_1     BANDE_2
TRAVEE  1   0.00000000   1.15149790   0.00000000   0.00000000   0.00000000  -0.10855383   4.13452292
TRAVEE  2   0.00000000   1.17919339   0.00000000   0.00000000   0.00000000  -0.11239556   3.29558820
TRAVEE  3   0.00000000   1.15149790   0.00000000   0.00000000   0.00000000  -0.10855383   4.13452292

PROFIL DEF ELS FILE  9

          REMBLAI     CHAPE       ENROBES     TROTT_G     TROTT_D     BANDE_1     BANDE_2
TRAVEE  1   0.00000000   0.95679210   0.00000000   0.00000000   0.00000000  -0.05147279   2.65331017
TRAVEE  2   0.00000000   0.96657041   0.00000000   0.00000000   0.00000000   0.02655359   2.22888644
TRAVEE  3   0.00000000   0.95679210   0.00000000   0.00000000   0.00000000  -0.05147279   2.65331017

[...]
lignes supprimées
[...]

PROFIL DEF ELS FILE  1

          REMBLAI     CHAPE       ENROBES     TROTT_G     TROTT_D     BANDE_1     BANDE_2
TRAVEE  1   0.00000000   1.15149790   0.00000000   0.00000000   0.00000000   4.00005875  -0.11006911
TRAVEE  2   0.00000000   1.17919339   0.00000000   0.00000000   0.00000000   3.22339382  -0.12473480
TRAVEE  3   0.00000000   1.15149790   0.00000000   0.00000000   0.00000000   4.00005875  -0.11006911

PROFIL DEF ELU FILE 10

          REMBLAI     CHAPE       ENROBES     TROTT_G     TROTT_D     BANDE_1     BANDE_2
TRAVEE  1   0.00000000   1.13036138   0.00000000   0.00000000   0.00000000  -0.08955335   3.93796443
TRAVEE  2   0.00000000   1.15697980   0.00000000   0.00000000   0.00000000  -0.05329372   3.11420149
TRAVEE  3   0.00000000   1.13036138   0.00000000   0.00000000   0.00000000  -0.08955335   3.93796443

PROFIL DEF ELU FILE  9

          REMBLAI     CHAPE       ENROBES     TROTT_G     TROTT_D     BANDE_1     BANDE_2
TRAVEE  1   0.00000000   0.95387951   0.00000000   0.00000000   0.00000000  -0.03459166   2.57690107
TRAVEE  2   0.00000000   0.96136151   0.00000000   0.00000000   0.00000000   0.07091398   2.13684008
TRAVEE  3   0.00000000   0.95387951   0.00000000   0.00000000   0.00000000  -0.03459166   2.57690107

PROFIL DEF ELU FILE  8

          REMBLAI     CHAPE       ENROBES     TROTT_G     TROTT_D     BANDE_1     BANDE_2
TRAVEE  1   0.00000000   0.97441912   0.00000000   0.00000000   0.00000000   0.02837175   1.85664610
TRAVEE  2   0.00000000   0.97085555   0.00000000   0.00000000   0.00000000   0.20907950   1.70340595
TRAVEE  3   0.00000000   0.97441912   0.00000000   0.00000000   0.00000000   0.02837175   1.85664610

[...]
lignes supprimées
[...]

PROFIL DEF ELU FILE  1

          REMBLAI     CHAPE       ENROBES     TROTT_G     TROTT_D     BANDE_1     BANDE_2
TRAVEE  1   0.00000000   1.13036138   0.00000000   0.00000000   0.00000000   3.81729644  -0.09132596
TRAVEE  2   0.00000000   1.15697980   0.00000000   0.00000000   0.00000000   3.04983913  -0.06459310
TRAVEE  3   0.00000000   1.13036138   0.00000000   0.00000000   0.00000000   3.81729644  -0.09132596

KM PROPORTIONNELS AUX INERTIES HOMOGENEISEES
```

	Travee 1	Travee 2	Travee 3
FILE 10	1.19509240	1.19509240	1.19509240
FILE 9	0.96632474	0.96632474	0.96632474
FILE 8	0.96632474	0.96632474	0.96632474
FILE 7	0.96632474	0.96632474	0.96632474
FILE 6	0.96632474	0.96632474	0.96632474
FILE 5	0.96632474	0.96632474	0.96632474
FILE 4	0.96632474	0.96632474	0.96632474
FILE 3	0.96632474	0.96632474	0.96632474
FILE 2	0.96632474	0.96632474	0.96632474
FILE 1	1.19509240	1.19509240	1.19509240

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Suffixe du fichier : _KM_SSTR.txt. Dossier dans lequel se situe le fichier : Fichiers_Echanges

Ce fichier fournit les coefficients de Guyon pour les superstructures.

La numérotation des files est réalisé de gauche à droite (file 1 à gauche). La coordonnée y a pour origine la droite du tablier et croît de la droite vers la gauche.

17.4 - Fichiers des facteurs de coefficients transversaux Guyon pour charges d'exploitation

Ouvrage n°1

--- RESULTATS DE LA SURCHARGE : 35790 ---

Titre : Charge A(L) caracteristique AFF 1 profil DEF

ABOUT_G Y1 0.0000 0.63444 1.5533 2.4722 3.3911 4.3100 5.2289 6.1478 7.0667 7.9856

Y2 0.63444 1.5533 2.4722 3.3911 4.3100 5.2289 6.1478 7.0667 7.9856 8.6200

1.0257 0.98646 1.1542 1.2648 1.2895 1.2170 1.0537 0.82650 0.58983 0.52058

TRAVEE_1 Y1 0.0000 0.63444 1.5533 2.4722 3.3911 4.3100 5.2289 6.1478 7.0667 7.9856
Y2 0.63444 1.5533 2.4722 3.3911 4.3100 5.2289 6.1478 7.0667 7.9856 8.6200

1.0257 0.98646 1.1542 1.2648 1.2895 1.2170 1.0537 0.82650 0.58983 0.52058

TRAVEE_2 Y1 0.0000 0.63444 1.5533 2.4722 3.3911 4.3100 5.2289 6.1478 7.0667 7.9856
Y2 0.63444 1.5533 2.4722 3.3911 4.3100 5.2289 6.1478 7.0667 7.9856 8.6200

1.2083 1.0487 1.1009 1.1292 1.1203 1.0685 0.97695 0.85727 0.72939 0.74208

TRAVEE_3 Y1 0.0000 0.63444 1.5533 2.4722 3.3911 4.3100 5.2289 6.1478 7.0667 7.9856
Y2 0.63444 1.5533 2.4722 3.3911 4.3100 5.2289 6.1478 7.0667 7.9856 8.6200

1.0257 0.98646 1.1542 1.2648 1.2895 1.2170 1.0537 0.82650 0.58983 0.52058

ABOUT_D Y1 0.0000 0.63444 1.5533 2.4722 3.3911 4.3100 5.2289 6.1478 7.0667 7.9856
Y2 0.63444 1.5533 2.4722 3.3911 4.3100 5.2289 6.1478 7.0667 7.9856 8.6200

1.0257 0.98646 1.1542 1.2648 1.2895 1.2170 1.0537 0.82650 0.58983 0.52058

--- RESULTATS DE LA SURCHARGE : 35810 ---

Titre : Charge A(L) ultime AFF 1 profil DEF

[...]
lignes supprimées
[...]

--- RESULTATS DE LA SURCHARGE : 35820 ---

Titre : Systeme Bc caracteristique AFF 1 profil DEF

[...]
lignes supprimées
[...]

--- RESULTATS DE LA SURCHARGE : 35840 ---

Titre : Systeme Bc ultime AFF 1 profil DEF

[...]
lignes supprimées
[...]

--- RESULTATS DE LA SURCHARGE : 35850 ---

Titre : Trottoir FR caracteristique AFF 1 profil DEF

[...]
lignes supprimées
[...]

--- RESULTATS DE LA SURCHARGE : 35870 ---

Titre : Trottoir FR ultime AFF 1 profil DEF

[...]
lignes supprimées
[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Suffixe du fichier : _KM.txt. Dossier dans lequel se situe le fichier : Module_2

Ce fichier fournit les coefficients de Guyon pour les charges d'exploitation.

La numérotation des files est réalisé de gauche à droite (file 1 à gauche). La coordonnée y a pour origine la droite du tablier et croît de la droite vers la gauche.

17.5 - Fichier pour le calcul de la flexion longitudinale (charges d'exploitation et superstructures)

Ouvrage n°1

Fichier ST1

```
    OPTION PLANE
    SORTIE '..\Projets\PRAD_T010_0\Fichiers_Echanges\PRAD_T010_0_STM_C.txt' non pagine

# NOEUDS

    NOEUD         10    0.000000    0.000000  # Noeud about gauche
    NOEUD          1    0.060000    0.000000  # Noeud gauche travee 1
    NOEUD        102    0.560000    0.000000  # Debut poutre
    NOEUD        105   10.725000    0.000000  # Fin partie centrale
    NOEUD          2   11.060000    0.000000  # Noeud gauche travee 2
    NOEUD        202   11.395000    0.000000  # Debut poutre
    NOEUD        205   30.725000    0.000000  # Fin partie centrale
    NOEUD          3   31.060000    0.000000  # Noeud gauche travee 3
    NOEUD        302   31.395000    0.000000  # Debut poutre
    NOEUD        305   41.560000    0.000000  # Fin partie centrale
    NOEUD          4   42.060000    0.000000  # Noeud droit travee 3
    NOEUD         21   42.120000    0.000000  # Noeud about droit

# APPUIS NON ELASTIQUES

    APPUI          1  NOEUD          1     DX DY  # Appui gauche travee 1
    APPUI          2  NOEUD          2        DY  # Appui gauche travee 2
    APPUI          3  NOEUD          3        DY  # Appui gauche travee 3
    APPUI          4  NOEUD          4        DY  # Appui droit  travee 3

# BARRES

    BARRE         10  DE         10  A          1  # About gauche
    BARRE        102  DE          1  A        102  # Entretoise a gauche travee 1
    BARRE        105  DE        102  A        105  # Partie centrale travee 1
```

```
    BARRE        108  DE        105  A          2  # Entretoise a droite travee 1
    BARRE        202  DE          2  A        202  # Entretoise a gauche travee 2
    BARRE        205  DE        202  A        205  # Partie centrale travee 2
    BARRE        208  DE        205  A          3  # Entretoise a droite travee 2
    BARRE        302  DE          3  A        302  # Entretoise a gauche travee 3
    BARRE        305  DE        302  A        305  # Partie centrale travee 3
    BARRE        308  DE        305  A          4  # Entretoise a droite travee 3
    BARRE         20  DE          4  A         21  # About droit

# CARACTERISTIQUES MECANIQUES

    PROPRIETES        10 SX    7.67180000 IZ   0.50640273167 VY  0.445000 WY  0.445000  # About gauche
    PROPRIETES       102 SX    7.67180000 IZ   0.50640273167 VY  0.445000 WY  0.445000  # Entretoise a gauche travee 1
    PROPRIETES       105 SX    4.07804419 IZ   0.28793822006 VY  0.368250 WY  0.521750  # Partie centrale travee 1
    PROPRIETES       108 SX    7.67180000 IZ   0.50640273167 VY  0.445000 WY  0.445000  # Entretoise a droite travee 1
    PROPRIETES       202 SX    7.67180000 IZ   0.50640273167 VY  0.445000 WY  0.445000  # Entretoise a gauche travee 2
    PROPRIETES       205 SX    4.07804419 IZ   0.28793822006 VY  0.368250 WY  0.521750  # Partie centrale travee 2
    PROPRIETES       208 SX    7.67180000 IZ   0.50640273167 VY  0.445000 WY  0.445000  # Entretoise a droite travee 2
    PROPRIETES       302 SX    7.67180000 IZ   0.50640273167 VY  0.445000 WY  0.445000  # Entretoise a gauche travee 3
    PROPRIETES       305 SX    4.07804419 IZ   0.28793822006 VY  0.368250 WY  0.521750  # Partie centrale travee 3
    PROPRIETES       308 SX    7.67180000 IZ   0.50640273167 VY  0.445000 WY  0.445000  # Entretoise a droite travee 3
    PROPRIETES        20 SX    7.67180000 IZ   0.50640273167 VY  0.445000 WY  0.445000  # About droit

# DEFINITION DES POINTS D'ETUDE

    ETUDE SEUL EFFORT DEPLA
              10  SECTION 0.00 A 1.00 PAS   0.25000000 RELATIF  # About gauche.
             102  SECTION                   0.00000000 RELATIF  # Point  1 travee 1
             102  SECTION                   0.55000000 RELATIF  # Point  2 travee 1
             105  SECTION                   0.00491884 RELATIF  # Point  3 travee 1
             105  SECTION                   0.03197245 RELATIF  # Point  4 travee 1
             105  SECTION                   0.05902607 RELATIF  # Point  5 travee 1
             105  SECTION                   0.08607969 RELATIF  # Point  6 travee 1
             105  SECTION                   0.11313330 RELATIF  # Point  7 travee 1
             105  SECTION                   0.14018692 RELATIF  # Point  8 travee 1
[…]
Lignes supprimées
[…]

    FIN

# LISTES DE BARRES UTILES POUR LA DEFINITION DU TABLIER

    Lst_About_G  = vide ; Lst_About_G  = Lst_About_G ,  10
    Lst_Travee_1 = vide ; Lst_Travee_1 = Lst_Travee_1, 102, 105, 108
    Lst_Travee_2 = vide ; Lst_Travee_2 = Lst_Travee_2, 202, 205, 208
    Lst_Travee_3 = vide ; Lst_Travee_3 = Lst_Travee_3, 302, 305, 308
    Lst_About_D  = vide ; Lst_About_D  = Lst_About_D ,  20

    Lst_Tablier = Lst_About_G, Lst_Travee_1, Lst_Travee_2, Lst_Travee_3, Lst_About_D

    Lst_Tab_Seul = Lst_About_G, Lst_Travee_1, Lst_Travee_2, Lst_Travee_3, Lst_About_D

    Lst Travees = Lst Travee 1, Lst Travee 2, Lst Travee 3

# DEFINITION DES BETONS

    # Beton pour etudes de court terme : POUTRES

    MATERIAU  80 "Définition Béton Structures"
        E EC2_BHP1 KNM2 FCK   60.000000
        RO      25.000000
        TEMP   0.10000000E-04
        RH      70.000000
        CIMENT R
    FIN

    # Beton de poutres pour etudes de long terme : POUTRES

    MATERIAU  83 "Beton de poutres pour etudes de long terme : POUTRES"
        E       13033291.
        RO      25.000000
        TEMP   0.10000000E-04
    FIN

# AFFECTATION DU BETON - LONG TERME

    CONSTANTES Lst_Tab_Seul MATERIAU  83  # Poutres entretoises et abouts

# CHARGE NULLE

    CHARGE     10      "Charge nulle"
        TEMP TOUTES UNI 0.00
    FIN

    EXEC CHARGES 10

# ENVELOPPES DU POIDS PROPRE DES SUPERSTRUCTURES DEFINITIVES (LONG TERME)

# PROFIL DEFINITIF NU = NU(ELS)

    # Charges de superstructures file : 9

    CHARGE  20020      "Chape sur tablier file 09 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -23.0272     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.956792
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -23.0272     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.956792
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.2625     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.966570
```

```
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -23.0272     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.956792
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -23.0272     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.956792
    FIN

    CHARGE  20320      "Bande de superstructure 1 file 09 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  0.924451     GLO  # Pl =   17.9600     Km = -0.514728E-01
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  0.924451     GLO  # Pl =   17.9600     Km = -0.514728E-01
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY -0.476902     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.265536E-01
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  0.924451     GLO  # Pl =   17.9600     Km = -0.514728E-01
        Lst_About_D   UNIFORME FY  0.924451     GLO  # Pl =   17.9600     Km = -0.514728E-01
    FIN

    CHARGE  20380      "Bande de superstructure 2 file 09 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -27.6210     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   2.65331
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -27.6210     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   2.65331
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.2027     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   2.22889
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -27.6210     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   2.65331
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -27.6210     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   2.65331
    FIN

    EXEC CHARGES 20020, 20320, 20380

    # Enveloppe combinee de superstructures file : 9

    ENV     19960 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais), file 09 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE  20020    0.753000   1.247000  # Chape sur tablier file 09 profil DEF
        CHARGE  20320    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 1 file 09 profil DEF
        CHARGE  20380    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 2 file 09 profil DEF
    FIN

    # Charges de superstructures file : 8

    CHARGE  19300      "Chape sur tablier file 08 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -23.3574     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.970512
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -23.3574     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.970512
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.2921     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.967799
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -23.3574     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.970512
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -23.3574     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.970512
    FIN

    CHARGE  19600      "Bande de superstructure 1 file 08 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY -0.119691     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.666432E-02
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY -0.119691     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.666432E-02
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -2.99610     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.166821
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY -0.119691     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.666432E-02
        Lst_About_D   UNIFORME FY -0.119691     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.666432E-02
    FIN

    CHARGE  19660      "Bande de superstructure 2 file 08 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -19.2543     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.84959
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -19.2543     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.84959
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -18.0338     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.73236
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -19.2543     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.84959
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -19.2543     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.84959
    FIN

    EXEC CHARGES 19300, 19600, 19660

    # Enveloppe combinee de superstructures file : 8

    ENV     19240 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais), file 08 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE  19300    0.753000   1.247000  # Chape sur tablier file 08 profil DEF
        CHARGE  19600    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 1 file 08 profil DEF
        CHARGE  19660    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 2 file 08 profil DEF
    FIN

    # Charges de superstructures file : 7

    CHARGE  18580      "Chape sur tablier file 07 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -23.6165     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.981281
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -23.6165     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.981281
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.3485     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.970146
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -23.6165     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.981281
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -23.6165     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.981281
    FIN

    CHARGE  18880      "Bande de superstructure 1 file 07 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -2.06094     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.114752
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -2.06094     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.114752
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -6.23777     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.347314
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -2.06094     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.114752
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -2.06094     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.114752
    FIN

    CHARGE  18940      "Bande de superstructure 2 file 07 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -11.9299     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.14600
```

```
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -11.9299     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.14600
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -13.2844     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.27612
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -11.9299     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.14600
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -11.9299     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.14600
    FIN

    EXEC CHARGES 18580, 18880, 18940

    # Enveloppe combinee de superstructures file : 7

    ENV     18520 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais), file 07 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE  18580    0.753000   1.247000  # Chape sur tablier file 07 profil DEF
        CHARGE  18880    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 1 file 07 profil DEF
        CHARGE  18940    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 2 file 07 profil DEF
    FIN

    # Charges de superstructures file : 6

    CHARGE  17860      "Chape sur tablier file 06 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -23.7497     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.986814
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -23.7497     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.986814
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.3874     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.971760
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -23.7497     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.986814
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -23.7497     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.986814
    FIN

    CHARGE  18160      "Bande de superstructure 1 file 06 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -5.64472     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.314294
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -5.64472     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.314294
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -10.5370     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.586691
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -5.64472     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.314294
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -5.64472     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.314294
    FIN

    CHARGE  18220      "Bande de superstructure 2 file 06 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -6.49813     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.624220
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -6.49813     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.624220
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -9.20532     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.884276
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -6.49813     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.624220
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -6.49813     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.624220
    FIN

    EXEC CHARGES 17860, 18160, 18220

    # Enveloppe combinee de superstructures file : 6

    ENV     17800 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais), file 06 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE  17860    0.753000   1.247000  # Chape sur tablier file 06 profil DEF
        CHARGE  18160    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 1 file 06 profil DEF
        CHARGE  18220    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 2 file 06 profil DEF
    FIN

    # Charges de superstructures file : 5

    CHARGE  17140      "Chape sur tablier file 05 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -23.7497     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.986814
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -23.7497     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.986814
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.3874     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.971760
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -23.7497     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.986814
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -23.7497     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.986814
    FIN

    CHARGE  17440      "Bande de superstructure 1 file 05 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -11.7686     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.655264
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -11.7686     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.655264
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -16.1334     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.898295
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -11.7686     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.655264
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -11.7686     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.655264
    FIN

    CHARGE  17500      "Bande de superstructure 2 file 05 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -3.02113     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.290214
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -3.02113     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.290214
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -5.93891     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.570501
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -3.02113     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.290214
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -3.02113     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.290214
    FIN

    EXEC CHARGES 17140, 17440, 17500

    # Enveloppe combinee de superstructures file : 5

    ENV     17080 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais), file 05 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE  17140    0.753000   1.247000  # Chape sur tablier file 05 profil DEF
        CHARGE  17440    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 1 file 05 profil DEF
        CHARGE  17500    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 2 file 05 profil DEF
```

```
FIN

# Charges de superstructures file : 4

CHARGE  16420      "Chape sur tablier file 04 profil DEF"
    BARRES
    Lst_About_G   UNIFORME FY  -23.6165     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.981281
    Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -23.6165     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.981281
    Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.3485     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.970146
    Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -23.6165     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.981281
    Lst_About_D   UNIFORME FY  -23.6165     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.981281
FIN

CHARGE  16720      "Bande de superstructure 1 file 04 profil DEF"
    BARRES
    Lst_About_G   UNIFORME FY  -21.1315     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.17659
    Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -21.1315     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.17659
    Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.0389     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.28279
    Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -21.1315     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.17659
    Lst_About_D   UNIFORME FY  -21.1315     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.17659
FIN

CHARGE  16780      "Bande de superstructure 2 file 04 profil DEF"
    BARRES
    Lst_About_G   UNIFORME FY  -1.02512     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.984744E-01
    Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -1.02512     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.984744E-01
    Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -3.45367     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.331765
    Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -1.02512     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.984744E-01
    Lst_About_D   UNIFORME FY  -1.02512     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.984744E-01
FIN

EXEC CHARGES 16420, 16720, 16780

# Enveloppe combinee de superstructures file : 4

ENV     16360 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais), file 04 profil DEF"
    EFFORT MZ
    REAC   MZ
    CHARGE  16420    0.753000   1.247000  # Chape sur tablier file 04 profil DEF
    CHARGE  16720    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 1 file 04 profil DEF
    CHARGE  16780    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 2 file 04 profil DEF
FIN

# Charges de superstructures file : 3

CHARGE  15700      "Chape sur tablier file 03 profil DEF"
    BARRES
    Lst_About_G   UNIFORME FY  -23.3574     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.970512
    Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -23.3574     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.970512
    Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.2921     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.967799
    Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -23.3574     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.970512
    Lst_About_D   UNIFORME FY  -23.3574     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.970512
FIN

CHARGE  16000      "Bande de superstructure 1 file 03 profil DEF"
    BARRES
    Lst_About_G   UNIFORME FY  -33.4174     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.86066
    Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -33.4174     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.86066
    Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -30.9765     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.72475
    Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -33.4174     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.86066
    Lst_About_D   UNIFORME FY  -33.4174     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.86066
FIN

CHARGE  16060      "Bande de superstructure 2 file 03 profil DEF"
    BARRES
    Lst_About_G   UNIFORME FY  0.328110E-01 GLO  # Pl =   10.4100     Km = -0.315188E-02
    Lst_Travee_1  UNIFORME FY  0.328110E-01 GLO  # Pl =   10.4100     Km = -0.315188E-02
    Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -1.59284     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.153011
    Lst_Travee_3  UNIFORME FY  0.328110E-01 GLO  # Pl =   10.4100     Km = -0.315188E-02
    Lst_About_D   UNIFORME FY  0.328110E-01 GLO  # Pl =   10.4100     Km = -0.315188E-02
FIN

EXEC CHARGES 15700, 16000, 16060

# Enveloppe combinee de superstructures file : 3

ENV     15640 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais), file 03 profil DEF"
    EFFORT MZ
    REAC   MZ
    CHARGE  15700    0.753000   1.247000  # Chape sur tablier file 03 profil DEF
    CHARGE  16000    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 1 file 03 profil DEF
    CHARGE  16060    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 2 file 03 profil DEF
FIN

# Charges de superstructures file : 2

CHARGE  14980      "Chape sur tablier file 02 profil DEF"
    BARRES
    Lst_About_G   UNIFORME FY  -23.0272     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.956792
    Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -23.0272     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.956792
    Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.2625     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.966570
    Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -23.0272     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.956792
    Lst_About_D   UNIFORME FY  -23.0272     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.956792
FIN

CHARGE  15280      "Bande de superstructure 1 file 02 profil DEF"
    BARRES
    Lst_About_G   UNIFORME FY  -47.0061     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   2.61727
```

```
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -47.0061     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   2.61727
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -39.5065     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   2.19970
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -47.0061     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   2.61727
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -47.0061     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   2.61727
    FIN

    CHARGE  15340      "Bande de superstructure 2 file 02 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  0.587557     GLO  # Pl =   10.4100     Km = -0.564416E-01
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  0.587557     GLO  # Pl =   10.4100     Km = -0.564416E-01
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY -0.152713     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.146698E-01
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  0.587557     GLO  # Pl =   10.4100     Km = -0.564416E-01
        Lst_About_D   UNIFORME FY  0.587557     GLO  # Pl =   10.4100     Km = -0.564416E-01
    FIN

    EXEC CHARGES 14980, 15280, 15340

    # Enveloppe combinee de superstructures file : 2

    ENV     14920 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais), file 02 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE  14980    0.753000   1.247000  # Chape sur tablier file 02 profil DEF
        CHARGE  15280    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 1 file 02 profil DEF
        CHARGE  15340    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 2 file 02 profil DEF
    FIN

# Enveloppe pour les differentes files avec superstructures definitives NU = NU(ELS)

    ENV     12400      "Enveloppe superstructures (+ remblais) pour differentes files de poutres profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV     19960                          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais), file 09 profil DEF
        ENV     19240                          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais), file 08 profil DEF
        ENV     18520                          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais), file 07 profil DEF
        ENV     17800                          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais), file 06 profil DEF
        ENV     17080                          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais), file 05 profil DEF
        ENV     16360                          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais), file 04 profil DEF
        ENV     15640                          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais), file 03 profil DEF
        ENV     14920                          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais), file 02 profil DEF
    FIN

# Total des superstructures

    ENV      3020 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) long terme profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV     12400                          # Enveloppe superstructures (+ remblais) pour differentes files de poutres profil
DEF
    FIN

# PROFIL DEFINITIF NU = NU(ELU)

    # Charges de superstructures file : 9

    CHARGE  20050      "Chape sur tablier Nu = 0 file 09 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -22.9571     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.953880
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -22.9571     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.953880
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.1371     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.961362
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -22.9571     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.953880
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -22.9571     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.953880
    FIN

    CHARGE  20350      "Bande de superstructure 1 Nu = 0 file 09 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  0.621266     GLO  # Pl =   17.9600     Km = -0.345917E-01
        Lst Travee 1  UNIFORME FY  0.621266     GLO  # Pl =   17.9600     Km = -0.345917E-01
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -1.27362     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.709140E-01
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  0.621266     GLO  # Pl =   17.9600     Km = -0.345917E-01
        Lst About D   UNIFORME FY  0.621266     GLO  # Pl =   17.9600     Km = -0.345917E-01
    FIN

    CHARGE  20410      "Bande de superstructure 2 Nu = 0 file 09 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -26.8255     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   2.57690
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -26.8255     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   2.57690
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -22.2445     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   2.13684
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -26.8255     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   2.57690
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -26.8255     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   2.57690
    FIN

    EXEC CHARGES 20050, 20350, 20410

    # Enveloppe combinee de superstructures file : 9

    ENV     19990 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0, file 09 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE  20050    0.753000   1.247000  # Chape sur tablier Nu = 0 file 09 profil DEF
        CHARGE  20350    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 1 Nu = 0 file 09 profil DEF
        CHARGE  20410    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 2 Nu = 0 file 09 profil DEF
    FIN

    # Charges de superstructures file : 8

    CHARGE  19330      "Chape sur tablier Nu = 0 file 08 profil DEF"
        BARRES
```

```
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -23.4514     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.974419
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -23.4514     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.974419
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.3656     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.970856
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -23.4514     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.974419
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -23.4514     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.974419
    FIN

    CHARGE  19630      "Bande de superstructure 1 Nu = 0 file 08 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY -0.509557     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.283717E-01
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY -0.509557     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.283717E-01
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -3.75507     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.209079
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY -0.509557     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.283717E-01
        Lst_About_D   UNIFORME FY -0.509557     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.283717E-01
    FIN

    CHARGE  19690      "Bande de superstructure 2 Nu = 0 file 08 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -19.3277     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.85665
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -19.3277     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.85665
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -17.7325     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.70341
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -19.3277     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.85665
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -19.3277     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.85665
    FIN

    EXEC CHARGES 19330, 19630, 19690

    # Enveloppe combinee de superstructures file : 8

    ENV     19270 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0, file 08 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE  19330    0.753000   1.247000  # Chape sur tablier Nu = 0 file 08 profil DEF
        CHARGE  19630    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 1 Nu = 0 file 08 profil DEF
        CHARGE  19690    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 2 Nu = 0 file 08 profil DEF
    FIN

    # Charges de superstructures file : 7

    CHARGE  18610      "Chape sur tablier Nu = 0 file 07 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -23.7718     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.987731
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -23.7718     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.987731
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.5342     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.977862
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -23.7718     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.987731
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -23.7718     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.987731
    FIN

    CHARGE  18910      "Bande de superstructure 1 Nu = 0 file 07 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -2.58680     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.144031
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -2.58680     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.144031
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -6.96692     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.387913
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -2.58680     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.144031
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -2.58680     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.144031
    FIN

    CHARGE  18970      "Bande de superstructure 2 Nu = 0 file 07 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -12.3407     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.18547
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -12.3407     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.18547
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -13.3760     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.28492
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -12.3407     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.18547
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -12.3407     GLO  # Pl =   10.4100     Km =   1.18547
    FIN

    EXEC CHARGES 18610, 18910, 18970

    # Enveloppe combinee de superstructures file : 7

    ENV     18550 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0, file 07 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE  18610    0.753000   1.247000  # Chape sur tablier Nu = 0 file 07 profil DEF
        CHARGE  18910    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 1 Nu = 0 file 07 profil DEF
        CHARGE  18970    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 2 Nu = 0 file 07 profil DEF
    FIN

    # Charges de superstructures file : 6

    CHARGE  17890      "Chape sur tablier Nu = 0 file 06 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -23.9217     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.993962
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -23.9217     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.993962
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.6226     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.981534
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -23.9217     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.993962
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -23.9217     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.993962
    FIN

    CHARGE  18190      "Bande de superstructure 1 Nu = 0 file 06 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -6.32380     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.352105
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -6.32380     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.352105
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -11.2018     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.623707
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -6.32380     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.352105
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -6.32380     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.352105
    FIN
```

```
CHARGE  18250      "Bande de superstructure 2 Nu = 0 file 06 profil DEF"
    BARRES
    Lst_About_G   UNIFORME FY  -6.96497     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.669066
    Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -6.96497     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.669066
    Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -9.50427     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.912995
    Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -6.96497     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.669066
    Lst_About_D   UNIFORME FY  -6.96497     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.669066
FIN

EXEC CHARGES 17890, 18190, 18250

# Enveloppe combinee de superstructures file : 6

ENV     17830 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0, file 06 profil DEF"
    EFFORT MZ
    REAC   MZ
    CHARGE  17890    0.753000   1.247000  # Chape sur tablier Nu = 0 file 06 profil DEF
    CHARGE  18190    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 1 Nu = 0 file 06 profil DEF
    CHARGE  18250    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 2 Nu = 0 file 06 profil DEF
FIN

# Charges de superstructures file : 5

CHARGE  17170      "Chape sur tablier Nu = 0 file 05 profil DEF"
    BARRES
    Lst_About_G   UNIFORME FY  -23.9217     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.993962
    Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -23.9217     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.993962
    Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.6226     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.981534
    Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -23.9217     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.993962
    Lst_About_D   UNIFORME FY  -23.9217     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.993962
FIN

CHARGE  17470      "Bande de superstructure 1 Nu = 0 file 05 profil DEF"
    BARRES
    Lst_About_G   UNIFORME FY  -12.5458     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.698543
    Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -12.5458     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.698543
    Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -16.6343     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.926185
    Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -12.5458     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.698543
    Lst_About_D   UNIFORME FY  -12.5458     GLO  # Pl =   17.9600     Km =  0.698543
FIN

CHARGE  17530      "Bande de superstructure 2 Nu = 0 file 05 profil DEF"
    BARRES
    Lst_About_G   UNIFORME FY  -3.42601     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.329107
    Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -3.42601     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.329107
    Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -6.33249     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.608308
    Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -3.42601     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.329107
    Lst_About_D   UNIFORME FY  -3.42601     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.329107
FIN

EXEC CHARGES 17170, 17470, 17530

# Enveloppe combinee de superstructures file : 5

ENV     17110 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0, file 05 profil DEF"
    EFFORT MZ
    REAC   MZ
    CHARGE  17170    0.753000   1.247000  # Chape sur tablier Nu = 0 file 05 profil DEF
    CHARGE  17470    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 1 Nu = 0 file 05 profil DEF
    CHARGE  17530    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 2 Nu = 0 file 05 profil DEF
FIN

# Charges de superstructures file : 4

CHARGE  16450      "Chape sur tablier Nu = 0 file 04 profil DEF"
    BARRES
    Lst_About_G   UNIFORME FY  -23.7718     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.987731
    Lst Travee 1  UNIFORME FY  -23.7718     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.987731
    Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.5342     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.977862
    Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -23.7718     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.987731
    Lst About D   UNIFORME FY  -23.7718     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.987731
FIN

CHARGE  16750      "Bande de superstructure 1 Nu = 0 file 04 profil DEF"
    BARRES
    Lst_About_G   UNIFORME FY  -21.8020     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.21392
    Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -21.8020     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.21392
    Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.1828     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.29080
    Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -21.8020     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.21392
    Lst_About_D   UNIFORME FY  -21.8020     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.21392
FIN

CHARGE  16810      "Bande de superstructure 2 Nu = 0 file 04 profil DEF"
    BARRES
    Lst About G   UNIFORME FY  -1.33692     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.128427
    Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -1.33692     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.128427
    Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -3.88397     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.373100
    Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -1.33692     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.128427
    Lst_About_D   UNIFORME FY  -1.33692     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.128427
FIN

EXEC CHARGES 16450, 16750, 16810

# Enveloppe combinee de superstructures file : 4

ENV     16390 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0, file 04 profil DEF"
    EFFORT MZ
    REAC   MZ
```

```
        CHARGE  16450    0.753000   1.247000  # Chape sur tablier Nu = 0 file 04 profil DEF
        CHARGE  16750    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 1 Nu = 0 file 04 profil DEF
        CHARGE  16810    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 2 Nu = 0 file 04 profil DEF
    FIN

    # Charges de superstructures file : 3

    CHARGE  15730      "Chape sur tablier Nu = 0 file 03 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -23.4514     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.974419
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -23.4514     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.974419
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.3656     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.970856
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -23.4514     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.974419
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -23.4514     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.974419
    FIN

    CHARGE  16030      "Bande de superstructure 1 Nu = 0 file 03 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -33.4954     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.86500
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -33.4954     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.86500
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -30.4453     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.69517
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -33.4954     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.86500
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -33.4954     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   1.86500
    FIN

    CHARGE  16090      "Bande de superstructure 2 Nu = 0 file 03 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY -0.196646     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.188901E-01
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY -0.196646     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.188901E-01
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -2.04005     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.195970
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY -0.196646     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.188901E-01
        Lst_About_D   UNIFORME FY -0.196646     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.188901E-01
    FIN

    EXEC CHARGES 15730, 16030, 16090

    # Enveloppe combinee de superstructures file : 3

    ENV     15670 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0, file 03 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE  15730    0.753000   1.247000  # Chape sur tablier Nu = 0 file 03 profil DEF
        CHARGE  16030    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 1 Nu = 0 file 03 profil DEF
        CHARGE  16090    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 2 Nu = 0 file 03 profil DEF
    FIN

    # Charges de superstructures file : 2

    CHARGE  15010      "Chape sur tablier Nu = 0 file 02 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -22.9571     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.953880
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -22.9571     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.953880
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -23.1371     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.961362
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -22.9571     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.953880
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -22.9571     GLO  # Pl =   24.0670     Km =  0.953880
    FIN

    CHARGE  15310      "Bande de superstructure 1 Nu = 0 file 02 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  -45.6130     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   2.53970
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  -45.6130     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   2.53970
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY  -37.8626     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   2.10816
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  -45.6130     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   2.53970
        Lst_About_D   UNIFORME FY  -45.6130     GLO  # Pl =   17.9600     Km =   2.53970
    FIN

    CHARGE  15370      "Bande de superstructure 2 Nu = 0 file 02 profil DEF"
        BARRES
        Lst_About_G   UNIFORME FY  0.411290     GLO  # Pl =   10.4100     Km = -0.395091E-01
        Lst_Travee_1  UNIFORME FY  0.411290     GLO  # Pl =   10.4100     Km = -0.395091E-01
        Lst_Travee_2  UNIFORME FY -0.622089     GLO  # Pl =   10.4100     Km =  0.597588E-01
        Lst_Travee_3  UNIFORME FY  0.411290     GLO  # Pl =   10.4100     Km = -0.395091E-01
        Lst_About_D   UNIFORME FY  0.411290     GLO  # Pl =   10.4100     Km = -0.395091E-01
    FIN

    EXEC CHARGES 15010, 15310, 15370

    # Enveloppe combinee de superstructures file : 2

    ENV     14950 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0, file 02 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE  15010    0.753000   1.247000  # Chape sur tablier Nu = 0 file 02 profil DEF
        CHARGE  15310    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 1 Nu = 0 file 02 profil DEF
        CHARGE  15370    1.000000   1.000000  # Bande de superstructure 2 Nu = 0 file 02 profil DEF
    FIN

# Enveloppe pour les differentes files avec superstructures definitives NU = NU(ELU)

    ENV     12430      "Enveloppe superstructures (+ remblais) Nu = 0 pour differentes files de poutres profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV     19990                          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0, file 09 profil
DEF
        ENV     19270                          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0, file 08 profil
DEF
        ENV     18550                          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0, file 07 profil
DEF
```

```
        ENV     17830                        # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0, file 06 profil
DEF
        ENV     17110                        # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0, file 05 profil
DEF
        ENV     16390                        # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0, file 04 profil
DEF
        ENV     15670                        # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0, file 03 profil
DEF
        ENV     14950                        # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0, file 02 profil
DEF
    FIN

# Total des superstructures

    ENV      3050 COMB "Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV     12430                        # Enveloppe superstructures (+ remblais) Nu = 0 pour differentes files de poutres
profil DEF
    FIN

# ENVELOPPE ELU

    ENV      3110 COMB "Poids propre + superstructures (+ remblais) ELU profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3050    1.000000   1.350000  # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) Nu = 0 profil DEF
    FIN

# CHARGES PERMANENTES TRANSMISES PAR LES REMBLAIS, PROFIL DEFINITIF (LONG TERME)

    CHARGE  12460      "Charge permanente transmise par le remblai : culee gauche profil DEF"
        BARRES
        NOEUD 1 FX     0.000000 MZ     0.000000          # Noeud extreme gauche
    FIN

    EXEC CHARGES 12460

    CHARGE  12490      "Charge permanente transmise par le remblai : culee droite profil DEF"
        BARRES
        NOEUD 4 FX     0.000000 MZ     0.000000          # Noeud extreme droit
    FIN

    EXEC CHARGES 12490

    COMB    12520      "Charge permanente transmise par le remblai : kmin profil DEF"
        CHARGE  12460    0.700000             # Charge permanente transmise par le remblai : culee gauche profil DEF
        CHARGE  12490    0.700000             # Charge permanente transmise par le remblai : culee droite profil DEF
    FIN

    COMB    12550      "Charge permanente transmise par le remblai : kmax profil DEF"
        CHARGE  12460    1.300000             # Charge permanente transmise par le remblai : culee gauche profil DEF
        CHARGE  12490    1.300000             # Charge permanente transmise par le remblai : culee droite profil DEF
    FIN

    ENV     12610      "Charges permanentes caracteristiques transmises par les remblais (long terme) profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        COMB    12520                         # Charge permanente transmise par le remblai : kmin profil DEF
        COMB    12550                         # Charge permanente transmise par le remblai : kmax profil DEF
    FIN

    ENV     12640 COMB "Charges permanentes ultimes transmises par les remblais profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV     12610    1.000000   1.350000  # Charges permanentes caracteristiques transmises par les remblais (long terme)
profil DEF
    FIN

# TASSEMENTS D'APPUIS

    # Tassements probables

    CHARGE   3200      "Tassements probables"
        APPUI    1 DY    0.000000
        APPUI    2 DY    0.000000
        APPUI    3 DY    0.000000
        APPUI    4 DY    0.000000
    FIN

    EXEC CHARGES 3200

    # Charges de tassements aleatoires

    CHARGE   3210      "Tassement aleatoire appui 1"
        APPUI    1 DY   -0.010000
    FIN

    CHARGE   3220      "Tassement aleatoire appui 2"
        APPUI    2 DY   -0.010000
    FIN

    CHARGE   3230      "Tassement aleatoire appui 3"
        APPUI    3 DY   -0.010000
    FIN

    CHARGE   3240      "Tassement aleatoire appui 4"
        APPUI    4 DY   -0.010000
```

```
    FIN

    EXEC CHARGES 3210, 3220, 3230, 3240

    # Enveloppes des tassements aleatoires de 2 appuis

    ENV      3280 COMB "Tassements aleatoires 1 - 2"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE   3210    1.000000  -1.000000  # Tassement aleatoire appui 1
        CHARGE   3220    1.000000  -1.000000  # Tassement aleatoire appui 2
    FIN

    ENV      3290 COMB "Tassements aleatoires 2 - 3"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE   3220    1.000000  -1.000000  # Tassement aleatoire appui 2
        CHARGE   3230    1.000000  -1.000000  # Tassement aleatoire appui 3
    FIN

    ENV      3300 COMB "Tassements aleatoires 3 - 4"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE   3230    1.000000  -1.000000  # Tassement aleatoire appui 3
        CHARGE   3240    1.000000  -1.000000  # Tassement aleatoire appui 4
    FIN

    # Enveloppe des tassements aleatoires

    ENV      3340      "Enveloppe tassements aleatoires"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3280                         # Tassements aleatoires 1 - 2
        ENV      3290                         # Tassements aleatoires 2 - 3
        ENV      3300                         # Tassements aleatoires 3 - 4
    FIN

# AFFECTATION DU BETON - COURT TERME

    CONSTANTES Lst_Tab_Seul MATERIAU  80  # Poutres entretoises et abouts

# EFFETS THERMIQUES

    # Charges de gradient thermique positif et negatif

    CHARGE   3350      "Gradient thermique positif"
        TEMP  Lst_Tab_Seul  GY   12.000000
    FIN

    CHARGE   3360      "Gradient thermique negatif"
        TEMP  Lst_Tab_Seul  GY    0.000000
    FIN

    # Charges de dilatation thermique positive et negative

    CHARGE   3370      "Dilatation thermique positive"
        TEMP  Lst Tab Seul  UNI    0.000000
    FIN

    CHARGE   3380      "Dilatation thermique negative"
        TEMP  Lst_Tab_Seul  UNI    0.000000
    FIN

    EXEC CHARGES 3350, 3360, 3370, 3380

    # Enveloppe gradient seul

    ENV      3390      "Enveloppe gradient thermique seul"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE   3350                         # Gradient thermique positif
        CHARGE   3360                         # Gradient thermique negatif
    FIN

    # Enveloppe dilatation seule

    ENV      3400      "Enveloppe dilatation thermique seule"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE   3370                         # Dilatation thermique positive
        CHARGE   3380                         # Dilatation thermique negative
    FIN

    # Enveloppe gradient-dilatation, gradient principal

    ENV      3410 COMB "Enveloppe thermique Tk - gradient principal"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3390    1.000000             # Enveloppe gradient thermique seul
        ENV      3400    0.350000             # Enveloppe dilatation thermique seule
    FIN

    # Enveloppe gradient-dilatation, dilatation principale

    ENV      3420 COMB "Enveloppe thermique Tk - dilatation principale"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3390    0.750000             # Enveloppe gradient thermique seul
```

```
        ENV      3400    1.000000             # Enveloppe dilatation thermique seule
    FIN

    # Enveloppe thermique Tk totale

    ENV      3430      "Enveloppe thermique Tk totale"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3410    1.000000             # Enveloppe thermique Tk - gradient principal
        ENV      3420    1.000000             # Enveloppe thermique Tk - dilatation principale
    FIN

# VEHICULES GENERALISES STANDARD

    CONVOI 1009 "Essieu TS accidentel trottoir sens longitudinal"
        MAX_CAM  1
        MAX_FILE 1
        LARG           2.400
        LONG           0.400
        COEFF TRANS    1.000
        ESSIEU
         1 XL    0.200 POIDS  200.000 YL -1.000,  1.000 IMPACT  0.400  0.400
    FIN

    CONVOI 1019 "Essieu TS accidentel trottoir sens transversal"
        MAX_CAM  1
        MAX_FILE 1
        LARG           1.000
        LONG           2.400
        COEFF TRANS    1.000
        ESSIEU
         1 XL    0.200 POIDS  100.000 YL  0.000 IMPACT  0.400  0.400
         2 XL    2.200 POIDS  100.000 YL  0.000 IMPACT  0.400  0.400
    FIN

# SURCHARGES TRANSMISES PAR LES REMBLAIS, PROFIL DEFINITIF

    CHARGE  12670      "Charge d'exploitation transmise par le remblai : culee gauche profil DEF"
        BARRES
        NOEUD 1 FX     0.000000 MZ     0.000000          # Noeud extreme gauche
    FIN

    CHARGE  12700      "Charge d'exploitation transmise par le remblai : culee droite profil DEF"
        BARRES
        NOEUD 4 FX     0.000000 MZ     0.000000          # Noeud extreme droit
    FIN

    EXEC CHARGES 12670, 12700

    ENV     12730 COMB "Charges d'exploitation caracteristiques transmises par les remblais profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE  12670    0.000000   1.000000  # Charge d'exploitation transmise par le remblai : culee gauche profil DEF
        CHARGE  12700    0.000000   1.000000  # Charge d'exploitation transmise par le remblai : culee droite profil DEF
    FIN

    ENV     12760 COMB "Charges d'exploitation ultimes transmises par les remblais profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV     12730    0.000000   1.350000  # Charges d'exploitation caracteristiques transmises par les remblais profil DEF
    FIN

# CHARGE : Charge A(L) caracteristique AFF 1 profil DEF

    TABLIER

        CLASSE 3

        ZONE_TRANS
        1 LARG  5.500  #  Chaussee

        BARRES Lst_Tablier
        LDIF  0.1200

        REP_TRANS
        KBARRE Lst_About_G  KTRANS  1.28945   # Dyn :  1.00000   K :  1.28945
        KBARRE Lst_Travee_1 KTRANS  1.28945   # Dyn :  1.00000   K :  1.28945
        KBARRE Lst_Travee_2 KTRANS  1.12916   # Dyn :  1.00000   K :  1.12916
        KBARRE Lst_Travee_3 KTRANS  1.28945   # Dyn :  1.00000   K :  1.28945
        KBARRE Lst_About_D  KTRANS  1.28945   # Dyn :  1.00000   K :  1.28945

    FIN

    SURCH   35790      "Charge A(L) caracteristique AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        AL
        POND 11.772000 # K Groupe :  1.20 Newton :  9.81
        ZONE 1
    FIN

    EXEC SURCH 35790

# CHARGE : Charge A(L) frequent AFF 1 profil DEF

    ENV     35800      "Charge A(L) frequent AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
```

```
        SURCH   35790    0.200000             # Charge A(L) caracteristique AFF 1 profil DEF
    FIN

# CHARGE : Charge A(L) ultime AFF 1 profil DEF

    TABLIER

        CLASSE 3

        ZONE_TRANS
        1 LARG  5.500  #  Chaussee

        BARRES Lst_Tablier
        LDIF  0.1200

        REP_TRANS
        KBARRE Lst_About_G  KTRANS  1.27833   # Dyn :  1.00000   K :  1.27833
        KBARRE Lst_Travee_1 KTRANS  1.27833   # Dyn :  1.00000   K :  1.27833
        KBARRE Lst_Travee_2 KTRANS  1.12501   # Dyn :  1.00000   K :  1.12501
        KBARRE Lst_Travee_3 KTRANS  1.27833   # Dyn :  1.00000   K :  1.27833
        KBARRE Lst_About_D  KTRANS  1.27833   # Dyn :  1.00000   K :  1.27833

    FIN

    SURCH   35810      "Charge A(L) ultime AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        AL
        POND 15.745050 # K Groupe :  1.07 Gamma Q :  1.50 Newton :  9.81
        ZONE 1
    FIN

    EXEC SURCH 35810

# CHARGE : Systeme Bc caracteristique AFF 1 profil DEF

    TABLIER

        CLASSE 3

        ZONE_TRANS
        1 LARG  5.500  #  Chaussee

        BARRES Lst_Tablier
        LDIF  0.1200

        REP_TRANS
        KBARRE Lst_About_G  KTRANS  1.42926   # Dyn :  1.00000   K :  1.42926
        KBARRE Lst_Travee_1 KTRANS  1.42926   # Dyn :  1.00000   K :  1.42926
        KBARRE Lst_Travee_2 KTRANS  1.22188   # Dyn :  1.00000   K :  1.22188
        KBARRE Lst_Travee_3 KTRANS  1.42926   # Dyn :  1.00000   K :  1.42926
        KBARRE Lst_About_D  KTRANS  1.42926   # Dyn :  1.00000   K :  1.42926

    FIN

    SURCH   35820      "Systeme Bc caracteristique AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        BC
        POND 11.772000 # K Groupe :  1.20 Newton :  9.81
        ZONE 1
    FIN

    EXEC SURCH 35820

# CHARGE : Systeme Bc frequent AFF 1 profil DEF

    ENV     35830      "Systeme Bc frequent AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        SURCH   35820    0.200000             # Systeme Bc caracteristique AFF 1 profil DEF
    FIN

# CHARGE : Systeme Bc ultime AFF 1 profil DEF

    TABLIER

        CLASSE 3

        ZONE_TRANS
        1 LARG  5.500  #  Chaussee

        BARRES Lst_Tablier
        LDIF  0.1200

        REP_TRANS
        KBARRE Lst_About_G  KTRANS  1.40840   # Dyn :  1.00000   K :  1.40840
        KBARRE Lst_Travee_1 KTRANS  1.40840   # Dyn :  1.00000   K :  1.40840
        KBARRE Lst_Travee_2 KTRANS  1.21332   # Dyn :  1.00000   K :  1.21332
        KBARRE Lst_Travee_3 KTRANS  1.40840   # Dyn :  1.00000   K :  1.40840
        KBARRE Lst_About_D  KTRANS  1.40840   # Dyn :  1.00000   K :  1.40840

    FIN

    SURCH   35840      "Systeme Bc ultime AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        BC
```

```
        POND 15.745050 # K Groupe :  1.07 Gamma Q :  1.50 Newton :  9.81
        ZONE 1
    FIN

    EXEC SURCH 35840

# CHARGE : Trottoir FR caracteristique AFF 1 profil DEF

    TABLIER

        CLASSE 3

        ZONE_TRANS
        1 LARG  3.120  #  Trottoir gauche  Trottoir droit

        BARRES Lst_Tablier
        LDIF  0.1200

        REP_TRANS
        KBARRE Lst_About_G  KTRANS  1.62963   # Dyn :  1.00000   K :  1.62963
        KBARRE Lst_Travee_1 KTRANS  1.62963   # Dyn :  1.00000   K :  1.62963
        KBARRE Lst_Travee_2 KTRANS  1.38783   # Dyn :  1.00000   K :  1.38783
        KBARRE Lst_Travee_3 KTRANS  1.62963   # Dyn :  1.00000   K :  1.62963
        KBARRE Lst_About_D  KTRANS  1.62963   # Dyn :  1.00000   K :  1.62963

    FIN

    SURCH   35850      "Trottoir FR caracteristique AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        TROT
        POND  9.810000 # Newton :  9.81
        ZONE 1
    FIN

    EXEC SURCH 35850

# CHARGE : Trottoir FR frequent AFF 1 profil DEF

    ENV     35860      "Trottoir FR frequent AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        SURCH   35850    0.600000             # Trottoir FR caracteristique AFF 1 profil DEF
    FIN

# CHARGE : Trottoir FR ultime AFF 1 profil DEF

    TABLIER

        CLASSE 3

        ZONE_TRANS
        1 LARG  3.120  #  Trottoir gauche  Trottoir droit

        BARRES Lst_Tablier
        LDIF  0.1200

        REP_TRANS
        KBARRE Lst_About_G  KTRANS  1.58821   # Dyn :  1.00000   K :  1.58821
        KBARRE Lst_Travee_1 KTRANS  1.58821   # Dyn :  1.00000   K :  1.58821
        KBARRE Lst_Travee_2 KTRANS  1.33485   # Dyn :  1.00000   K :  1.33485
        KBARRE Lst_Travee_3 KTRANS  1.58821   # Dyn :  1.00000   K :  1.58821
        KBARRE Lst_About_D  KTRANS  1.58821   # Dyn :  1.00000   K :  1.58821

    FIN

    SURCH   35870      "Trottoir FR ultime AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        TROT
        POND 15.745050 # K Groupe :  1.07 Gamma Q :  1.50 Newton :  9.81
        ZONE 1
    FIN

    EXEC SURCH 35870

# CHARGE : Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF

    ENV     35910 COMB "Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        SURCH   35790                        # Charge A(L) caracteristique AFF 1 profil DEF
        SURCH   35850                        # Trottoir FR caracteristique AFF 1 profil DEF
    FIN

# CHARGE : Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF

    ENV     35920 COMB "Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        SURCH   35820                        # Systeme Bc caracteristique AFF 1 profil DEF
        SURCH   35850                        # Trottoir FR caracteristique AFF 1 profil DEF
    FIN

# CHARGE : Charges civiles et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF

    ENV     35930      "Charges civiles et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
```

```
        REAC   MZ
        ENV     35910                        # Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF
        ENV     35920                        # Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF
        SURCH   35850                        # Trottoir FR caracteristique AFF 1 profil DEF
    FIN

# CHARGE : Charge A(L) et trottoirs frequent AFF 1 profil DEF

    ENV     35940 COMB "Charge A(L) et trottoirs frequent AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV     35800                        # Charge A(L) frequent AFF 1 profil DEF
        ENV     35860                        # Trottoir FR frequent AFF 1 profil DEF
    FIN

# CHARGE : Systeme Bc et trottoirs frequent AFF 1 profil DEF

    ENV     35950 COMB "Systeme Bc et trottoirs frequent AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV     35830                        # Systeme Bc frequent AFF 1 profil DEF
        ENV     35860                        # Trottoir FR frequent AFF 1 profil DEF
    FIN

# CHARGE : Charges civiles et trottoirs frequent AFF 1 profil DEF

    ENV     35960      "Charges civiles et trottoirs frequent AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV     35940                        # Charge A(L) et trottoirs frequent AFF 1 profil DEF
        ENV     35950                        # Systeme Bc et trottoirs frequent AFF 1 profil DEF
        ENV     35860                        # Trottoir FR frequent AFF 1 profil DEF
    FIN

# CHARGE : Charge A(L) et trottoirs ultime AFF 1 profil DEF

    ENV     35970 COMB "Charge A(L) et trottoirs ultime AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        SURCH   35810                        # Charge A(L) ultime AFF 1 profil DEF
        SURCH   35870                        # Trottoir FR ultime AFF 1 profil DEF
    FIN

# CHARGE : Systeme Bc et trottoirs ultime AFF 1 profil DEF

    ENV     35980 COMB "Systeme Bc et trottoirs ultime AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        SURCH   35840                        # Systeme Bc ultime AFF 1 profil DEF
        SURCH   35870                        # Trottoir FR ultime AFF 1 profil DEF
    FIN

# CHARGE : Charges civiles et trottoirs ultime AFF 1 profil DEF

    ENV     35990      "Charges civiles et trottoirs ultime AFF 1 profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV     35970                        # Charge A(L) et trottoirs ultime AFF 1 profil DEF
        ENV     35980                        # Systeme Bc et trottoirs ultime AFF 1 profil DEF
        SURCH   35870                        # Trottoir FR ultime AFF 1 profil DEF
    FIN

# ENVELOPPES DES CHARGES D'EXPLOITATION, PROFIL DEFINITIF

    ENV      3470      "Enveloppe Q frequentes compatibles avec T profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV     35960                        # Charges civiles et trottoirs frequent AFF 1 profil DEF
    FIN

    ENV      3500      "Enveloppe Q frequentes incompatibles avec T profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE     10                        # Charge nulle
    FIN

    ENV      3530      "Enveloppe Q caracteristiques compatibles avec T profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV     35930                        # Charges civiles et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF
    FIN

    ENV      3560      "Enveloppe Q caracteristiques incompatibles avec T profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE     10                        # Charge nulle
    FIN

    ENV      3590      "Enveloppe Q combinaison profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE     10                        # Charge nulle
    FIN

    ENV      3620      "Enveloppe Q ultimes compatibles avec T profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV     35990                        # Charges civiles et trottoirs ultime AFF 1 profil DEF
```

```
    FIN

    ENV      3650      "Enveloppe Q ultimes incompatibles avec T profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE     10                          # Charge nulle
    FIN

    ENV      3680      "Enveloppe Q accidentelles profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        CHARGE     10                          # Charge nulle
    FIN

# ENVELOPPES PREDEFINIES, PROFIL DEFINITIF

    ENV      6290      "Charges civiles et trottoirs frequent profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV     35960                          # Charges civiles et trottoirs frequent AFF 1 profil DEF
    FIN

    ENV      6260      "Charges civiles et trottoirs caracteristique profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV     35930                          # Charges civiles et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF
    FIN

    ENV      6320      "Charges civiles et trottoirs ultime profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV     35990                          # Charges civiles et trottoirs ultime AFF 1 profil DEF
    FIN

# COMBINAISONS RELATIVES AUX ETATS LIMITES DE SERVICE

    # ELS quasi permanent

    ENV      3710 COMB "ELS quasi permanent sans prec. profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3020    1.000000             # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) long terme profil DEF
        CHARGE   3200    1.000000             # Tassements probables
        ENV      3340    0.000000   0.000000  # Enveloppe tassements aleatoires
        ENV      3430    0.000000   0.500000  # Enveloppe thermique Tk totale
    FIN

    # ELS frequent Q principal compatible avec T accompagnement

    ENV      3740 COMB "ELS frequent sans prec. Q base T oui profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3020    1.000000             # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) long terme profil DEF
        CHARGE   3200    1.000000             # Tassements probables
        ENV      3340    0.000000   0.000000  # Enveloppe tassements aleatoires
        ENV      3430    0.000000   0.500000  # Enveloppe thermique Tk totale
        ENV      3470    0.000000   1.000000  # Enveloppe Q frequentes compatibles avec T profil DEF
    FIN

    # ELS frequent Q principal incompatible avec T accompagnement

    ENV      3770 COMB "ELS frequent sans prec. Q base T non profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3020    1.000000             # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) long terme profil DEF
        CHARGE   3200    1.000000             # Tassements probables
        ENV      3340    0.000000   0.000000  # Enveloppe tassements aleatoires
        ENV      3500    0.000000   1.000000  # Enveloppe Q frequentes incompatibles avec T profil DEF
    FIN

    # ELS frequent T principal

    ENV      3800 COMB "ELS frequent sans prec. T base profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3020    1.000000             # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) long terme profil DEF
        CHARGE   3200    1.000000             # Tassements probables
        ENV      3340    0.000000   0.000000  # Enveloppe tassements aleatoires
        ENV      3430    0.000000   0.600000  # Enveloppe thermique Tk totale
    FIN

    # ELS frequent enveloppe

    ENV      3830      "ELS frequent sans prec. profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3740                          # ELS frequent sans prec. Q base T oui profil DEF
        ENV      3770                          # ELS frequent sans prec. Q base T non profil DEF
        ENV      3800                          # ELS frequent sans prec. T base profil DEF
    FIN

    # ELS caracteristique Q principal compatible avec T accompagnement

    ENV      3860 COMB "ELS caracteristique sans prec. Q base T oui profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3020    1.000000             # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) long terme profil DEF
        CHARGE   3200    1.000000             # Tassements probables
```

```
        ENV      3340    0.000000   1.000000  # Enveloppe tassements aleatoires
        ENV      3430    0.000000   0.600000  # Enveloppe thermique Tk totale
        ENV      3530    0.000000   1.000000  # Enveloppe Q caracteristiques compatibles avec T profil DEF
    FIN

    # ELS caracteristique Q principal incompatible avec T accompagnement

    ENV      3890 COMB "ELS caracteristique sans prec. Q base T non profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3020    1.000000             # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) long terme profil DEF
        CHARGE   3200    1.000000             # Tassements probables
        ENV      3340    0.000000   1.000000  # Enveloppe tassements aleatoires
        ENV      3560    0.000000   1.000000  # Enveloppe Q caracteristiques incompatibles avec T profil DEF
    FIN

    # ELS caracteristique T principal

    ENV      3920 COMB "ELS caracteristique sans prec. T base profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3020    1.000000             # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) long terme profil DEF
        CHARGE   3200    1.000000             # Tassements probables
        ENV      3340    0.000000   1.000000  # Enveloppe tassements aleatoires
        ENV      3430    0.000000   1.000000  # Enveloppe thermique Tk totale
        ENV      3590    0.000000   1.000000  # Enveloppe Q combinaison profil DEF
    FIN

    # ELS caracteristique enveloppe

    ENV      3950      "ELS caracteristique sans prec. profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3860                         # ELS caracteristique sans prec. Q base T oui profil DEF
        ENV      3890                         # ELS caracteristique sans prec. Q base T non profil DEF
        ENV      3920                         # ELS caracteristique sans prec. T base profil DEF
    FIN

# COMBINAISONS RELATIVES AUX ETATS LIMITES ULTIMES

    # ELU quasi permanent

    ENV      3980 COMB "ELU quasi permanent sans prec. profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3110                         # Poids propre + superstructures (+ remblais) ELU profil DEF
        CHARGE   3200    0.000000             # Tassements probables
        ENV      3340    0.000000   0.000000  # Enveloppe tassements aleatoires
        ENV      3430    0.000000   0.000000  # Enveloppe thermique Tk totale
    FIN

    # ELU fondamental Q principal compatible avec T accompagnement

    ENV      4010 COMB "ELU fondamental sans prec. Q base T oui profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3110                         # Poids propre + superstructures (+ remblais) ELU profil DEF
        CHARGE   3200    0.000000             # Tassements probables
        ENV      3340    0.000000   0.000000  # Enveloppe tassements aleatoires
        ENV      3430    0.000000   0.000000  # Enveloppe thermique Tk totale
        ENV      3620    0.000000   1.000000  # Enveloppe Q ultimes compatibles avec T profil DEF
    FIN

    # ELU fondamental Q principal incompatible avec T accompagnement

    ENV      4040 COMB "ELU fondamental sans prec. Q base T non profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3110                         # Poids propre + superstructures (+ remblais) ELU profil DEF
        CHARGE   3200    0.000000             # Tassements probables
        ENV      3340    0.000000   0.000000  # Enveloppe tassements aleatoires
        ENV      3650    0.000000   1.000000  # Enveloppe Q ultimes incompatibles avec T profil DEF
    FIN

    # ELU fondamental T principal

    ENV      4070 COMB "ELU fondamental sans prec. T base profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3110                         # Poids propre + superstructures (+ remblais) ELU profil DEF
        CHARGE   3200    0.000000             # Tassements probables
        ENV      3340    0.000000   0.000000  # Enveloppe tassements aleatoires
        ENV      3430    0.000000   0.000000  # Enveloppe thermique Tk totale
        ENV      3590    0.000000   1.350000  # Enveloppe Q combinaison profil DEF
    FIN

    # ELU fondamental enveloppe

    ENV      4100      "ELU fondamental sans prec. profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      4010                         # ELU fondamental sans prec. Q base T oui profil DEF
        ENV      4040                         # ELU fondamental sans prec. Q base T non profil DEF
        ENV      4070                         # ELU fondamental sans prec. T base profil DEF
    FIN

    # ELU accidentel
```

```
    ENV      4130 COMB "ELU accidentel sans prec. profil DEF"
        EFFORT MZ
        REAC   MZ
        ENV      3020                          # Enveloppe poids propre + superstructures (+ remblais) long terme profil DEF
        CHARGE   3200    0.000000              # Tassements probables
        ENV      3680                          # Enveloppe Q accidentelles profil DEF
    FIN

# LIGNES D'INFLUENCE DU MOMENT FLECHISSANT A MI-TRAVEE

    CHARGE   6760      "Cassure angulaire 1.00 mi travee 1"
        DEFORMATION
             105 CONCENTRE XL  0.49188392     RELATIF RZ 1.000
    FIN

    CHARGE   6770      "Cassure angulaire 1.00 mi travee 2"
        DEFORMATION
             205 CONCENTRE XL  0.50000000     RELATIF RZ 1.000
    FIN

    CHARGE   6780      "Cassure angulaire 1.00 mi travee 3"
        DEFORMATION
             305 CONCENTRE XL  0.50811608     RELATIF RZ 1.000
    FIN

    EXEC CHARGES 6760, 6770, 6780

# LIGNES D'INFLUENCE DU MOMENT FLECHISSANT SUR APPUIS

    CHARGE   6830      "Cassure angulaire 1.00 appui 2"
        DEFORMATION
             202 CONCENTRE XL   0.0000000     RELATIF RZ 1.000
    FIN

    CHARGE   6840      "Cassure angulaire 1.00 appui 3"
        DEFORMATION
             302 CONCENTRE XL   0.0000000     RELATIF RZ 1.000
    FIN

    EXEC CHARGES 6830, 6840

# LIGNES D'INFLUENCE DES REACTIONS D'APPUI

    CHARGE   6890      "Deplacement vertical 1.00 appui 1"
        APPUI    1 DY    1.000000
    FIN

    CHARGE   6900      "Deplacement vertical 1.00 appui 2"
        APPUI    2 DY    1.000000
    FIN

    CHARGE   6910      "Deplacement vertical 1.00 appui 3"
        APPUI    3 DY    1.000000
    FIN

    CHARGE   6920      "Deplacement vertical 1.00 appui 4"
        APPUI    4 DY    1.000000
    FIN

    EXEC CHARGES 6890, 6900, 6910, 6920

# LIGNES D'INFLUENCE DE LA FLECHE A MI-TRAVEES

    CHARGE   6960      "Force verticale 1.00 mi travee 1"
        BARRE       105 CONCENTRE XL  0.49188392     RELATIF FY -1.000
    FIN

    CHARGE   6970      "Force verticale 1.00 mi travee 2"
        BARRE       205 CONCENTRE XL  0.50000000     RELATIF FY -1.000
    FIN

    CHARGE   6980      "Force verticale 1.00 mi travee 3"
        BARRE       305 CONCENTRE XL  0.50811608     RELATIF FY -1.000
    FIN

    EXEC CHARGES 6960, 6970, 6980

# EDITION DES RESULTATS

    # Resultats generaux en efforts

    RESULTATS
        CHARG SURCH COMB ENV BARRES Lst_Tablier EFFORTS
        APPUIS
    FIN

    # Lignes d'influence de M a mi-travee pour les epreuves

    RESULTATS
        CHARG 6760, 6770, 6780  BARRES  Lst_Tablier   DEPLA
    FIN

    # Lignes d'influence de M sur appuis pour les epreuves

    RESULTATS
        CHARG 6830, 6840  BARRES  Lst_Tablier   DEPLA
    FIN
```

```
    # Lignes d'influence des reactions d'appuis pour les epreuves

    RESULTATS
        CHARG 6890, 6900, 6910, 6920  BARRES  Lst_Tablier   DEPLA
    FIN

    # Lignes d'influence de DY a mi-travee pour les epreuves

    RESULTATS
        CHARG 6960, 6970, 6980  BARRES  Lst_Tablier   DEPLA
    FIN
```

Fichier de résultats

```
    Non édité ici
```

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Suffixe du fichier ST1 : _STM_C.st1. Dossier dans lequel se situe le fichier : Module_2

Suffixe du fichier de résultats : _STM_C.txt. Dossier dans lequel se situe le fichier : Fichiers_Echanges

Ce fichier de données ST1 permet le calcul des efforts sous charges d'exploitation et surperstructures.

17.6 - Fichier pour le calcul de la flexion longitudinale (phasage de construction)

Ouvrage n°1

Fichier ST1

```
    OPTION PLANE
    MESSAGE AUCUN
    SORTIE '..\Projets\PRAD_T010_0\Fichiers_Echanges\PRAD_T010_0_PHAS_STM_C.txt' non pagine

# LISTES

# Listes de Barres Horizontales Superieures en Travee
    Lst_Barres_Hor_Sup_Travee1        =  11001 A  11034
    Lst_Barres_Hor_Sup_Travee2        =  12001 A  12064
    Lst_Barres_Hor_Sup_Travee3        =  13001 A  13034
    Lst_Barres_Hor_Sup_Travee_Toutes = Lst_Barres_Hor_Sup_Travee1, Lst_Barres_Hor_Sup_Travee2, Lst_Barres_Hor_Sup_Travee3

# Listes de Barres Horizontales Superieures sur Appui

    Lst_Barres_Hor_Sup_Appui1         = 110001 A 110005
    Lst_Barres_Hor_Sup_Appui2         = 111001 A 111006
    Lst_Barres_Hor_Sup_Appui3         = 112001 A 112006
    Lst_Barres_Hor_Sup_Appui4         = 113001 A 113005
    Lst_Barres_Hor_Sup_Appui_Centraux = Lst_Barres_Hor_Sup_Appui2, Lst_Barres_Hor_Sup_Appui3
    Lst_Barres_Hor_Sup_Appui_Tous = Lst_Barres_Hor_Sup_Appui1, Lst_Barres_Hor_Sup_Appui2, Lst_Barres_Hor_Sup_Appui3,
                                    Lst_Barres_Hor_Sup_Appui4

# Listes de Barres Horizontales Superieures Toutes

    Lst_Barres_Hor_Sup_Toutes = Lst_Barres_Hor_Sup_Travee_Toutes, Lst_Barres_Hor_Sup_Appui_Tous

# Listes de Barres Horizontales Inferieures en Travee

    Lst_Barres_Hor_Inf_Travee1        =   1001 A   1034
    Lst_Barres_Hor_Inf_Travee2        =   2001 A   2064
    Lst_Barres_Hor_Inf_Travee3        =   3001 A   3034
    Lst_Barres_Hor_Inf_Travee_Toutes = Lst_Barres_Hor_Inf_Travee1, Lst_Barres_Hor_Inf_Travee2, Lst_Barres_Hor_Inf_Travee3

# Listes de Barres Horizontales Inferieures sur Appui

    Lst_Barres_Hor_Inf_Appui1         = 100001 A 100005
```

```
    Lst_Barres_Hor_Inf_Appui2         = 101001 A 101006
    Lst_Barres_Hor_Inf_Appui3         = 102001 A 102006
    Lst_Barres_Hor_Inf_Appui4         = 103001 A 103005
    Lst_Barres_Hor_Inf_Appui_Centraux = Lst_Barres_Hor_Inf_Appui2, Lst_Barres_Hor_Inf_Appui3
    Lst_Barres_Hor_Inf_Appui_Tous = Lst_Barres_Hor_Inf_Appui1, Lst_Barres_Hor_Inf_Appui2, Lst_Barres_Hor_Inf_Appui3,
                                    Lst_Barres_Hor_Inf_Appui4

# Listes de Barres Horizontales Inferieures Toutes

    Lst_Barres_Hor_Inf_Toutes = Lst_Barres_Hor_Inf_Travee_Toutes, Lst_Barres_Hor_Inf_Appui_Tous

# Listes de Barres Horizontales Toutes

    Lst_Barres_Hor_Toutes = Lst_Barres_Hor_Inf_Toutes, Lst_Barres_Hor_Sup_Toutes

# Listes de Barres Horizontales Toutes sur Appui

    Lst_Barres_Hor_Toutes_Appui1 = Lst_Barres_Hor_Inf_Appui1, Lst_Barres_Hor_Sup_Appui1
    Lst_Barres_Hor_Toutes_Appui2 = Lst_Barres_Hor_Inf_Appui2, Lst_Barres_Hor_Sup_Appui2
    Lst_Barres_Hor_Toutes_Appui3 = Lst_Barres_Hor_Inf_Appui3, Lst_Barres_Hor_Sup_Appui3
    Lst_Barres_Hor_Toutes_Appui4 = Lst_Barres_Hor_Inf_Appui4, Lst_Barres_Hor_Sup_Appui4
    Lst_Barres_Hor_Toutes_Appui_Centraux = Lst_Barres_Hor_Toutes_Appui2, Lst_Barres_Hor_Toutes_Appui3
    Lst_Barres_Hor_Toutes_Appui_Tous = Lst_Barres_Hor_Toutes_Appui1, Lst_Barres_Hor_Toutes_Appui2,
                                       Lst_Barres_Hor_Toutes_Appui3, Lst_Barres_Hor_Toutes_Appui4

# Listes de Barres d'Extrados, pour chaque travee

    Lst_Barres_Extrados_Travee1       = 110001 A 110005,Lst_Barres_Hor_Sup_Travee1       ,111001 A 111003
    Lst_Barres_Extrados_Travee2       = 111004 A 111006,Lst_Barres_Hor_Sup_Travee2       ,112001 A 112003
    Lst_Barres_Extrados_Travee3       = 112004 A 112006,Lst_Barres_Hor_Sup_Travee3       ,113001 A 113005
    Lst_Barres_Extrados_Travee_Toutes = Lst_Barres_Extrados_Travee1, Lst_Barres_Extrados_Travee2, Lst_Barres_Extrados_Travee3

# Listes de Barres Verticales en Travee

    Lst_Barres_Vertic_Travee1         =  21001 A  21035
    Lst_Barres_Vertic_Travee2         =  22001 A  22065
    Lst_Barres_Vertic_Travee3         =  23001 A  23035
    Lst_Barres_Vertic_Travee_Toutes = Lst_Barres_Vertic_Travee1, Lst_Barres_Vertic_Travee2, Lst_Barres_Vertic_Travee3

# Listes de Barres Verticales sur Appui

    Lst_Barres_Vertic_Appui1          = 120001 A 120005
    Lst_Barres_Vertic_Appui2          = 121002 A 121006
    Lst_Barres_Vertic_Appui3          = 122002 A 122006
    Lst_Barres_Vertic_Appui4          = 123002 A 123006
    Lst_Barres_Vertic_Appui_Centraux = Lst_Barres_Vertic_Appui2, Lst_Barres_Vertic_Appui3
    Lst_Barres_Vertic_Appui_Tous = Lst_Barres_Vertic_Appui1, Lst_Barres_Vertic_Appui2, Lst_Barres_Vertic_Appui3,
                                   Lst_Barres_Vertic_Appui4

# Listes de Barres Verticales Toutes

    Lst_Barres_Vertic_Toutes = Lst_Barres_Vertic_Travee_Toutes, Lst_Barres_Vertic_Appui_Tous

# Liste des appuis d'extremites de poutres

    Lst_Appuis_Extr_Tous                 =   1001, 101001,   2001, 102001,   3001, 103001

# Liste des appuis provisoires

    Lst_Appuis_Prov_Tous                 = 1002, 1034, 2002, 2064, 3002, 3034

# Liste des appuis definitifs

    Lst_Appuis_Def_Tous                  = 100002, 101004, 102004, 103005

# Liste des appuis provisoires (reduite)

    Lst_Appuis_Prov_Tous_Sauf_Provdef    = 1002, 1034, 2002, 2064, 3002, 3034

# Liste des cables - AVEC PERTES

    Lst_Cables_Avec_Pertes_Travee1       = 1111, 1121, 1131, 1141

    Lst_Cables_Avec_Pertes_Travee2       = 1211, 1212, 1221, 1222, 1231, 1241, 1251, 1261

    Lst_Cables_Avec_Pertes_Travee3       = 1311, 1321, 1331, 1341

    Lst_Cables_Avec_Pertes_Tous = Lst_Cables_Avec_Pertes_Travee1, Lst_Cables_Avec_Pertes_Travee2,
                                  Lst_Cables_Avec_Pertes_Travee3

# Liste des cables - SANS PERTES

    Lst_Cables_Sans_Pertes_Travee1       = 111, 121, 131, 141

    Lst_Cables_Sans_Pertes_Travee2       = 211, 212, 221, 222, 231, 241, 251, 261

    Lst_Cables_Sans_Pertes_Travee3       = 311, 321, 331, 341

    Lst_Cables_Sans_Pertes_Tous = Lst_Cables_Sans_Pertes_Travee1, Lst_Cables_Sans_Pertes_Travee2,
                                  Lst_Cables_Sans_Pertes_Travee3

# NOEUDS

# NOEUDS - Barre horizontale inferieure

# Zone globale entretoise. Appui :  1

    # Pas discretisation horizontale theorique :   0.110000
```

```
    NOEUD     100001   -0.060000   -0.445000  # Zone locale entretoise a gauche de l'appui def   # Pas reel :   0.060000
    NOEUD     100002    0.000000   -0.445000  # Zone locale entretoise a droite de l'appui def   # Pas reel :   0.125000
    NOEUD     100003    0.125000   -0.445000  # Zone locale entretoise a droite de l'appui def   # Pas reel :   0.125000
    NOEUD     100004    0.250000   -0.445000  # Zone locale entretoise a droite de l'appui def   # Pas reel :   0.125000
    NOEUD     100005    0.375000   -0.445000  # Zone locale entretoise a droite de l'appui def   # Pas reel :   0.125000

# Zone globale poutre. Travee :  1

    # Pas discretisation horizontale theorique :   0.300000
    NOEUD       1001    0.500000   -0.445000  # Zone locale poutre a gauche de l'appui prov   # Pas reel :   0.265000
    NOEUD       1002    0.765000   -0.445000  # Zone locale poutre entre appuis prov   # Pas reel :   0.301094
    NOEUD       1003    1.066094   -0.445000  # Zone locale poutre entre appuis prov   # Pas reel :   0.301094
    NOEUD       1004    1.367188   -0.445000  # Zone locale poutre entre appuis prov   # Pas reel :   0.301094
    NOEUD       1005    1.668281   -0.445000  # Zone locale poutre entre appuis prov   # Pas reel :   0.301094
    NOEUD       1006    1.969375   -0.445000  # Zone locale poutre entre appuis prov   # Pas reel :   0.301094
[…]
Lignes supprimées
[…]

# Zone globale entretoise. Appui :  2

    # Pas discretisation horizontale theorique :   0.110000
    NOEUD     101001   10.665000   -0.445000  # Zone locale entretoise a gauche de l'appui def   # Pas reel :   0.111667
    NOEUD     101002   10.776667   -0.445000  # Zone locale entretoise a gauche de l'appui def   # Pas reel :   0.111667
    NOEUD     101003   10.888333   -0.445000  # Zone locale entretoise a gauche de l'appui def   # Pas reel :   0.111667
    NOEUD     101004   11.000000   -0.445000  # Zone locale entretoise a droite de l'appui def   # Pas reel :   0.111667
    NOEUD     101005   11.111667   -0.445000  # Zone locale entretoise a droite de l'appui def   # Pas reel :   0.111667
    NOEUD     101006   11.223333   -0.445000  # Zone locale entretoise a droite de l'appui def   # Pas reel :   0.111667

# Zone globale poutre. Travee :  2

[…]
Lignes supprimées
[…]

# Zone globale entretoise. Appui :  3

[…]
Lignes supprimées
[…]

# Zone globale poutre. Travee :  3

[…]
Lignes supprimées
[…]

# Zone globale entretoise. Appui :  4

[…]
Lignes supprimées
[…]

# BARRES

# BARRES - Barre horizontale inferieure

# Zone globale entretoise. Appui :  1

    GENERER    4 BARRES    100001         1 DE    100001         1 A    100002         1
    BARRE     100005  DE     100005  A       1001  # Barre de liaison

# Zone globale poutre. Travee :  1

    GENERER   33 BARRES      1001         1 DE      1001         1 A      1002         1
    BARRE       1034  DE       1034  A     101001  # Barre de liaison

# Zone globale entretoise. Appui :  2

    GENERER    5 BARRES    101001         1 DE    101001         1 A    101002         1
    BARRE     101006  DE     101006  A       2001  # Barre de liaison

# Zone globale poutre. Travee :  2

    GENERER   63 BARRES      2001         1 DE      2001         1 A      2002         1
    BARRE       2064  DE       2064  A     102001  # Barre de liaison

[…]
Lignes supprimées
[…]

# BARRES - Barre horizontale superieure

# Zone globale entretoise. Appui :  1

    GENERER    4 BARRES    110001         1 DE    110001         1 A    110002         1
    BARRE     110005  DE     110005  A      11001  # Barre de liaison

# Zone globale poutre. Travee :  1

    GENERER   33 BARRES     11001         1 DE     11001         1 A     11002         1
    BARRE      11034  DE      11034  A     111001  # Barre de liaison

# Zone globale entretoise. Appui :  2

    GENERER    5 BARRES    111001         1 DE    111001         1 A    111002         1
    BARRE     111006  DE     111006  A      12001  # Barre de liaison
```

```
[…]
Lignes supprimées
[…]
# APPUIS

    # Appuis d'extremites de poutres

        # Poutre :  1

    APPUI       1001  NOEUD       1001     dx dy
    APPUI     101001  NOEUD     101001     dy

        # Poutre :  2

    APPUI       2001  NOEUD       2001     dx dy
    APPUI     102001  NOEUD     102001     dy

        # Poutre :  3

    APPUI       3001  NOEUD       3001     dx dy
    APPUI     103001  NOEUD     103001     dy

    # Appuis provisoires

        # Poutre :  1

    APPUI       1002  NOEUD       1002     dx dy
    APPUI       1034  NOEUD       1034     dy

        # Poutre :  2

    APPUI       2002  NOEUD       2002     dx dy
    APPUI       2064  NOEUD       2064     dy

        # Poutre :  3

    APPUI       3002  NOEUD       3002     dx dy
    APPUI       3034  NOEUD       3034     dy

    # Appuis definitifs

        # Appui :  1

    APPUI     100002  NOEUD     100002     dx dy

        # Appui :  2

    APPUI     101004  NOEUD     101004     dy

        # Appui :  3

    APPUI     102004  NOEUD     102004     dy

        # Appui :  4

    APPUI     103005  NOEUD     103005     dy

# ARTICULATIONS

# Articulation des barres verticales

ARTICULATION Lst_Barres_Vertic_Toutes  EX RZ

# CARACTERISTIQUES MECANIQUES

# CARACTERISTIQUES - Barre horizontale superieure - En Travee

    PROPRIETES Lst Barres Hor Sup Travee Toutes     SX    0.22053333 IZ   0.00105856000 VY  0.120000 WY  0.120000  # Hourdis

# CARACTERISTIQUES - Barre horizontale superieure - Sur Appuis

# Zone globale entretoise. Appui :  1

    PROPRIETES    110001 SX    0.22053333 IZ   0.00105856000 VY  0.120000 WY  0.120000  # Zone locale entretoise a gauche de
l'appui def
    PROPRIETES    110002 SX    0.22053333 IZ   0.00105856000 VY  0.120000 WY  0.120000  # Zone locale entretoise a droite de
l'appui def
    PROPRIETES    110003 SX    0.22053333 IZ   0.00105856000 VY  0.120000 WY  0.120000  # Zone locale entretoise a droite de
l'appui def
    PROPRIETES    110004 SX    0.22053333 IZ   0.00105856000 VY  0.120000 WY  0.120000  # Zone locale entretoise a droite de
l'appui def
    PROPRIETES    110005 SX    0.22053333 IZ   0.00105856000 VY  0.120000 WY  0.120000  # Zone locale entretoise a droite de
l'appui def

# Zone globale entretoise. Appui :  2

[…]
Lignes supprimées
[…]

# Zone globale entretoise. Appui :  3

[…]
Lignes supprimées
[…]

# CARACTERISTIQUES - Barre horizontale inferieure
```

```
# Zone globale entretoise. Appui :  1

    PROPRIETES    100001 SX    0.22750000 IZ   0.02635395509 VY  0.325000 WY  0.325000  # Zone locale entretoise a gauche de
l'appui def
    PROPRIETES    100002 SX    0.22750000 IZ   0.02635395509 VY  0.325000 WY  0.325000  # Zone locale entretoise a droite de
l'appui def
    PROPRIETES    100003 SX    0.22750000 IZ   0.02635395509 VY  0.325000 WY  0.325000  # Zone locale entretoise a droite de
l'appui def
    PROPRIETES    100004 SX    0.22750000 IZ   0.02635395509 VY  0.325000 WY  0.325000  # Zone locale entretoise a droite de
l'appui def
    PROPRIETES    100005 SX    0.22750000 IZ   0.02635395509 VY  0.325000 WY  0.325000  # Zone locale entretoise a droite de
l'appui def

# Zone globale poutre. Travee :  1

    PROPRIETES      1001 SX    0.22750000 IZ   0.00800989583 VY  0.325000 WY  0.325000  # Zone locale poutre a gauche de
l'appui prov
    PROPRIETES      1002 SX    0.22750000 IZ   0.00800989583 VY  0.325000 WY  0.325000  # Zone locale poutre entre appuis prov
    PROPRIETES      1003 SX    0.22750000 IZ   0.00800989583 VY  0.325000 WY  0.325000  # Zone locale poutre entre appuis prov
    PROPRIETES      1004 SX    0.22750000 IZ   0.00800989583 VY  0.325000 WY  0.325000  # Zone locale poutre entre appuis prov
    PROPRIETES      1005 SX    0.22750000 IZ   0.00800989583 VY  0.325000 WY  0.325000  # Zone locale poutre entre appuis prov
    PROPRIETES      1006 SX    0.22750000 IZ   0.00800989583 VY  0.325000 WY  0.325000  # Zone locale poutre entre appuis prov
[…]
Lignes supprimées
[…]

# Zone globale entretoise. Appui :  2

[…]
Lignes supprimées
[…]

[…]
Lignes supprimées
[…]

# CARACTERISTIQUES - Barre verticale

# Zone globale entretoise. Appui :  1

    PROPRIETES    120001 SX    0.05513333 IZ   0.00001654000 VY  0.000000 WY  0.000000  # Zone locale entretoise a gauche de
l'appui def
    PROPRIETES    120002 SX    0.11486111 IZ   0.00014955874 VY  0.000000 WY  0.000000  # Zone locale entretoise a droite de
l'appui def
    PROPRIETES    120003 SX    0.11486111 IZ   0.00014955874 VY  0.000000 WY  0.000000  # Zone locale entretoise a droite de
l'appui def
    PROPRIETES    120004 SX    0.11486111 IZ   0.00014955874 VY  0.000000 WY  0.000000  # Zone locale entretoise a droite de
l'appui def
    PROPRIETES    120005 SX    0.11486111 IZ   0.00014955874 VY  0.000000 WY  0.000000  # Zone locale entretoise a droite de
l'appui def

# Zone globale poutre. Travee :  1

    PROPRIETES     21001 SX    0.13250000 IZ   0.00077540104 VY  0.000000 WY  0.000000  # Zone locale poutre a gauche de
l'appui prov
    PROPRIETES     21002 SX    0.15054687 IZ   0.00113734960 VY  0.000000 WY  0.000000  # Zone locale poutre entre appuis prov
    PROPRIETES     21003 SX    0.15054687 IZ   0.00113734960 VY  0.000000 WY  0.000000  # Zone locale poutre entre appuis prov
    PROPRIETES     21004 SX    0.15054688 IZ   0.00113734960 VY  0.000000 WY  0.000000  # Zone locale poutre entre appuis prov
[…]
Lignes supprimées
[…]

# Zone globale entretoise. Appui :  2

[…]
Lignes supprimées
[…]

# DEFINITION DES POINTS D'ETUDE

    ETUDE EFFORT DEPLA
    TOUS SECTION 0.00 A 1.00 PAS  1.0 RELATIF
    FIN

# DEFINITIONS DES BETONS

    # Titre selon fichier bloc : Définition Béton Structures

    MATERIAU   1 "Materiau Poutre : Travee  1"
        E EC2_BHP1 KNM2 FCK   60.000000
        RO      25.000000
        TEMP   0.10000000E-04
        FLUAGE  EC2_BHP1   LINEAIRE NON
        RETRAIT EC2_BHP1
        RH      70.000000
        RM_EC   193.61702
        CIMENT R
    FIN

    MATERIAU   1
        T_THERMIQUE FCMP 35.00 LAMBDA  0.50 DTP 1.000 THETA  70.0
    FIN

    # Titre selon fichier bloc : Définition Béton Structures

    MATERIAU   2 "Materiau Poutre : Travee  2"
        E EC2_BHP1 KNM2 FCK   60.000000
        RO      25.000000
```

```
        TEMP   0.10000000E-04
        FLUAGE  EC2_BHP1   LINEAIRE NON
        RETRAIT EC2_BHP1
        RH      70.000000
        RM_EC   193.61702
        CIMENT R
    FIN

    MATERIAU   2
        T_THERMIQUE FCMP 35.00 LAMBDA  0.50 DTP 1.000 THETA  70.0
    FIN

    # Titre selon fichier bloc : Définition Béton Structures

    MATERIAU   3 "Materiau Poutre : Travee  3"
        E EC2_BHP1 KNM2 FCK   60.000000
        RO      25.000000
        TEMP   0.10000000E-04
        FLUAGE  EC2_BHP1   LINEAIRE NON
        RETRAIT EC2_BHP1
        RH      70.000000
        RM_EC   193.61702
        CIMENT R
    FIN

    MATERIAU   3
        T_THERMIQUE FCMP 35.00 LAMBDA  0.50 DTP 1.000 THETA  70.0
    FIN

    # Materiau cree pour la modelisation:

    MATERIAU   4 "Materiau Poutre sans pertes"
        E      0.10000000E+10
    FIN

    # Titre selon fichier bloc : Définition Béton du hourdis

    MATERIAU   5 "Materiau Hourdis"
        E EC2 KNM2 FCK   35.000000
        RO      25.000000
        FLUAGE  EC2        LINEAIRE NON
        RETRAIT EC2
        RH      70.000000
        RM_EC   480.00000
        CIMENT N
    FIN

    # Titre selon fichier bloc : Définition Béton du hourdis

    MATERIAU   6 "Materiau Entretoise Culee Gauche"
        E EC2 KNM2 FCK   35.000000
        RO      25.000000
        FLUAGE  EC2        LINEAIRE NON
        RETRAIT EC2
        RH      70.000000
        RM_EC   904.21376
        CIMENT N
    FIN

    # Titre selon fichier bloc : Définition Béton du hourdis

    MATERIAU   7 "Materiau Entretoise Culee Droite"
        E EC2 KNM2 FCK   35.000000
        RO      25.000000
        FLUAGE  EC2        LINEAIRE NON
        RETRAIT EC2
        RH      70.000000
        RM_EC   904.21376
        CIMENT N
    FIN

    # Materiau cree pour la modelisation:

    MATERIAU   8 "Materiau Barres Verticales"
        E      0.10000000E+13
    FIN

    # Titre selon fichier bloc : Définition Béton du hourdis

    MATERIAU   9 "Materiau Entretoise Piles"
        E EC2 KNM2 FCK   35.000000
        RO      25.000000
        FLUAGE  EC2        LINEAIRE NON
        RETRAIT EC2
        RH      70.000000
        RM_EC   1780.0000
        CIMENT N
    FIN

    # Materiau cree pour la modelisation:

    MATERIAU  10 "Materiau Poutres - Long terme"
        E       13033.291
    FIN

    # Materiau cree pour la modelisation:

    MATERIAU  11 "Materiau Hourdis et Entretoises - Long terme"
```

```
        E       11359.049
    FIN

    # Materiau cree pour la modelisation:

    MATERIAU  12 "Materiau Barres Verticales - Long terme"
        E      0.33333333E+12
    FIN

# DEFINITION DE LA PRECONTRAINTE - AVEC PERTES

    PRECONTRAINTE 1 "Définition des torons - AVEC PERTES"
        SECTION     0.93000000E-04
        TENSION      1573000.0
        E           0.19500000E+09
        FPK          1860000.0
        R1000        2.5000000
        PERTE INST   12300.000
        PRETENSION LINEAIRE LG_SCEL  0.95000000
    FIN

# DEFINITION DE LA PRECONTRAINTE - SANS PERTES

    PRECONTRAINTE 2 "Définition des torons - SANS PERTES"
        SECTION     0.93000000E-04
        TENSION      1573000.0
        E           0.19500000E+09
        PRETENSION LINEAIRE LG_SCEL  0.95000000
    FIN

# DEFINITION DES TORONS - AVEC PERTES

# Travee : 1 (Famille Type numero :    10 )

    # Lit numero  1 /  4 , de cote :  0.065

        # Groupe numero  1 /  1

    CABLE 1111
        PREC 1 SIMUL 2
        BARRES Lst_Barres_Hor_Inf_Travee1
        PAS_CABLE    0.25000000
        LG_GAINE OR    0.00000000 EX    0.00000000
        TRACE INTERIEUR
        X    0.50000000  Y   -0.70500000
        X   10.66500000  Y   -0.70500000
    FIN

    # Lit numero  2 /  4 , de cote :  0.110

        # Groupe numero  1 /  1

    CABLE 1121
        PREC 1 SIMUL 2
        BARRES Lst_Barres_Hor_Inf_Travee1
        PAS_CABLE    0.25000000
        LG_GAINE OR    0.00000000 EX    0.00000000
        TRACE INTERIEUR
        X    0.50000000  Y   -0.66000000
        X   10.66500000  Y   -0.66000000
    FIN

[…]
Lignes supprimées
[…]

# AFFECTATION DES BETONS - SANS PERTES (Pour mise en tension sans pertes)

    CONSTANTES Lst_Barres_Hor_Inf_Travee_Toutes     MATERIAU   4  # Materiau Poutre sans pertes

# PHASE DE MISE EN TENSION SANS PERTES

    PHASAGE  9470      "Mise en tension SANS PERTES. : T = REL"
        DATE       0.00
        ACTIVER APPUIS Lst_Appuis_Extr_Tous
        ACTIVER BARRES Lst_Barres_Hor_Inf_Travee_Toutes
        TENDRE_BANC Lst_Cables_Sans_Pertes_Tous
        RELACHER_BANC CABLE Lst_Cables_Sans_Pertes_Tous
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 9470

# AFFECTATION DES BETONS - AVEC PERTES

    CONSTANTES Lst_Barres_Hor_Inf_Travee1           MATERIAU   1  # Materiau Poutre
    CONSTANTES Lst_Barres_Hor_Inf_Travee2           MATERIAU   2  # Materiau Poutre
    CONSTANTES Lst_Barres_Hor_Inf_Travee3           MATERIAU   3  # Materiau Poutre
    CONSTANTES Lst_Barres_Hor_Sup_Travee_Toutes     MATERIAU   5  # Materiau Hourdis
    CONSTANTES Lst_Barres_Hor_Toutes_Appui1         MATERIAU   6  # Materiau Entretoise Culee Gauche
    CONSTANTES Lst_Barres_Hor_Toutes_Appui4         MATERIAU   7  # Materiau Entretoise Culee Droite
    CONSTANTES Lst_Barres_Vertic_Toutes             MATERIAU   8  # Materiau Barres Verticales
    CONSTANTES Lst_Barres_Hor_Toutes_Appui_Centraux MATERIAU   9  # Materiau Entretoise Piles

# PHASAGE AVEC PRECONTRAINTE ET PERTES

    PHASAGE  8350      "Ch. perm. : T = tension banc"
        DATE       0.00
        ACTIVER APPUIS Lst_Appuis_Extr_Tous
```

```
        ACTIVER BARRES Lst_Barres_Hor_Inf_Travee_Toutes AGE      -1.00  #  Age volontairement negatif ou nul
        TENDRE_BANC Lst_Cables_Avec_Pertes_Tous
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8350

    PHASAGE  8360      "Ch. perm. : evolution avant betonnage poutres"
        SUITE PHASAGE 8350      # Ch. perm. : T = tension banc
        DATE       1.00
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8360

    PHASAGE  8370      "Ch. perm. : T = betonnage poutres"
        SUITE PHASAGE 8360      # Ch. perm. : evolution avant betonnage poutres
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8370

    PHASAGE  8380      "Ch. perm. : evolution avant relachement banc"
        SUITE PHASAGE 8370      # Ch. perm. : T = betonnage poutres
        DATE       2.00
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8380

    PHASAGE  8390      "Ch. perm. : T = relachement banc"
        SUITE PHASAGE 8380      # Ch. perm. : evolution avant relachement banc
        CHARGE POIDS PROPRE Lst_Barres_Hor_Inf_Travee_Toutes
        RELACHER_BANC CABLE Lst_Cables_Avec_Pertes_Tous
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8390

    PHASAGE  8400      "Ch. perm. : evolution avant pose sur appuis"
        SUITE PHASAGE 8390      # Ch. perm. : T = relachement banc
        DATE      62.00
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8400

    PHASAGE  8410      "Ch. perm. : T = pose sur appuis"
        SUITE PHASAGE 8400      # Ch. perm. : evolution avant pose sur appuis

        # Deb. : Mise a jour des caracteristiques d'appuis provisoires

        # => un blocage Dx sur chaque appuis provisoire de gauche

    # Appuis provisoires

        # Poutre :  1

    MODIFIER APPUI       1002  NOEUD       1002     dx dy
    MODIFIER APPUI       1034  NOEUD       1034     dy

        # Poutre :  2

    MODIFIER APPUI       2002  NOEUD       2002     dx dy
    MODIFIER APPUI       2064  NOEUD       2064     dy

        # Poutre :  3

    MODIFIER APPUI       3002  NOEUD       3002     dx dy
    MODIFIER APPUI       3034  NOEUD       3034     dy

        # Fin.  : Mise a jour des caracteristiques d'appuis provisoires

        ACTIVER APPUIS Lst Appuis Prov Tous
        ET DESACTIVER APPUIS Lst_Appuis_Extr_Tous
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8410

    PHASAGE  8420      "Ch. perm. : evolution avant betonnage hourdis"
        SUITE PHASAGE 8410      # Ch. perm. : T = pose sur appuis
        DATE      69.00
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8420

    PHASAGE  8430      "Ch. perm. : T = betonnage hourdis"
        SUITE PHASAGE 8420      # Ch. perm. : evolution avant betonnage hourdis
        CHARGE
            BARRES Lst_Barres_Hor_Inf_Travee_Toutes UNIFORME FY  -5.51333
        FIN
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8430

    PHASAGE  8440      "Ch. perm. : evolution avant durcissement hourdis"
        SUITE PHASAGE 8430      # Ch. perm. : T = betonnage hourdis
        DATE      76.00
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8440

    PHASAGE  8450      "Ch. perm. : T = durcissement hourdis"
        SUITE PHASAGE 8440      # Ch. perm. : evolution avant durcissement hourdis
```

```
        ACTIVER BARRES Lst_Barres_Vertic_Travee_Toutes AGE       7.00 MODE REL
        ACTIVER BARRES Lst_Barres_Hor_Sup_Travee_Toutes AGE       7.00 MODE REL
        ACTIVER BARRES Lst_Barres_Hor_Inf_Appui_Tous AGE       7.00 MODE ABS
        ACTIVER BARRES Lst_Barres_Vertic_Appui_Tous AGE       7.00 MODE REL
        ACTIVER BARRES Lst_Barres_Hor_Sup_Appui_Tous AGE       7.00 MODE ABS

        # Deb. : Mise a jour des caracteristiques d'appuis provisoires

        # => un blocage Dx unique sur l'ensemble de la structure

    # Appuis provisoires

        # Poutre :  1

    MODIFIER APPUI       1002  NOEUD       1002     dx dy
    MODIFIER APPUI       1034  NOEUD       1034     dy

        # Poutre :  2

    MODIFIER APPUI       2002  NOEUD       2002     dy
    MODIFIER APPUI       2064  NOEUD       2064     dy

        # Poutre :  3

    MODIFIER APPUI       3002  NOEUD       3002     dy
    MODIFIER APPUI       3034  NOEUD       3034     dy

        # Fin.  : Mise a jour des caracteristiques d'appuis provisoires

    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8450

    PHASAGE  8460      "Ch. perm. : evolution avant transfert appuis definitifs"
        SUITE PHASAGE 8450      # Ch. perm. : T = durcissement hourdis
        DATE      90.00
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8460

    PHASAGE  8470      "Ch. perm. : T = transfert appuis definitifs"
        SUITE PHASAGE 8460      # Ch. perm. : evolution avant transfert appuis definitifs
        ACTIVER APPUIS Lst_Appuis_Def_Tous
        CHARGE
            BARRES Lst_Barres_Hor_Sup_Appui1 UNIFORME FY  -20.4453
        FIN
        CHARGE
            BARRES Lst_Barres_Hor_Sup_Appui4 UNIFORME FY  -20.4453
        FIN
        CHARGE
            BARRES Lst_Barres_Hor_Sup_Appui_Centraux UNIFORME FY  -20.4453
        FIN
        DESACTIVER APPUIS Lst_Appuis_Prov_Tous_Sauf_Provdef
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8470

    # Phasages selon type de profil : provisoire ou definitif

        # Phasages pour Profil en travers definitif

    PHASAGE  8490      "Ch. perm. : evolution avant action terres profil DEF"
        SUITE PHASAGE 8470      # Ch. perm. : T = transfert appuis definitifs
        # Phasage sans effet car pas d'action des terres (**).
        DATE      90.00         # (**) Date identique a phase precedente
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8490

    PHASAGE  8520      "Ch. perm. : T = action terres profil DEF"
        SUITE PHASAGE 8490      # Ch. perm. : evolution avant action terres profil DEF
        # Phasage sans effet car pas d'action des terres (**).
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8520

    PHASAGE  8550      "Ch. perm. : evolution avant mise en service profil DEF"
        SUITE PHASAGE 8520      # Ch. perm. : T = action terres profil DEF
        DATE     104.00
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8550

    PHASAGE  8580      "Ch. perm. : T = mise en service profil DEF"
        SUITE PHASAGE 8550      # Ch. perm. : evolution avant mise en service profil DEF
        CHARGE  # Pose des superstructures sur : Profil en travers definitif
                # Rappels :
                # Effet pour une file : -1*P_Lin_Tablier*Kguyon*(L_file/L_Tablier)
                # L_file/L_Tablier =  0.106600
            # Superstructure : Chape   # Plin_tablier =   24.067 kN/m
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee1 UNIFORME FY  -2.498 # Kguyon =  0.97384967
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee2 UNIFORME FY  -2.486 # Kguyon =  0.96906910
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee3 UNIFORME FY  -2.498 # Kguyon =  0.97384967
            # Superstructure : Enrobe   # Plin_tablier =    0.000 kN/m
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee1 UNIFORME FY   0.000 # Kguyon =  0.00000000
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee2 UNIFORME FY   0.000 # Kguyon =  0.00000000
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee3 UNIFORME FY   0.000 # Kguyon =  0.00000000
            # Superstructure : Trottoir gauche   # Plin_tablier =    0.000 kN/m
```

```
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee1 UNIFORME FY   0.000 # Kguyon =  0.00000000
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee2 UNIFORME FY   0.000 # Kguyon =  0.00000000
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee3 UNIFORME FY   0.000 # Kguyon =  0.00000000
            # Superstructure : Trottoir droit   # Plin_tablier =    0.000 kN/m
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee1 UNIFORME FY   0.000 # Kguyon =  0.00000000
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee2 UNIFORME FY   0.000 # Kguyon =  0.00000000
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee3 UNIFORME FY   0.000 # Kguyon =  0.00000000
            # Superstructure : Remblai sur tablier   # Plin_tablier =    0.000 kN/m
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee1 UNIFORME FY   0.000 # Kguyon =  0.00000000
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee2 UNIFORME FY   0.000 # Kguyon =  0.00000000
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee3 UNIFORME FY   0.000 # Kguyon =  0.00000000
            # Superstructure : Bande de superstructure lin1 : Charge Linéique  # Plin_tablier =   17.960 kN/m
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee1 UNIFORME FY  -1.602 # Kguyon =  0.83675192
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee2 UNIFORME FY  -1.731 # Kguyon =  0.90411427
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee3 UNIFORME FY  -1.602 # Kguyon =  0.83675192
            # Superstructure : Bande de superstructure lin2 : Charge Linéique  # Plin_tablier =   10.410 kN/m
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee1 UNIFORME FY  -0.916 # Kguyon =  0.82527764
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee2 UNIFORME FY  -0.998 # Kguyon =  0.89894841
            BARRES Lst_Barres_Extrados_Travee3 UNIFORME FY  -0.916 # Kguyon =  0.82527764
        FIN
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8580

    PHASAGE  8610      "Ch. perm. : T = INFINI profil DEF"
        SUITE PHASAGE 8580      # Ch. perm. : T = mise en service profil DEF
        DATE     204.00
        DATE     404.00
        DATE    1104.00
        DATE    3104.00
        DATE   10104.00
        DATE   30104.00
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8610

# PHASAGE SANS PRECONTRAINTE

    PHASAGE  8630      "Ch. perm. NONPREC : T = tension banc"
        DATE       0.00
        ACTIVER APPUIS Lst_Appuis_Extr_Tous
        ACTIVER BARRES Lst_Barres_Hor_Inf_Travee_Toutes AGE      -1.00  #  Age volontairement negatif ou nul
    FIN PHASAGE

    EXEC PHASAGE 8630

[…]
Lignes supprimées
[…]

# COMBINAISONS DELTA-PHASAGE AVEC PRECONTRAINTE ET PERTES

    COMB     8910      "Ch. perm. DELTAPH : T = tension banc"
        PHASAGE  8350    1.000000             # Ch. perm. : T = tension banc
    FIN

    COMB     8920      "Ch. perm. DELTAPH : evolution avant betonnage poutres"
        PHASAGE  8360    1.000000             # Ch. perm. : evolution avant betonnage poutres
        PHASAGE  8350   -1.000000             # Ch. perm. : T = tension banc
    FIN

[…]
Lignes supprimées
[…]

    # Delta-Phasages selon type de profil : provisoire ou definitif

        # Delta-Phasages pour Profil en travers definitif

    COMB     9050      "Ch. perm. DELTAPH : evolution avant action terres profil DEF"
        PHASAGE  8490    1.000000             # Ch. perm. : evolution avant action terres profil DEF
        PHASAGE  8470   -1.000000             # Ch. perm. : T = transfert appuis definitifs
    FIN

    COMB     9080      "Ch. perm. DELTAPH : T = action terres profil DEF"
        PHASAGE  8520    1.000000             # Ch. perm. : T = action terres profil DEF
        PHASAGE  8490   -1.000000             # Ch. perm. : evolution avant action terres profil DEF
    FIN

[…]
Lignes supprimées
[…]

# COMBINAISONS DELTA-PHASAGE SANS PRECONTRAINTE

    COMB     9190      "Ch. perm. NONPREC DELTAPH : T = tension banc"
        PHASAGE  8630    1.000000             # Ch. perm. NONPREC : T = tension banc
    FIN

    COMB     9200      "Ch. perm. NONPREC DELTAPH : evolution avant betonnage poutres"
        PHASAGE  8640    1.000000             # Ch. perm. NONPREC : evolution avant betonnage poutres
        PHASAGE  8630   -1.000000             # Ch. perm. NONPREC : T = tension banc
    FIN

    COMB     9210      "Ch. perm. NONPREC DELTAPH : T = betonnage poutres"
        PHASAGE  8650    1.000000             # Ch. perm. NONPREC : T = betonnage poutres
        PHASAGE  8640   -1.000000             # Ch. perm. NONPREC : evolution avant betonnage poutres
    FIN
```

```
[…]
Lignes supprimées
[…]

# COMBINAISONS pour PERTES

    COMB     9480      "Pertes Moyennes : T = relachement banc"
        PHASAGE  8390    1.000000             # Ch. perm. : T = relachement banc
        PHASAGE  9470   -1.000000             # Mise en tension SANS PERTES. : T = REL
        COMB     9230   -1.000000             # Ch. perm. NONPREC DELTAPH : T = relachement banc
    FIN

    COMB     9490      "Pertes Moyennes : evolution avant pose sur appuis"
        PHASAGE  8400    1.000000             # Ch. perm. : evolution avant pose sur appuis
        PHASAGE  9470   -1.000000             # Mise en tension SANS PERTES. : T = REL
        COMB     9230   -1.000000             # Ch. perm. NONPREC DELTAPH : T = relachement banc
    FIN

[…]
Lignes supprimées
[…]

# COMBINAISONS pour VARIATIONS de PERTES

    COMB     9660      "Pertes Moyennes DELTAPH : T = relachement banc"
        COMB     9480    1.000000             # Pertes Moyennes : T = relachement banc
    FIN

    COMB     9670      "Pertes Moyennes DELTAPH : evolution avant pose sur appuis"
        COMB     9490    1.000000             # Pertes Moyennes : evolution avant pose sur appuis
        COMB     9480   -1.000000             # Pertes Moyennes : T = relachement banc
    FIN
[…]
Lignes supprimées
[…]

# PRECONTRAINTE MOYENNE pour chaque phase

    COMB     9900      "Prec. moyenne : T = relachement banc"
        PHASAGE  9470    1.000000             # Mise en tension SANS PERTES. : T = REL
        COMB     9480    1.000000             # Pertes Moyennes : T = relachement banc
    FIN

    COMB     9910      "Prec. moyenne : evolution avant pose sur appuis"
        PHASAGE  9470    1.000000             # Mise en tension SANS PERTES. : T = REL
        COMB     9490    1.000000             # Pertes Moyennes : evolution avant pose sur appuis
    FIN
[…]
Lignes supprimées
[…]

# PRECONTRAINTE MINI pour chaque phase

    COMB    10260      "Prec. cara. min. : T = relachement banc"
        PHASAGE  9470    0.950000             # Mise en tension SANS PERTES. : T = REL
        COMB     9480    0.950000             # Pertes Moyennes : T = relachement banc
    FIN

    COMB    10270      "Prec. cara. min. : evolution avant pose sur appuis"
        PHASAGE  9470    0.950000             # Mise en tension SANS PERTES. : T = REL
        COMB     9490    0.950000             # Pertes Moyennes : evolution avant pose sur appuis
    FIN

[…]
Lignes supprimées
[…]

# PRECONTRAINTE MAXI pour chaque phase

    COMB    10080      "Prec. cara. max. : T = relachement banc"
        PHASAGE  9470    1.050000             # Mise en tension SANS PERTES. : T = REL
        COMB     9480    1.050000             # Pertes Moyennes : T = relachement banc
    FIN

[…]
Lignes supprimées
[…]

# PRECONTRAINTE MOYENNE en Delta_Phasages
[…]
Lignes supprimées
[…]

# PRECONTRAINTE MINI en Delta-Phasages
[…]
Lignes supprimées
[…]

# PRECONTRAINTE MAXI en Delta-Phasages
[…]
Lignes supprimées
[…]

# PRECONTRAINTE CARACTERISTIQUE pour chaque phase
[…]
Lignes supprimées
[…]
```

```
    RESULTATS
        # Ch. perm. : T = tension banc
        PHASAGE 8350  BARRES  Lst_Barres_Hor_Inf_Travee_Toutes      EFFORTS
        PHASAGE 8350  CABLES  Lst_Cables_Avec_Pertes_Tous  XS REL 0 A 1 PAS  0.0500
        # Ch. perm. : evolution avant betonnage poutres
        PHASAGE 8360  BARRES  Lst_Barres_Hor_Inf_Travee_Toutes      EFFORTS
        PHASAGE 8360  CABLES  Lst_Cables_Avec_Pertes_Tous  XS REL 0 A 1 PAS  0.0500
        # Ch. perm. : T = betonnage poutres
        PHASAGE 8370  BARRES  Lst_Barres_Hor_Inf_Travee_Toutes      EFFORTS
        PHASAGE 8370  CABLES  Lst_Cables_Avec_Pertes_Tous  XS REL 0 A 1 PAS  0.0500
        # Ch. perm. : evolution avant relachement banc
        PHASAGE 8380  BARRES  Lst_Barres_Hor_Inf_Travee_Toutes      EFFORTS
        PHASAGE 8380  CABLES  Lst_Cables_Avec_Pertes_Tous  XS REL 0 A 1 PAS  0.0500
[…]
Lignes supprimées
[…]
    FIN
```

Fichier de résultats

```
    Non édité ici
```

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Suffixe du fichier ST1 : _PHAS_STM_C.st1. Dossier dans lequel se situe le fichier : Module_PR2

Suffixe du fichier de résultats : _PHAS _STM_C.txt. Dossier dans lequel se situe le fichier : Fichiers_Echanges

Ce fichier de données ST1 permet le calcul des efforts sous charges permanentes au cours du phasage de construction.

17.7 - Fichiers des moments de flexion transversale Guyon

Ouvrage n°1

--- RESULTATS DU CHARGEMENT : 10 ---

Titre : Charge nulle
[...]
lignes supprimées
[...]

--- RESULTATS DU PHASAGE : 930 ---

Titre : Poids propre ossature seule long terme
[...]
lignes supprimées
[...]

--- RESULTATS DU CHARGEMENT : 1020 ---

Titre : Chape sur tablier Nu = 0 profil DEF
[...]
lignes supprimées
[...]

--- RESULTATS DU CHARGEMENT : 1050 ---

Titre : Remblai sur le tablier profil DEF
[...]
lignes supprimées
[...]

--- RESULTATS DU CHARGEMENT : 1080 ---

Titre : Remblai sur le tablier Nu = 0 profil DEF
[...]

lignes supprimées
[...]

--- RESULTATS DU CHARGEMENT : 1110 ---

Titre : Enrobes sur tablier profil DEF
[...]
lignes supprimées
[...]

--- RESULTATS DE L'ENVELOPPE : 3470 ---

Titre : Enveloppe Q frequentes compatibles avec T profil DEF

[...]
lignes supprimées
[...]

--- RESULTATS DE L'ENVELOPPE : 3500 ---

Titre : Enveloppe Q frequentes incompatibles avec T profil DEF

[...]
lignes supprimées
[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Suffixe du fichier : _MY.txt. Dossier dans lequel se situe le fichier : Module_2

Ce fichier fournit les moments de flexion transversale pour les charges permanentes et les charges d'exploitation.

La numérotation des files est réalisé de gauche à droite (file 1 à gauche). La coordonnée y a pour origine la droite du tablier et croît de la droite vers la gauche.

17.8 - Fichiers des moments de flexion transversale dans la direction des aciers

Ouvrage n°1

TRAVEE_1	Y	0.00000000	CARA	Min	0.0000	0.0000	""
TRAVEE_1	Y	0.35000000	CARA	Min	-0.40691	-0.40691	"Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	0.63444444	CARA	Min	0.0000	0.0000	""
TRAVEE_1	Y	0.91888889	CARA	Min	-0.34166	-0.34166	"Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	1.26888889	CARA	Min	-3.0412	-3.0412	"Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	1.55333333	CARA	Min	-3.7359	-3.7359	"Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	1.83777778	CARA	Min	-4.7788	-4.7788	"Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	2.18777778	CARA	Min	-6.1590	-6.1590	"Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	2.47222222	CARA	Min	-5.5992	-5.5992	"Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	2.75666667	CARA	Min	-5.5307	-5.5307	"Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	3.10666667	CARA	Min	-5.7724	-5.7724	"Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	3.39111111	CARA	Min	-4.5783	-4.5783	"Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	3.67555556	CARA	Min	-5.0472	-5.0472	"Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	4.02555556	CARA	Min	-5.5735	-5.5735	"Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	4.31000000	CARA	Min	-5.3343	-5.3343	"Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	4.59444444	CARA	Min	-8.0105	-8.0105	"Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	4.94444444	CARA	Min	-8.1354	-8.1354	"Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	5.22888889	CARA	Min	-8.2345	-8.2345	"Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	5.51333333	CARA	Min	-8.9822	-8.9822	"Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	5.86333333	CARA	Min	-8.1958	-8.1958	"Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	6.14777778	CARA	Min	-7.1763	-7.1763	"Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	6.43222222	CARA	Min	-6.5821	-6.5821	"Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	6.78222222	CARA	Min	-4.7879	-4.7879	"Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	7.06666667	CARA	Min	-2.6791	-2.6791	"Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	7.35111111	CARA	Min	-1.0204	-1.0204	"Charge A(L) et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"
TRAVEE_1	Y	7.70111111	CARA	Min	0.0000	0.0000	""
TRAVEE_1	Y	7.98555556	CARA	Min	0.0000	0.0000	""

```
TRAVEE_1   Y   8.27000000  CARA  Min   0.0000       0.0000     ""
TRAVEE_1   Y   8.62000000  CARA  Min -0.34009E-09 -0.34009E-09 "Systeme Bc et trottoirs caracteristique AFF 1 profil DEF"

[...]
lignes supprimées
[...]
```

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Suffixe du fichier : _PR_MYF.txt. Dossier dans lequel se situe le fichier : Fichiers_Echanges

Ce fichier fournit les moments enveloppes de flexion transversale pour les charges permanentes et les charges d'exploitation en tenant compte de la direction des aciers passifs.

La numérotation des files est réalisé de gauche à droite (file 1 à gauche). La coordonnée y a pour origine la droite du tablier et croît de la droite vers la gauche.

Annexes

18 - Annexes génériques

Un document CHAMOA Annexe rassemble toutes les annexes non spécifiques au type d'ouvrage. On y retrouve notamment les combinaisons d'actions, les classes d'environnement, les enrobages, les ouvertures de fissures, etc….

19 - Annexe - Calcul des matrices de rigidité des appuis pour les ouvrages encastrés

19.1 - Objectif

La réalisation d'encastrements au niveau des appuis permet de réaliser des ouvrages plus élancés. Les efforts dus à l'action des terres (poids propre) sur les appuis sont transmis aux poutres : ils se traduisent par un effort normal de compression ainsi qu'un moment transmis au niveau des culées.

L'objectif de la présente annexe est de décrire la méthode de prise en compte de l'encastrement des appuis et d'accompagner l'utilisateur dans la détermination des données d'entrée du calcul CHAMOA.

19.2 - Matrices court terme et long terme

L'encastrement de la structure sur ses appuis est modélisé par des liaisons élastiques au niveau des appuis. On définit des matrices de rigidité pour les lignes d'appuis. Chaque ligne d'appui est caractérisée par 2 matrices de rigidité : une à court terme et une à long terme.

La matrice de rigidité à court terme est utilisée pour le calcul des efforts sous charges d'exploitation et sous effets thermiques (gradient et dilatation). Elle est également nécessaire pour les calculs sous charges permanentes lors des phases de construction se produisant après réalisation de l'encastrement (soit T = transfert appuis definitifs) et jusqu'à la mise en service.

La matrice de rigidité à long terme permet le calcul des efforts sous charges permanentes à l'infini : effet des superstructures, action des terres et tassements.

19.3 - Conventions de signe et unités

Les matrices de rigidités définies dans le fichier de données doivent correspondre aux conventions de signe adoptées pour l'évaluation des efforts et des déplacements. Il faut donc être très prudent lors de leur calcul.

Dans le programme CHAMOA-P PRAD, les coefficients de rigidité Ri à fournir doivent vérifier les relations suivantes :

Rappel des conventions ST1 :

$$\begin{pmatrix} fx \\ fy \\ mz \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \boxed{R1} & R2 & \boxed{R4} \\ R2 & R3 & R5 \\ \boxed{R4} & R5 & \boxed{R6} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} dx \\ dy \\ rz \end{pmatrix}$$

f_x , f_y (en kN) et m_z (en kN.m) sont respectivement l'effort horizontal, l'effort vertical et le moment fléchissant.

d_x , d_y (en m) sont les déplacements horizontaux et verticaux, et r_z (en radian) est la rotation d'axe transversal.

f_x et d_x sont positifs de la gauche vers la droite

f_y et d_y sont positifs du bas vers le haut

m_z et r_z sont positifs dans le sens trigonométrique

Commentaires sur la modélisation des appuis élastiques dans Chamoa-P PRAD :

- *Un appui élastique se voit automatiquement attribuer par le programme une valeur très grande du terme* R3 *afin de préserver une grande rigidité verticale.*
- *Initialement, la demi-matrice comporte 6 termes, mais l'hypothèse faite ci-dessus rend inutiles les termes croisés dépendant du déplacement vertical R2 et R5. Pour les modèles ST1 de Chamoa-P PRAD, ces termes seront donc forcés à zéro.*

IMPORTANT :

Quelque soit les cas présentés ci-dessous, la convention de signe n'est pas la même pour CHAMOA. Pour éviter des erreurs, il faudra respecter les signes suivants dans le bloc de données du fichier de données :

```
BLOC APPUIS
   APPUI i
       COURT_TERME R1I(+)  R4I(-) R6I(+)
       LONG_TERME  R1L(+)  R4L(-) R6L(+)
    …
FIN
```

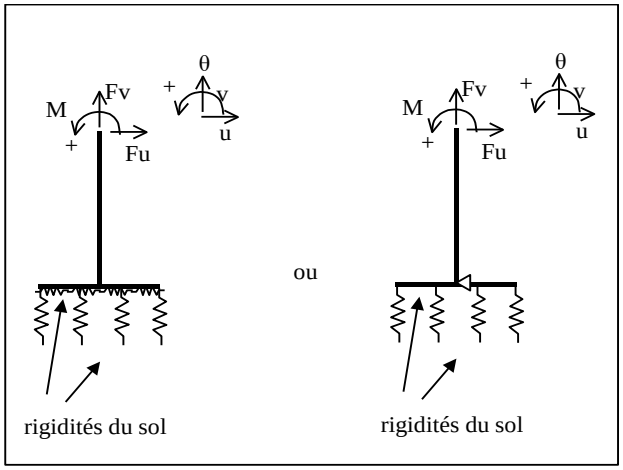
Les cas présentés ci-dessous respectent eux la convention ST1.

19.4 - Méthode de calcul des rigidités

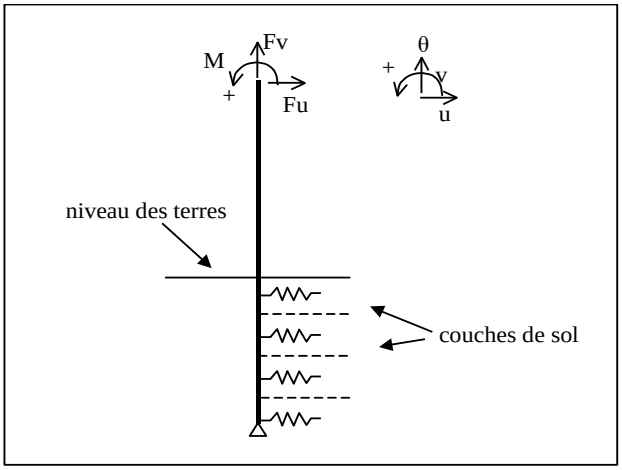
19.4.1 - Principe

Les rigidités Ri peuvent être obtenues en évaluant f_x , f_y et m_z pour les déformations imposées particulières $(d_x, d_y, r_z) = (1,0,0)$, $(0,1,0)$ et $(0,0,1)$.

On propose ici une modélisation des appuis avec le logiciel ST1 afin de présénter la méthode de calcul des matrices de rigidité. La modélisation des appuis proposée ci-dessous est simpliste : le client a la possibilité de réaliser des modèles plus précis décrivant plus précisément le comportement des appuis en fonction des spécificités du projet. Dans tous les cas la détermination des matrices de rigidité se fait de la même façon.



Cas d'un appui sur semelle



Cas d'un appui sur pieux

Dans le cas d'un appui sur semelle (modélisé comme ci-dessus avec des rigidités horizontales linéiques, dues au frottement de la semelle sur le sol), les déformations élémentaires imposées en tête de pile donnent différentes déformées de la structure, détaillées dans la suite.

19.4.2 - Exemple d'un appui sur semelle

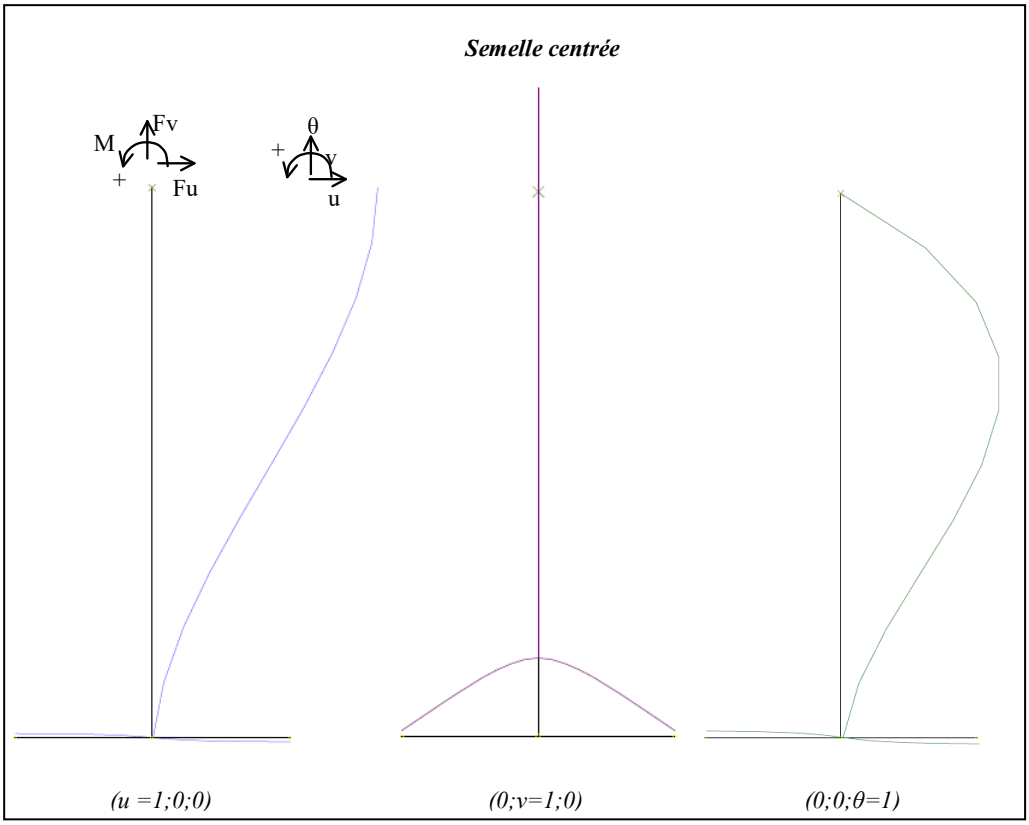
Cas d'une semelle centrée

Pour $(d_x, d_y, r_z) = (1, 0, 0)$ imposé les efforts sont : $f_x > 0$, $f_y = 0$ (autant de forces vers le haut sur la semelle gauche que vers le bas sur la semelle droite car pas d'excentrement) et $m_z > 0$, on en déduit donc R1 > 0, R2 = 0, et R4 > 0.

Pour $(d_x, d_y, r_z) = (0, 1, 0)$ imposé les efforts sont : $f_x = 0$, $f_y > 0$ et $m_z = 0$, on en déduit donc R2 = 0, R3 > 0, et R5 = 0.

Pour $(d_x, d_y, r_z) = (0, 0, 1)$ imposé les efforts sont : $f_x > 0$ (sinon on se déplace vers la gauche), $f_y = 0$ (autant de forces vers le haut sur la semelle gauche que vers le bas sur la semelle droite car pas d'excentrement) et $m_z > 0$, on en déduit donc R4 > 0, R5 = 0, et R6 > 0.

On obtient au final la matrice : $\begin{bmatrix} R1\ (+) & R2\ = 0 & R4\ (+) \\ R2\ = 0 & R3\ (+) & R5\ = 0 \\ R4\ (+) & R5\ = 0 & R6\ (+) \end{bmatrix}$


Semelle centrée
M
Fv
Fu
+
θ
v
u
+
(u =1;0;0)
(0;v=1;0)
(0;0;θ=1)

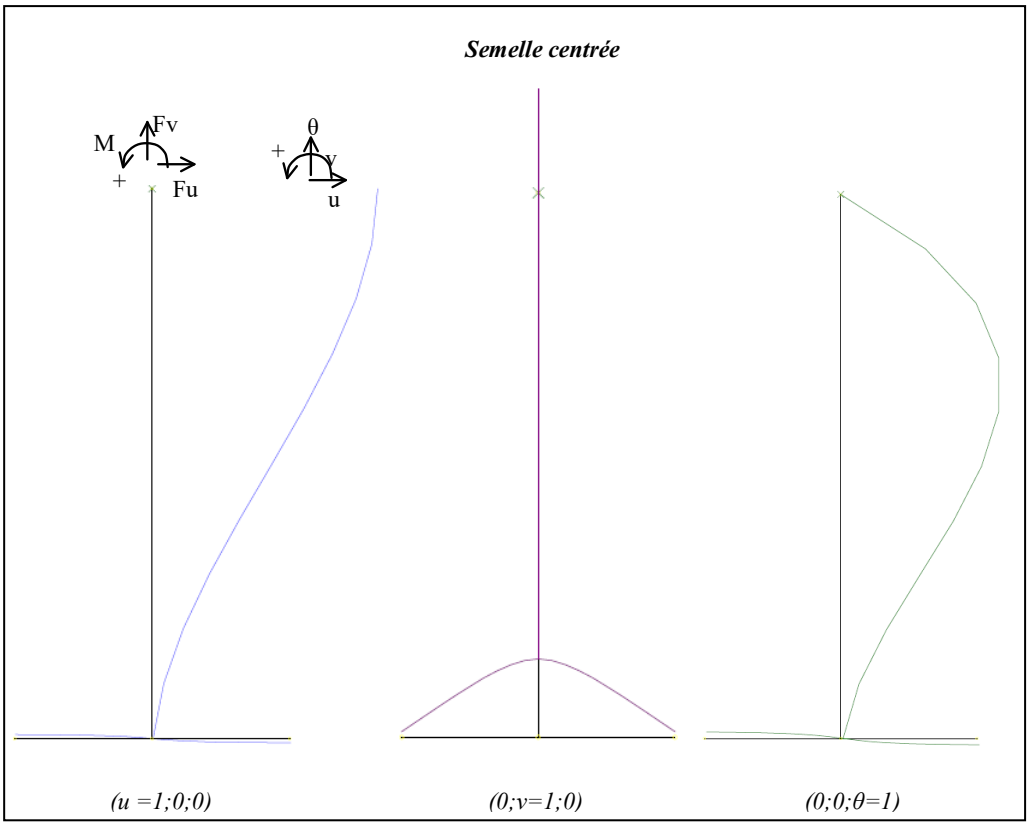
Cas d'une semelle excentrée vers la gauche

Pour $(d_x, d_y, r_z) = (1, 0, 0)$ imposé les efforts sont : $f_x > 0$, $f_y > 0$ (la base du voile est encastrée à droite du centre de rotation de la semelle, donc le voile descend) et $m_z > 0$, on en déduit donc R1 > 0, R2 > 0, et R4 > 0.

Pour $(d_x, d_y, r_z) = (0, 1, 0)$ imposé les efforts sont : $f_x > 0$ (pour rétablir l'effet des efforts dissymétriques sur la semelle qui créent un couple positif qui décale le sommet du voile vers la gauche, "effet kayak"), $f_y > 0$ et $m_z > 0$, on en déduit donc R2 > 0, R3 > 0, et R5 > 0.

Pour $(d_x, d_y, r_z) = (0, 0, 1)$ imposé les efforts sont : $f_x > 0$ (sinon on se déplace vers la gauche), $f_y > 0$ (difficile à se représenter) et $m_z > 0$, on en déduit donc R4 > 0, R5 > 0, et R6 > 0.

On obtient une matrice avec tous ses termes positifs : $\begin{bmatrix} R1\ (+) & R2\ (+) & R4\ (+) \\ R2\ (+) & R3\ (+) & R5\ (+) \\ R4\ (+) & R5\ (+) & R6\ (+) \end{bmatrix}$



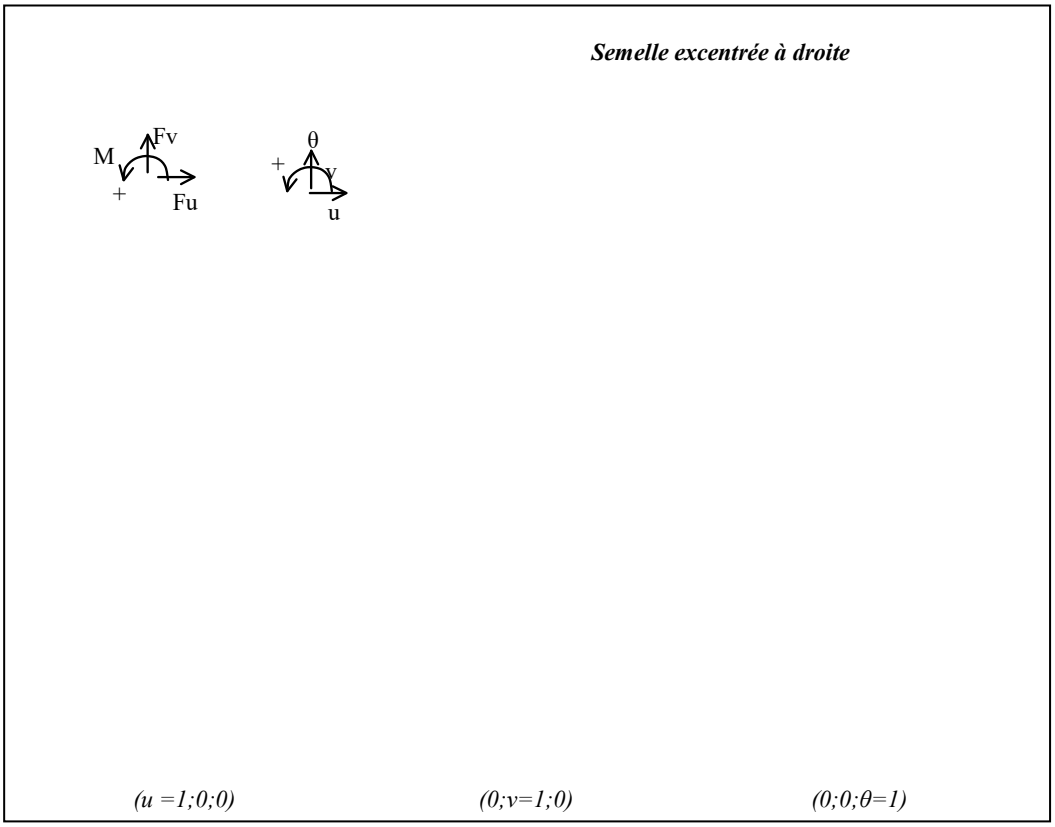
Cas d'une semelle excentrée vers la droite

Pour $(d_x, d_y, r_z) = (1,0,0)$ imposé les efforts sont : $f_x > 0$, $f_y < 0$ (la base du voile est encastrée à gauche du centre de rotation de la semelle, donc le voile monte) et $m_z > 0$, on en déduit donc R1 > 0, R2 < 0, et R4 > 0.

Pour $(d_x, d_y, r_z) = (0,1,0)$ imposé les efforts sont : $f_x < 0$ (pour rétablir l'effet des efforts dissymétriques sur la semelle qui créent un couple positif qui décale le sommet du voile vers la droite, "effet kayak"), $f_y > 0$ et $m_z < 0$, on en déduit donc R2 < 0, R3 > 0, et R5 < 0.

Pour $(d_x, d_y, r_z) = (0,0,1)$ imposé les efforts sont : $f_x > 0$ (sinon on se déplace vers la gauche), $f_y < 0$ (difficile à se représenter) et $m_z > 0$, on en déduit donc R4 > 0, R5 < 0, et R6 > 0.

On obtient ainsi la matrice suivante : $\begin{bmatrix} R1\ (+) & R2\ (-) & R4\ (+) \\ R2\ (-) & R3\ (+) & R5\ (-) \\ R4\ (+) & R5\ (-) & R6\ (+) \end{bmatrix}$



19.4.3 - Exemple de fichiers ST1 pour détermination des matrices de rigidité

Cas d'une semelle centrée

Fichier ST1

```
TITRE 'Calcul matrice rigidité pour un appui sur semelle symétrique'

# Caractéristiques géométriques de l'appui
hauteur_voile=10
epaisseur_voile=0.5
largeur_voile=12.6
aire_voile= largeur_voile*epaisseur_voile
inertie_voile= largeur_voile*epaisseur_voile**3/12

noeud
1       0.0   0.0
2       0.0  hauteur_voile
# generation barre
```

```
barre 1 1 2

appui 1  noeud 1 dx dy rz
appui 2  noeud 2 dx dy rz # Nota : le blocage en tete n'est pas physique, mais c'est le seul moyen dans ST1 d'imposer une
valeur
                          #        nulle aux autres degrés de liberté dans les cas de charges de déplacement

#definition des materiaux
fc_28_beton=35 # MPa
Mod_young_beton=11000*fc_28_beton**(1/3)

cons tout e Mod_young_beton


#Sections d'étude
etude effort depla
tout se 0. a 1. pas 0.1

#definition caracteristiques meca n=6
cara tout  sx  aire_voile  iz inertie_voile
#

charg 1 'dx'
 appui 2 dx 1
fin
exec charg 1

charg 2 'dy'
 appui 2 dy 1
fin
exec charg 2

charg 3 'rz'
 appui 2 rz 1
fin
exec charg 3


sortie 'matrigi_appui_sym.res'
resu
charg 1
fin
get reac appui 2 charg 1
ecrire  '(en MN/m :) R1=' $fx '     (en MN/m :) R2=' $fy '       (en MN :) R4=' $mz
get reac appui 2 charg 2
ecrire  '(en MN/m :) R2=' $fx '           (en MN/m :) R3=' $fy '  (en MN :) R5=' $mz
get reac appui 2 charg 3
ecrire  '(en MN :) R4=' $fx '     (en MN :) R5='  $fy '       (en MN.m :) R6=' $mz

fin
```

Fichier résultat

```
CEREMA -                          PROGRAMME ST1 Version 5.23                                        - Date 10/12/2014 -  0: 0: 0
 CEREMA_CTOA  -                      Calcul matrice rigidité pour un appui sur semelle symétrique                      - Page
1
 ---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-

 (en MN/m :) R1=  56.67114999     (en MN/m :) R2= 0       (en MN :) R4=  283.3557507
 (en MN/m :) R2= 0           (en MN/m :) R3=  22668.03616   (en MN :) R5= 0
 (en MN :) R4=  283.3557507     (en MN :) R5= 0       (en MN.m :) R6=  1889.038755
```

Cas d'une semelle excentrée vers la gauche

Fichier ST1

```
TITRE 'Calcul matrice rigidité pour un appui sur semelle dissymétrique'

# Caractéristiques géométriques de l'appui
hauteur_voile=10
epaisseur_voile=0.5
largeur_voile=12.6
epaisseur_semelle=0.5
largeur_tot_semelle=5
excentr_semelle_vers_la_gauche=1 # si>0, semelle plus longue à gauche

aire_voile= largeur_voile*epaisseur_voile
inertie_voile= largeur_voile*epaisseur_voile**3/12
aire_semelle= largeur_voile*epaisseur_semelle
inertie_semelle= largeur_voile*epaisseur_semelle**3/12
largeur_gauche_semelle=largeur_tot_semelle/2+excentr_semelle_vers_la_gauche
largeur_droite_semelle=largeur_tot_semelle/2-excentr_semelle_vers_la_gauche
noeud
1  0.0                        0.0
2  0.0                        hauteur_voile
3  -1*largeur_gauche_semelle  0.0
4  largeur_droite_semelle     0.0

# generation barre
barre 1 1 2
barre 2 3 1
barre 3 1 4

appui 2 noeud 2 dx dy rz  # Nota : le blocage en tete n'est pas physique, mais c'est le seul moyen dans ST1 d'imposer une valeur
                          #        nulle aux autres degrés de liberté dans les cas de charges de déplacement
#appui 1 noeud 1 dy


#definition des materiaux
fc_28_beton=35 # MPa
Mod_young_beton=11000*fc_28_beton**(1/3)

cons tout e Mod_young_beton


#Sections d'étude
etude effort depla
tout se 0. a 1. pas 0.1

#definition caracteristiques meca n=6
cara 1  sx  aire_voile  iz inertie_voile
#definition sol et cara semelle
EM=30 #module du sol en MPa
alpha_1 = 0.667
longueur_sol_elastique = largeur_tot_semelle
B=largeur_tot_semelle
si (B>0.6) KI1=12*EM/(4/3*0.6/B*(2.65*B/0.6)**alpha_1+alpha_1)
sinon KI1=12*EM/(4/3*(2.65**alpha_1)+alpha_1)#rigidité sol, module linéique en MPA/ml
CARA PSE 2,3 SX aire_semelle IZ inertie_semelle
 ZONE  1  KFX KI1*largeur_voile KFY KI1*largeur_voile    XL longueur_sol_elastique


#chargements
charg 1 'dx'
 appui 2 dx 1
fin
exec charg 1

charg 2 'dy'
 appui 2 dy 1
fin
exec charg 2

charg 3 'rz'
 appui 2 rz 1
fin
exec charg 3


sortie 'matrigi_appui_dissym.res'
resu
charg 1
fin
get reac appui 2 charg 1
ecrire  '(en MN/m :) R1=' $fx '     (en MN/m :) R2=' $fy '       (en MN :) R4=' $mz
get reac appui 2 charg 2
ecrire  '(en MN/m :) R2=' $fx '           (en MN/m :) R3=' $fy '  (en MN :) R5=' $mz
get reac appui 2 charg 3
ecrire  '(en MN :) R4=' $fx '     (en MN :) R5='  $fy '       (en MN.m :) R6=' $mz

fin
```

Fichier résultat

```
CEREMA -                        PROGRAMME ST1 Version 5.23                                    - Date 10/12/2014 -  0: 0: 0
 CEREMA_CTOA  -                                   Calcul matrice rigidité                                        - Page
1
 ---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
-

 (en MN/m :) R1=  49.66665476     (en MN/m :) R2=  0.000000000       (en MN :) R4=  259.6002442
 (en MN/m :) R2=  0.000000000           (en MN/m :) R3=  5501.280444   (en MN :) R5=  0.000000000
 (en MN :) R4=  259.6002442     (en MN :) R5=  0.000000000       (en MN.m :) R6=  1807.725503
```

20 - Annexe - Vérification manuelle des calculs d'une section composite

20.1 - Objectif

Le calcul des contraintes et des aciers passifs à mettre en œuvre dans une section section composite (poutre et hourdis) est relativement complexe.

L'objectif de la présente annexe est de reprendre étape par étape les calculs pour une section donnée. On montre ainsi la correspondance entre les différents résultats fournis par le logiciel Chamoa-P dans les notes de calculs d'effort et les notes de calcul de sections.

20.2 - Exemple d'ouvrage et section étudiée

On choisit pour cette annexe un exemple d'ouvrage PRAD de type classique à 4 travées. Il est consitué de 13 files de poutres à géométrie de type « poutre en I » de hauteur 0,95 mètres. Le hourdis possède une épaisseur de 0,25 mètres ce qui conduit à une épaisseur de dalle de 1,20 mètres.

Les calculs présentés ici concernent la file de rive gauche (signifié par « _G » dans les noms des différents fichiers) , et on s'intéresse au calcul de la section d'about à droite de la poutre de travée 1, située à une abscisse de 12,55 mètres (référence habituelle des abscisses : axe du premier appui). Cette section possède le numéro 30.

Les efforts en présence dans cette section sont fournis pour partie au sein de la note de calcul d'effort de rive gauche :

PRAD_XXXX_0\Module_sortie\PRAD_XXXX_0_PR2_NDC_Effort_G.html

Il faut également le cas échéant s'intéresser aux efforts fournis dans la note de calcul d'effort de rive gauche avec décalage des moments (le décalage est signifié par « _Decal »):

PRAD_XXXX_0\Module_sortie\PRAD_XXXX_0_PR2_NDC_Effort_Decal_G.html

Les efforts effectivement retenus pour le calcul de la section numéro 30, ainsi que les résultats obtenus en termes de contraintes et aciers passifs pour cette section sont récapitulés dans la note de calcul de la section. Le nom de ce fichier est tel que « _G » signifie que l'on se trouve dans la file de rive gauche, « _030 » est le numéro de la section, et « _+012_550 » est l'abscisse d'étude de cette section. Le fichier de section est donc le suivant :

PRAD_XXXX_0\Module_PR4\NDC_Sections\PRAD_XXXX_0_G_030_+012_550.html

On se restreint ici à 2 jeux de sollicitations de la section, c'est-à-dire (Mmin, N) et (Mmax, N) pour le cas suivant :

- *Etat limite ELS Caractéristique*
- *Précontrainte caractéristique minimum Pmin*
- *Phase de mise en service T = MS*
- *Profil de chargement : profil définitif*

20.3 - Vérification des efforts

20.3.1 - Rappel sur la convention CHAMOA-P PRAD pour Mmin et Mmax

Dans toutes les notes de calcul éditées pour CHAMOA-P PRAD, la convention de signe pour les moments est celle du logiciel ST1, inversée par rapport à la convention usuelle en ouvrages d'art :

- Un moment positif génère une traction en fibre supérieure

Par conséquent :

- Les moments Mmin sont les moments les plus négatifs possibles, donc ceux qui maximisent la traction en fibre inférieure
- Les moments Mmax sont les moments les plus positifs possibles, donc ceux qui maximisent la traction en fibre supérieure

20.3.2 - Note de calcul d'efforts : efforts permanents issus du phasage

Tous les efforts issus du phasage (poids propre et précontrainte, hors superstructures) sont fournis dans la note de calcul d'efforts sans décalage des moments. En effet aucun décalage n'est effectué sur ces efforts de phasage pour les raisons énoncées dans ce qui précède.

Dans la partie 11. EFFORTS DUS À LA PRÉCONTRAINTE, 11.1. Efforts normaux, 11.1.1. PHASES AVANT CLAVAGE, on trouve les valeurs suivantes (en kN, variation d'effort pour chaque phase) :

Barre	Absc.	REL	APP_AV	APP	HOU_AV	HOU	DUR_AV
13	12.550	54.761	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Dans la partie 11. EFFORTS DUS À LA PRÉCONTRAINTE, 11.1. Efforts normaux, 11.1.2. PHASES APRES CLAVAGE - Profil en travers definitif, on trouve les valeurs suivantes (en kN, variation d'effort pour chaque phase) :

Barre	Absc.	Section	DUR	APD_AV	APD	TER_AV	TER	MS_AV	MS	INFINI
						Profil DEF	Profil DEF	Profil DEF	Profil DEF	Profil DEF
13	12.550	Poutre	0.0000	182.52	12.420	0.0000	0.0000	172.54	-0.23938	186.16
		Hourdis	0.0000	-182.52	-12.420	0.0000	0.0000	-172.54	0.23938	-186.16
		Global	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Dans la partie 11. EFFORTS DUS À LA PRÉCONTRAINTE, 11.2. Moments, 11.2.1. PHASES AVANT CLAVAGE, on trouve les valeurs suivantes (en kN.m, variation d'effort pour chaque phase) :

Barre	Absc.	REL	APP_AV	APP	HOU_AV	HOU	DUR_AV
13	12.550	17.151	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Ces valeurs sont toutes nulles ou quasi-nulles car on se situe à l'about de la poutre.

Dans la partie 11. EFFORTS DUS À LA PRÉCONTRAINTE, 11.2. Moments, 11.2.2. PHASES APRES CLAVAGE - Profil en travers definitif, on trouve les valeurs suivantes (en kN.m, variation d'effort pour chaque phase) :

Barre	Absc.	Section	DUR	APD_AV	APD	TER_AV	TER	MS_AV	MS	INFINI
						Profil DEF	Profil DEF	Profil DEF	Profil DEF	Profil DEF
13	12.550	Poutre	0.0000	-2.3308	2.5215	0.0000	0.0000	-11.079	-0.86400E-01	-34.506

		Hourdis	0.0000	0.19656	0.27361	0.0000	0.0000	-0.39762	-0.87789E-02	-0.84179
		Global	0.0000	107.58	10.261	0.0000	0.0000	92.237	-0.23907	76.553

Dans la partie 12. EFFORTS DUS AUX CHARGES PERMANENTES, PRÉCONTRAINTE INCLUSE, 12.1. Efforts normaux, 12.1.1. PHASES AVANT CLAVAGE, on trouve les valeurs suivantes (en kN, variation d'effort pour chaque phase) :

Barre	Absc.	BET	REL_AV	REL	APP_AV	APP	HOU_AV	HOU	DUR_AV
13	12.550	0.0000	-9.8713	64.632	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Dans la partie 12. EFFORTS DUS AUX CHARGES PERMANENTES, PRÉCONTRAINTE INCLUSE, 12.1. Efforts normaux, 12.1.2. PHASES APRES CLAVAGE - Profil en travers definitif, on trouve les valeurs suivantes (en kN, variation d'effort pour chaque phase) :

Barre	Absc.	Section	DUR	APD_AV	APD	TER_AV	TER	MS_AV	MS	INFINI
						Profil DEF	Profil DEF	Profil DEF	Profil DEF	Profil DEF
13	12.550	Poutre	0.0000	182.52	12.430	0.0000	0.0000	172.54	69.606	186.16
		Hourdis	0.0000	-182.52	-12.430	0.0000	0.0000	-172.54	-69.606	-186.16
		Global	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Dans la partie 12. EFFORTS DUS AUX CHARGES PERMANENTES, PRÉCONTRAINTE INCLUSE, 12.2. Moments, 12.2.1. PHASES AVANT CLAVAGE, on trouve les valeurs suivantes (en kN.m, variation d'effort pour chaque phase) :

Barre	Absc.	BET	REL_AV	REL	APP_AV	APP	HOU_AV	HOU	DUR_AV
13	12.550	0.0000	-3.0506	20.202	0.0000	0.94238E-05	0.0000	0.0000	0.0000

Dans la partie 12. EFFORTS DUS AUX CHARGES PERMANENTES, PRÉCONTRAINTE INCLUSE, 12.2. Moments, 12.2.2. PHASES APRES CLAVAGE - Profil en travers definitif, on trouve les valeurs suivantes (en kN.m, variation d'effort pour chaque phase) :

Barre	Absc.	Section	DUR	APD_AV	APD	TER_AV	TER	MS_AV	MS	INFINI
						Profil DEF	Profil DEF	Profil DEF	Profil DEF	Profil DEF
13	12.550	Poutre	0.0000	-2.3308	16.425	0.0000	0.0000	-11.079	33.276	-34.506

		Hourdis	0.0000	0.19656	-0.15386E-01	0.0000	0.0000	-0.39762	1.2250	-0.84179
		Global	0.0000	107.58	23.881	0.0000	0.0000	92.237	76.341	76.553

20.3.3 - Note de calcul d'efforts : efforts hors phasage, à l'ELS caractéristique

Tous les efforts hors phasage (notamment superstructures et charges d'exploitation) sont fournis dans la note de calcul d'efforts. Pour ces charges, on réalise le décalage des moments : même si le décalage n'est pas toujours utilisé in fine dans le calcul de la section (par exemple à l'ELS pour une section en BP), l'édition des notes de calcul avec moments décalés est systématique. Pour calculer la section, on récupère ensuite les moments avec ou sans décalage selon le cas, d'où la nécessité ci de relever les deux jeux de résultats : avec et sans moments décalés.

Dans la partie 16. EFFORTS À L'ELS CARACTÉRISTIQUE, HORS POIDS PROPRE ET PRÉCONTRAINTE, 16.1. Efforts normaux dans la note d'effort sans décalage des moments, aucun effort n'est édité car aucun effort normal dans le cas d'un ouvrage sur appuis simple (ouvrage non portique).

Dans la partie 16. EFFORTS À L'ELS CARACTÉRISTIQUE, HORS POIDS PROPRE ET PRÉCONTRAINTE, 16.2. Moments, 16.2.1. Profil en travers definitif, dans la note d'effort sans décalage des moments,on trouve les valeurs suivantes (en kN.m) :

Barre	Absc.		Env C Perm	Tass.	Tass.	Env.	Q cara.	Q cara.	Q	ELS cara.
			ss PP ni P	prob.	aléa.	Therm.	comp. T	incomp. T	combi	ss PP ni P
			Pfl DEF	---	---	---	Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF
13	12.550	Min	65.002	0.0000	-288.18	-479.43	-191.56	-68.570	-123.47	-826.08
		Max	94.061	0.0000	288.18	290.56	618.29	208.72	387.29	1174.9

Dans la partie 9. EFFORTS À L'ELS CARACTÉRISTIQUE, HORS POIDS PROPRE ET PRÉCONTRAINTE, 9.1. Efforts normaux, dans la note d'effort avec décalage des moments, aucuneffort n'est édité car seuls les moments sont édités dans les notes de calcul avec décalage des moments.

Dans la partie 9. EFFORTS À L'ELS CARACTÉRISTIQUE, HORS POIDS PROPRE ET PRÉCONTRAINTE, 9.2. Moments, 9.2.1. Profil en travers definitif, dans la note d'effort avec décalage des moments,on trouve les valeurs suivantes (en kN.m) :

Barre	Absc.		Env C Perm	Tass.	Tass.	Env.	Q cara.	Q cara.	Q	ELS cara.
			ss PP ni P	prob.	aléa.	Therm.	comp. T	incomp. T	combi	ss PP ni P
			Pfl DEF	---	---	---	Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF	Pfl DEF
13	12.550	Min	35.722	0.0000	-296.22	-492.81	-215.15	-97.634	-137.90	-841.16

		Max	107.71	0.0000	296.22	298.67	656.51	214.55	406.75	1239.6

20.3.4 - Vérification des résultats d'enveloppe à l'ELS caractéristique

On effectue ici au sein de la la note de calcul d'efforts une vérification de la cohérence des résultats de l'enveloppe ELS caractéristique à partir des différentes contributions intervenant dans la combinaison. On raisonne uniquement sur les résultats sans décalage des moments.

L'enveloppe ELS caractéristique est construite à partir des sollicitations suivantes :

- Enveloppe charges permanentes sans poids propre ni précontrainte CP
- Tassement probable Tp
- Tassement aléatoire Ta
- Enveloppe thermique Tk
- Charge d'exploitation compatible thermique : Q_T_oui
- Charge d'exploitation incompatible thermique : Q_T_non
- Charge d'exploitation de combinaison utilisée pour T effet de base : Q_combi

Les coefficients spécifiques de combinaison sont rappelés en début de paragraphe :

- Tassements probables RHO 0 : 1.000
- Tassements aleatoires RHO 0 : 1.000
- Enveloppe thermique PSI 0 : 0.600

Ainsi on peut recontruire les 3 combinaisons dont on retient l'enveloppe pour l'ELS caractéristique : Cara_T_oui, Cara_T_non, Cara_T_base. Pour chacune de ces combinaisons on va séparer les effets variables seuls « VariSeul » et les effets permanents seuls « PermSeul ». Cette séparation n'est pas effectuée au niveau des notes de calcul d'effort, mais elle a son importance pour comprendre ensuite les efforts utilisés lors du calcul de la section. Cette séparation est utile aux calculs de contraintes non fissurées :

- les contraintes sous « PermSeul » seront calculées avec un module d'Young du béton différé Eceff
- les contraintes sous « VariSeul » seront calculées avec un module d'Young du béton instantanné Ecm

On cherche à re-calculer :

ELS_cara = enveloppe(Cara_T_oui, Cara_T_non, Cara_T_base)

On a :

Cara_T_oui = CP + Tp +Ta + 0,6*Tk + Q_T_oui

Soit :

Cara_T_oui = Cara_T_oui_VariSeul + Cara_T_oui_PermSeul

Avec

Cara_T_oui_PermSeul = CP + Tp

Cara_T_oui_VariSeul = Ta + 0,6*Tk + Q_T_oui

On a par ailleurs :

Cara_T_non = CP + Tp +Ta + 0*Tk + Q_T_non

Soit :

Cara_T_non = Cara_T_non_VariSeul + Cara_T_non_PermSeul

Avec

Cara_T_non_PermSeul = CP + Tp

Cara_T_non_VariSeul = Ta + 0*Tk + Q_T_non

Enfin on a :

Cara_T_base = CP + Tp +Ta + 1*Tk + Q_combi

Soit :

Cara_T_base = Cara_T_base_VariSeul + Cara_T_base_PermSeul

Avec

Cara_T_base_PermSeul = CP + Tp

Cara_T_base_VariSeul = Ta + 0*Tk + Q_T_non

Applications numériques

Effort	Nom	Détail (kN.m)	Valeur (kN.m)
Mmin	Cara_T_oui_PermSeul	=65,002+0	65,002
	Cara_T_oui_VariSeul	=-288,18-0,6*479,43-191,56	-767,398
	Cara_T_oui	**=65,002-767,398**	**-702,396**
Mmax	Cara_T_oui_PermSeul	=94,061+0	94,061
	Cara_T_oui_VariSeul	=288,18+0,6*290,56+618,29	1080,806
	Cara_T_oui	**=94,061+1080,806**	**1174,86**
Mmin	Cara_T_non_PermSeul	=65,002+0	65,002
	Cara_T_non_VariSeul	=-288,18+0-68,57	-356,75
	Cara_T_non	**=65,002-356,75**	**-291,748**
Mmax	Cara_T_non_PermSeul	=94,061+0	94,061
	Cara_T_non_VariSeul	=288,18+0+208,72	496,9
	Cara_T_non	**=94,061+496,9**	**590,961**
Mmin	Cara_T_base_PermSeul	=65,002+0	65,002
	Cara_T_base_VariSeul	=-288,18-1*479,43-123,47	-891,08
	Cara_T_base	**=65,002-891,08**	**-826,078**
Mmax	Cara_T_base_PermSeul	=94,061+0	94,061
	Cara_T_base_VariSeul	=288,18+1*290,56+387,29	966,03
	Cara_T_base	**=94,061+966,03**	**1060,091**

Au final, on retrouve bien les effets enveloppe pour l'ELS_cara tel que fournis dans la note de calcul.

Effort	**Nom**	**Cas dimensionnant**	**Valeur d'après recalculs ci-dessus (kN.m)**	**Valeur d'après note d'efforts (kN.m)**	**Conclusion**
Mmin	**ELS_Cara**	**Cara_T_base**	-826,078	-826,08	Cohérent
Mmax		**Cara_T_oui**	1174,86	1174,9	Cohérent

Ainsi, le re-calcul ci-dessus a permis :

- de vérifier la cohérence du tableau d'effort : les valeurs des effets enveloppe ELS_cara ont bien été rétrouvées
- de calculer manuellement les valeurs des effets « PermSeul » et « VariSeul » qui pour l'instant ne sont pas éditées dans la note de calcul d'efforts, mais qui permettront de comprendre plus facilement les valeurs d'efforts retenues pour le calcul de la section.

20.4 - Vérification des efforts appliqués à la section

20.4.1 - Note de calcul de section : efforts (M,N) appliqués à la section

Dans la note de calcul de section on retrouve pour chaque phase d'étude un tableau récapitulant tous les torseurs d'efforts sollicitants (M,N) utilisés pour calculer les contraintes non fissurées, puis les aciers passifs éventuels.

Dans la partie 6.7. T = Mise en service, Profil en travers definitif, 6. EFFORTS (M, N) APPLIQUÉS À LA SECTION, on a un tableau de valeur, dont voici un extrait (les valeurs ELS QP, ELS fréquent, ELU fondamental, ELU accidentel ne sont pas affichées ici car on ne les utilise pas) :

Type d'effort	Moment ST1 (kN.m)	Effort Normal ST1 (kN)	Explications	Effort repris par	Modèle ST1
Tab_MN_Non_Prec_Avant_Clav	0.0000	0.0000	Tous efforts issus du phasage hormis effet de la précontrainte, avant clavage	Poutre seule	Modèle poutre-échelle, phasage (Module PR2)
Tab_MN_Non_Prec_Avant_Clav_135	0.0000	0.0000			
Tab_MN_Pmoy_Avant_Clav	17.151	54.761	Efforts de précontrainte seule, avant clavage	Poutre seule	
Tab_MN_Pmin_Avant_Clav	17.151	54.761			
Tab_MN_Pmax_Avant_Clav	17.151	54.761			
Tab_MN_Apres_Clav_Poutre_Pmoy	-13.410	355.06	Efforts dûs à tous les effets différés de fluage, retrait, relaxation, y compris les pertes de précontrainte engendrées, après clavage. Obtenu par cumul des variations d'efforts de chacune des phases d'évolution (c'est-à-dire les phases intermédiares durant lesquelles seul un écoulement du temps se produit). Pour ces phases on retient séparément les efforts dans chacune des zones, et non pas un torseur global équivalent, pour ne pas masquer les autocontraintes propres à chaque zone.	Poutre seule	
Tab_MN_Apres_Clav_Poutre_Pmin	-13.410	355.06			
Tab_MN_Apres_Clav_Poutre_Pmax	-13.410	355.06			
Tab_MN_Apres_Clav_Hourdis_Pmoy	-0.20106	-355.06		Hourdis seul	
Tab_MN_Apres_Clav_Hourdis_Pmin	-0.20106	-355.06			
Tab_MN_Apres_Clav_Hourdis_Pmax	-0.20106	-355.06			
Tab_MN_Apres_Clav_Externe_Pmoy	23.643	0.0000	Efforts dûs à toutes les phases « d'action » du phasage (c'est-à-dire sans évolution du temps), après clavage. Par exemple, effet du transfert sur appuis définitifs. Obtenu par cumul sur les phases concernées. Le torseur global sur la section complète est reconstitué à partir des efforts de chacune des parties : N = Npou+Nhou M = Mpou+Mhou+Npou*levier_pou+Nhou*levier_hou Attention l'effet direct des superstructures moyennes - et également l'effet des charges permanentes sur remblai pour PRAD portiques- sont soustraits car on en récupère les valeurs caractéristiques (min et max) issus du modèle ST1 poutre composite (M2). Voir torseurs Mat_MN ci-dessous.	Section complète	
Tab_MN_Apres_Clav_Externe_Pmin	23.142	0.0000			
Tab_MN_Apres_Clav_Externe_Pmax	24.144	0.0000			
Tab_MN_Apres_Clav_Externe_Pmoy_135	28.410	0.0000			

Mat MN PermSeul Cara (Mmin, N)	35.722	0.0000	Efforts permanents seuls à l'ELS cara (charges de superstructures et de tassements probables) (CP+Tp).	Section complète	Modèle poutre composite (M2)
(Mmax, N)	107.71	0.0000			
(M, Nmin)	65.002	0.0000			
(M, Nmax)	65.002	0.0000			
Mat MN VariSeul Cara (Mmin, N)	-915.61	0.0000	Efforts variables seuls à l'ELS cara (tassements aléatoires et effet thermique et charges d'exploitation) (Ta+Tk+Q).		
(Mmax, N)	1131.9	0.0000			
(M, Nmin)	-479.43	0.0000			
(M, Nmax)	0.0000	0.0000			

20.4.2 - Vérification des efforts permanents de phasage (M,N) appliqués à la section

Objectif

On présente ici la reconstitution des efforts de phasage pris en compte pour la section, à partir des efforts édités dans la note de calcul d'efforts.

La présentation est ici succincte, mais le détail des opérations effectuées est accessible pour le gestionnaire dans le code source du module fortran intitulé « PR4_BB_Recup_Torseurs.f90 », routine « PR4_BB_Recuperer_Torseurs_Effort ».

Efforts avant clavage

Les efforts avant clavage ont été définis dans la tableau commenté « efforts (M,N) appliqués à la section », donné précédemment.

Pour les efforts avant clavage, on évalue séparément :

- Les efforts de précontrainte seule : Tab_MN_Pmin_Avant_Clav
- Les efforts issus du phasage, hormis effets de la précontrainte : Tab_MN_Non_Prec_Avant_Clav

Ces efforts sont reconstitués à partir de l'effet cumulé jusqu'à la dernière phase avant clavage : phase DUR_AV (incluse).

Pour les efforts de précontrainte seule, on cumule les résultats d'efforts dûs à la précontrainte tels qu'édités dans la note de calcul d'efforts. On obtient :

M_Pmin_Avant_Clav = 17,151 kN.m

N_Pmin_Avant_Clav = 54,761 kN

Il y a donc bien correspondance entre les résultats d'efforts de la note de calcul d'efforts et ceux de la note de calcul de la section.

Les efforts sans précontrainte sont évalués directement grâce aux résultats d'un phasage spécifique (sans précontrainte) qui ne sont malheureusement pas édités dans la note de calcul d'efforts pour éviter des longueurs.

Il est toutefois possible de re-calculer les efforts uniquement à partir des résultats édités dans la note de calcul d'efforts, de la façon suivante :

Effort_Non_Prec_Avant_Clav =

(Cumul des efforts dus aux CP, précontrainte incluse) - Effort_Pmin_Avant_Clav

Soit :

M_Non_Prec_Avant_Clav = (-3,0506 + 20,202 + 0,0 + 0,94238^{E}-5 + 0,0) – 17,151

= 4,094^{E}-4 kN.m

= 0,0 kN.m (négligeable), ce qui est dû au fait que l'on est à l'about de la poutre

N_Non_Prec_Avant_Clav = (-9,8713+64,632+0,0) – 54,761

= -3e-4 kN

= 0,0 kN (négligeable), ce qui est dû au fait que l'on est à l'about de la poutre

Efforts internes après clavage

Les efforts internes après clavage ont été définis dans la tableau commenté « efforts (M,N) appliqués à la section », donné précédemment.

La reconstitution des efforts après clavage est plus complexe qu'avant clavage. On est amené à récupérer et sommer des variations d'effet à différentes phases. La méthode est expliquée en détail dans les commentaires du code sources, qui sont retranscris ci-dessous.

Pour Tab_MN_Apres_Clav_Poutre_Pmin, on effectue l'opération k_inf*Tab_MN_Apres_Clav_Poutre_Pmoy. Avec k_inf coefficient de précontrainte caractéristique inférieure. Cette opération est ici transparente car dans notre exemple on a pris k_inf = 1,00 pour simplifier (en réalité pour la prétension on devrait prendre k_inf = 0,95).

Le torseur Tab_MN_Apres_Clav_Poutre_Pmoy est évalué comme indiqué dans le commentaire suivant.

```
! Efforts internes poutre cumulés, sous Pmoy (Apres clavage)
!
! => il s'agit des effets différés dû à CP+P (fluage, relaxation, retrait)
! => on somme donc toutes les phases avec changement de date (suffixe "_AV") après clavage.
! => le mode de construction des combinaisons fait que l'ensemble des effets différés dus à
!    CP + P sont incorporés dans les libelles de P seul.
! => on est donc contraint d'appliquer les coefficients de précontrainte caractéristique
!    à CP+P, ce qui est légèrement sécuritaire (ce sont des effets à la marge)
! => ce fonctionnement correspond à une réalité physique : on ne peut estimer précisément
!    quelle part des effets différés est due à CP ou bien à P.
! => tout ceci reste vrai pour les prad portiques.
!
! => ici on garde donc :
!    -> l'effet de Pmoy, de la phase APD_AV.
!    -> l'effet de Pmoy, de la phase TER_AV.
!    -> l'effet de Pmoy, de la phase MS_AV.
```

On récupère pour Tab_MN_Apres_Clav_Poutre_Pmin les efforts de poutre seule.

Application numérique :

M_Apres_Clav_Poutre_Pmin = -2,3308 + 0,0 – 11,079 = -13,4098 kN.m

N_Apres_Clav_Poutre_Pmin = 182,52 + 0,0 +172,54 = 355,06 kN

On retrouve bien les valeurs données dans la note de calcul de la section (-13,410 et 355,06).

Pour Tab_MN_Apres_Clav_Hourdis_Pmin, la méthode est exactement la même que précédemment, mais on récupère les efforts de hourdis seul.

Application numérique :

M_Apres_Clav_Hourdis_Pmin = 0,19656 + 0,0 – 0,39762 = -0,20106 kN.m

N_Apres_Clav_Hourdis_Pmin = -182,52 + 0,0 – 172,54 = -355,06 kN

On retrouve bien les valeurs données dans la note de calcul de la section (-0,20106 et -355,06).

Efforts externes après clavage

Les efforts externes après clavage ont été définis dans la tableau commenté « efforts (M,N) appliqués à la section », donné précédemment.

Pour évaluer Tab_MN_Apres_Clav_Externe_Pmin, on procède par sommation de l'effet du phasage sans précontrainte et de l'effet de la précontrainte moyenne (multipliée par k_inf).

Les effets du phasage sans précontrainte sont évalués directement grâce aux résultats d'un phasage spécifique (sans précontrainte) qui ne sont malheureusement pas édités dans la note de calcul d'efforts pour éviter des longueurs.

Il est toutefois possible de re-calculer les efforts uniquement à partir des résultats édités dans la note de calcul d'efforts, de façon simple dans la mesure où dans notre exemple on a pris k_inf = 1,0.

On procède de la façon suivante :

Le torseur Tab_MN_Apres_Clav_Externe_Pmoy est évalué comme indiqué dans le commentaire suivant.

```
! Efforts externes section totale cumulés, sous Pmoy (Apres clavage)
!
! => les efforts externes sont ceux issus des phases sans changement de date (donc non "_AV")
!    à la fois postérieures à APD_AV (Après clavage) et antérieures à la phase concernee ici TER.
! => on recupere les efforts globalisés qui s'appliquent à la section totale.
! => ATTENTION : pour la phase TER on ne prend en compte que les effets de la precontrainte P,
!                car les effets des terres seront ajoutés via Mat_MN_PermSeul issue de M2
!                (permet d'avoir l'enveloppe effet des terres et non uniquement l'effet
!                moyen issu du phasage)
! => ATTENTION : pour la phase MS on ne prend en compte que les effets de la precontrainte P,
!                car les effets des superstructures seront ajoutés via Mat_MN_PermSeul
!                issue de M2.
!                (permet d'avoir l'enveloppe effet des superstructures et non uniquement l'effet
!                moyen issu du phasage)
!
! => ici on garde donc :
!    ->   l'effet du phasage, sans précontrainte, de la phase DUR.
!    -> + l'effet de Pmoy   ,                     de la phase DUR.
!    ->   l'effet du phasage, sans précontrainte, de la phase APD.
!    -> + l'effet de Pmoy   ,                     de la phase APD.
!    -> + l'effet de Pmoy   ,                     de la phase TER.
!    -> + l'effet de Pmoy   ,                     de la phase MS.
```

Pour Tab_MN_Apres_Clav_Externe_Pmin, on effectue de façon générale la même sommation, mais en utilisant des résultats sous Pmin (combinaisons spécifiques réalisées dans le modèle ST1 et non éditées dans la note de calcul d'effort).

Application numérique :

M_Apres_Clav_Externe_Pmin = 0,0 + 23,881 + 0,0 = 23,881 kN.m

N_Apres_Clav_Externe_Pmin = 0,0 + 0,0 + 0,0 = 0,0 kN

On retrouve bien les valeurs données dans la note de calcul de la section (environ 23,142 et 0,0).

20.4.3 - Vérification des efforts hors phasage (M,N) appliqués à la section

Concernant les efforts hors phasage à l'ELS caractéristique, en principe, en faisant la somme des efforts « PermSeul » et « Vari_Seul » donnés dans la note de calcul de la section, on devrait retomber sur la valeur de l'enveloppe ELS_cara fournie dans la note de calcul d'efforts.

Effort	Nom	Détail (kN.m)	Valeur selon note de calcul de la section (kN.m)	Valeur selon note de calcul d'effort (Sans décalage des moments) (kN.m)	Conclusion
Mmin	ELS_Cara	=35,722-915,61	-879,888	-826,08	**Ecart de 53,808 , soit 6,5% (voir explications ci-après)**
Mmax		=107,71+1131,9	1239,61	1174,9	**Ecart de 64,71, soit 5,5 % (voir explications ci-après)**

Le tableau ci-dessus montre que l'on ne retrouve pas les moments ELS_cara issus de la note de calcul d'efforts par sommation des moments « PermSeul » et « VariSeul » issus de la note de calcul de section.

Cette différence est due au décalage des moments. Il en effet est précisé tout en haut de la note de calcul de la section, dans la partie **1. GENERALITES** :

> **1.4. Prise en compte du décalage des moments**
>
> Le décalage des moments est appliqué uniquement aux enveloppes de charges d'exploitation et de superstructures : en effet, seuls les moments issus du modèle poutre-composite Mdl_Pcomp subissent un décalage.
> En outre, le décalage dépend de la section considérée (fonctionnement BA ou BP)
> À l'ELS, on décale les moments en section BA (entretoise, poutre en zone d'about), mais pas en section BP (poutre en zone courante).
> À l'ELU, on décale toujours les moments.
> Dans la présente section :
> Décalage des moments à l'ELS : OUI
> Décalage des moments à l'ELU : OUI

La section étudiée étant en about de poutre, on effectue une justification de type BA, ce qui implique un décalage des moments à l'ELS cara. Par conséquent, les efforts « PermSeul » et « VariSeul » retenus sont issus des résultats de la note d'effort avec décalage des moments.

On obtient donc les résultats ci-dessous.

Effort	**Nom**	**Détail (kN.m)**	**Valeur selon note de calcul de la section (kN.m)**	**Valeur selon note de calcul d'effort** (Avec décalage des moments) **(kN.m)**	**Conclusion**
Mmin	ELS_Cara	=35,722-915,61	-879,888	-841,16	**Ecart de 38,728 , soit 4,6% (voir explications ci-après)**
Mmax		=107,71+1131,9	1239,61	1239,6	**OK**

Cette fois, pour les moments Mmax, la sommation des moments « PermSeul » et « VariSeul » permet bien de retrouver la valeur ELS_cara issue de la note de calcul d'effort avec décalage des moments, ce qui est logique.

Par contre, l'écart qui subsiste pour les moments Mmin demeure. Il est dû à la non-linéarité de l'opération de décalage des moments. En effet, on compare en réalité les deux résultats suivant :

Selon note de calcul d'effort (Avec décalage des moments)	**Selon note de calcul de la section**	**Conclusion**
Decalage(ELS_cara)	Decalage(ELS_Cara_PermSeul) + Decalage(ELS_cara_VariSeul)	**OK**

Pour conclure, il est normal dans le cas où le décalage des moments est effectivement pris en compte pour une section et à un état limite donné de ne pas retrouver nécessairement l'égalité entre :

- l'effort ELS_cara décalé issu de la note de calcul d'efforts
- la sommation des efforts : ELS_cara « PermSeul » décalé et ELS_Cara « Vari_Seul » décalé issus édités dans la note de calcul de la section

Cependant, les efforts retenus pour calculer la section sont corrects.

20.4.4 - Note de calcul de section : géométrie de la section

On relève dans cette partie les caractéristiques géométriques de la section telles que détaillées dans la note de calcul de la section. Ces informations seront utilisées dans la suite pour calculer manuellement les coordonnées du centre de gravité total de la section, puis les bras de levier entre ce centre de gravité total et le centre de gravité de chaque partie de la section (poutre et hourdis).

Dans la partie 5. GÉOMÉTRIE DE LA SECTION, 5.1. Béton de poutre (Zone 100), on retrouve les caractéristiques géométriques de la zone poutre seule :

Numéro de point	Valeur x (horizontal) (m)	Valeur y (vertical) (m)
101	0.000	0.000
102	0.285	0.000
103	0.285	0.170
104	0.075	0.245
105	0.075	0.855
106	0.595	0.905
107	0.595	0.950
108	0.000	0.950
109	-0.595	0.950
110	-0.595	0.905
111	-0.075	0.855
112	-0.075	0.245
113	-0.285	0.170
114	-0.285	0.000
115	0.000	0.000

Numéro de zone = 100
Aire brute section béton (calcul M2) = 0.30245000 m2
Aire brute section béton (calcul SC2) = 0.30245000 m2
Inertie brute section béton (calcul M2) = 0.03702450 m4
Inertie brute section béton (calcul SC2) = 0.03702450 m4
Vy distance cdg / fibre sup (calcul M2) = 0.4761 m
Vy distance cdg / fibre sup (calcul SC2) = 0.4761 m
Wy distance cdg / fibre inf (calcul M2) = 0.4739 m
Wy distance cdg / fibre inf (calcul SC2) = 0.4739 m

On en déduit Y_cdg_pou = Wy_pou = 0,4739 m

Dans la partie 5. GÉOMÉTRIE DE LA SECTION, 5.2. Béton du hourdis (Zone 200), on retrouve les caractéristiques géométriques de la zone hourdis seul :

Numéro de point	Valeur x (horizontal) (m)	Valeur y (vertical) (m)
201	0.000	0.950
202	0.599	0.950
203	0.599	0.950
204	0.604	0.950
205	0.604	1.200
206	0.000	1.200
207	-0.604	1.200
208	-0.604	0.950
209	-0.599	0.950
210	-0.599	0.950
211	0.000	0.950

Numéro de zone = 200
Aire brute section béton (calcul M2) = 0.30200000 m2
Aire brute section béton (calcul SC2) = 0.30200000 m2
Inertie brute section béton (calcul M2) = 0.00157292 m4
Inertie brute section béton (calcul SC2) = 0.00157292 m4
Vy distance cdg / fibre sup (calcul M2) = 0.1250 m
Vy distance cdg / fibre sup (calcul SC2) = 0.1250 m
Wy distance cdg / fibre inf (calcul M2) = 0.1250 m
Wy distance cdg / fibre inf (calcul SC2) = 0.1250 m

On en déduit Y_cdg_hou = Y_inf_hou + Wy_hou = 0,95 + 0,125 = 1,075 m

De ces informations on peut calculer rapidement les coordonnées du centre de gravité brut de la section complète :

Y_cdg_tot = (Y_cdg_pou*A_pou + Y_cdg_hou*A_hou) / (A_pou+ A_hou)

Y_cdg_tot = (0,4739*0,30245 + 1,075*0,302) / (0,30245+0,302)

Y_cdg_tot = 0,774226 m

Distance entre le CDG poutre seule et le CDG de la section complète : D_pou_tot = ABS(Y_cdg_pou - Y_cdg_tot) = ABS(0,4739 - 0,774226) = 0,3003 m

Distance entre le CDG hourdis seul et le CDG de la section complète : D_hou_tot = ABS(Y_cdg_hou - Y_cdg_tot) = ABS(1,075 - 0,774226) = 0,3008 m

20.4.5 - Calculateur de section : reconstitution du torseur résultant

Principe du calcul en section phasée

Le calculateur de section utilisé dans le programme peut tenir compte de la déformation spécifique d'une seule zone (poutre ou hourdis) : c'est le concept de déformation de zone.

Pour fixer une déformation de zone, on applique à la zone concernée le torseur d'effort qui lui est propre (par exmple N_pou, M_pou pour la poutre seule et N_hou, M_hou pour le hourdis seul). Le calculateur mémorise ainsi la déformation propre de la zone.

Pour le calcul final, un torseur supplémentaire va solliciter la section complète (par exemple M_traffic et N_traffic).

La subtilité du calculateur de section est qu'il faut appliquer à la section complète non pas le seul torseur supplémentaire (M_traffic, N_traffic), mais le torseur total résultant, soit avec les notations utilisées localement ici :

N_total = N_traffic + N_pou

M_total = M_traffic + M_pou + M_hou + (N_pou*levier_pou) + (N_hou*levier_hou)

Signe des bras de levier

Le signe des bras de levier est important. Pour le déterminer, oàn peut raisonner de la façon suivante. Le signe des bras de levier dépend notamment des positions relatives des CDG de chaque zone par rapport au CDG total.

Avec les conventions ST1, à savoir :

- Un moment positif génère une traction en fibre supérieure
- Effort normal positif si compression

Si on considère que Y_cdg_pou < Y_cdg_tot < Y_cdg_hou, alors :

- Une traction dans la poutre (N_pou < 0) doit engendrer un moment < 0 au sens de ST1, donc le bras de levier de poutre doit nécessairement être positif (levier_pou > 0)
- Une traction dans le hourdis (N_hou < 0) doit engendrer un moment > 0 au sens de ST1, donc le bras de levier de hourdis doit nécessairement être négatif (levier_hou < 0)

Application numérique :

Dans notre exemple, on a bien Y_cdg_pou < Y_cdg_tot, donc en suivant le raisonnement ci-avant on a :

Levier_pou = +D_pou_tot = 0,3003 m

Levier_hou = -D_hou_tot = -0,3008 m

Reconstitution du torseur résultant

A partir du tableau récapitulant les efforts (M,N) appliqués à la section, on peut retrouver les torseurs appliqués à chaque zone, et à la section complète.

Efforts pour déformation de la zone poutre seule :

N_pou = N_Non_Prec_Avant_Clav + N_Pmin_Avant_Clav + N_Apres_Clav_Poutre_Pmin
M_pou = M_Non_Prec_Avant_Clav + M_Pmin_Avant_Clav + M_Apres_Clav_Poutre_Pmin

Application numérique :

N_pou = 0,0 + 54,761 + 355,06 = 409,821 kN
M_pou = 0,0 + 17,151 - 13,41 = 3,741 kN.m

Efforts pour déformation de la zone hourdis seul :

N_hou = N_Apres_Clav_Hourdis_Pmin

M_hou = M_Apres_Clav_Hourdis_Pmin

Application numérique :

N_hou = -355,06 kN

M_hou = -0,20106 kN.m

Efforts pour sollicitation complète :

N_total = N_pou + N_hou + N_Apres_Clav_Externe_Pmin + N_PermSeul_Cara +N_VariSeul_Cara
M_total = M_pou + M_hou

+ N_pou*levier_pou + N_hou*levier_hou

+ M_Apres_Clav_Externe_Pmin + M_PermSeul_Cara + M_VariSeul_Cara

Application numérique :

N_total = 409,821 -355,06 + 0,0 +0,0 + 0,0 = 54,761 kN

Pour le couple (Mmin, N) :

M_total_min = 3,741 + (-0,20106)

+ 409,821*0,3003 + (-355,06)*(-0,3008)

+ 23,142 + 35,722 + (-915,61)

= -623,335 kN.m

Pour le couple (Mmax, N) :

M_total_max = 3,741 + (-0,20106)

+ 409,821*0,3003 + (-355,06)*(-0,3008)

+ 23,142 + 107,71 + 1131,9

= 1496,253 kN.m

20.4.6 - Calculateur de section : vérification des calculs effectués

Objectif

Cette partie est en principe utilisée uniquement par le gestionnaire des calculs de ponts types PRAD, qui peut être amené à vérifier les calculs effectués par le programme Chamoa-P PRAD. Il est possible d'éditer un fichier de traçage des appels (entrées et sorties) lancés au calculateur de section depuis le programme Chamoa-P PRAD.

Edition du fichier de traçage des appels

Dans le fichier bloc, le gestionnaire peut ajouter :

```
BLOC MODIFICATIONS_DEFAUT
    PR_EDITER_FICHIER_SECTION   1   # [0] 1 : oui, 0 : non
FIN
```

Cette commande permet d'activer l'édition d'un fichier de traçage des appels au calculateur de section, pour chacune des sections calculées. Le fichier créé porte le même nom que la note de calcul de section, mais avec une extension .log.

Le fichier de traçage utilisé dans notre exemple est donc le suivant :

PRAD_XXXX_0\Module_PR4\NDC_Sections\PRAD_XXXX_0_G_030_+012_550.log

Le contenu de ce fichier est assez volumineux, et l'en-tête est la suivante :

```
*********************************************************************
******* Fichier de tracage des appels au paquetage section *********
*********************************************************************

*********************************************************************
******* File etudiee     : file de rive gauche
******* Abscisse d'étude : x_ref_Section =     12.550
******* Indice d'étude : i_Tab_x_Ref =         30
******* (origine X = 0 à l'axe du premier appui)
*********************************************************************
```

Re-construction du numéro d'état limite

Les sollicitations appliquées à une section étant très nombreuses, elles sont repérées par un numéro. La signification de ce numéro est la suivante (extrait du code source du module fortran intitulé « PR4_PAR_Parametres.f90 », routine « PR4_PAR_Creer_Num_iel »).

```
!-----------------------------------------------------------------------------------------------------
 Subroutine PR4_PAR_Creer_Num_iel(Num_iel           , &
                                  Phase_justif      , &
                                  C_Profil          , &
                                  Type_Etude        , &
                                  Type_Etat_Lim     , &
                                  Type_Sollicitation, &
                                  Type_Calcul          )
!-----------------------------------------------------------------------------------------------------

! Retourne un numero d'etat limite
!
! ENTREES :
! - Phase_justif       (I) :  PR4_VOC_PHASE_MTB
!                             PR4_VOC_PHASE_BET
!                             PR4_VOC_PHASE_REL
!                             PR4_VOC_PHASE_APP
!                             PR4_VOC_PHASE_HOU
!                             PR4_VOC_PHASE_DUR
!                             PR4_VOC_PHASE_APD
!                             PR4_VOC_PHASE_TER
!                             PR4_VOC_PHASE_MS
!                             PR4_VOC_PHASE_INFINI
!
! - C_Profil           (I) :  M0_VOC_PROVISOIRE, M0_VOC_DEFINITIF
!
! - Type_Etude         (I) :  PR4_VOC_ETUDE_VERIF_NON_FISSUREE
!                             PR4_VOC_ETUDE_VERIF_FISSUREE
!                             PR4_VOC_ETUDE_DIMENSIONNEMENT_ACIERS
!
! - Type_Etat_Lim      (I) :  PR4_VOC_ETALIM_ELS_QP
!                             PR4_VOC_ETALIM_ELS_FREQ
!                             PR4_VOC_ETALIM_ELS_CARA
!                             PR4_VOC_ETALIM_ELU_FOND
!                             PR4_VOC_ETALIM_ELU_FOND_PP135
!                             PR4_VOC_ETALIM_ELU_ACCI
!
! - Type_Sollicitation (I) :  PR4_VOC_SOLL_PERM_PMOY
!                             PR4_VOC_SOLL_PERM_PMIN
!                             PR4_VOC_SOLL_PERM_PMAX
!                             PR4_VOC_SOLL_VARIABLE
!                             PR4_VOC_SOLL_CP_Q_PMOY
!                             PR4_VOC_SOLL_CP_Q_PMIN
!                             PR4_VOC_SOLL_CP_Q_PMAX
!
! - Type_Calcul         (I) : PR4_VOC_CALC_PRINCIPAL
!                             PR4_VOC_CALC_ETATPERM
!
! SORTIES :
! - Num_iel (I) : Numero d'etat limite
!
!-----------------------------------------------------------------------------------------------------
!  Numeros d'etat limite
!  On adopte la numérotation à 7 chiffres suivante :
!  ---------------------------------------------------------------------------------------------------
!  !              !              !                !                !                !                !
!  ! Phase_justif ! C_Profil     !   Type_Etude   ! Type_Etat_Lim  !  Type_Sollicitation  ! Type_Calcul  !
!  !              !              !                !                !     (2 chiffres)     !               !
!  ---------------------------------------------------------------------------------------------------
!  !     [0]      !     [0]      !       [1]      !      [1]       !        [01]          !     [1]       !
!  ! PHASE_MTB    ! Independant  !   verif non    ! ELS QP         ! CP + sstr QP + Pmoy  ! calcul        !
!  !     [1]      ! du profil    !   fissuree     !      [2]       !        [02]          ! principal     !
!  ! PHASE_BET    !     [1]      !       [2]      ! ELS Freq       ! CP + sstr QP + Pmin  !     [2]       !
!  !     [2]      ! Profil       ! verif fissuree !      [3]       !        [03]          ! etat permanent !
!  ! PHASE_REL    ! provisoire   !       [3]      ! ELS Cara       ! CP + sstr QP + Pmax  ! utilise pour  !
!  !     [3]      !     [2]      ! dimensionnement !      [4]       !        [04]          ! calcul        !
!  ! PHASE_APP    ! Profil       ! aciers         ! ELU Fond       ! Exploit Q seules     ! principal     !
!  !     [4]      ! definitif    !                !      [5]       !        [05]          !               !
!  ! PHASE_HOU    !              !                ! ELU Fond PP135 ! CP + sstr + Pmoy + Q !               !
```

```
!  !     [5]      !             !                !      [6]       !        [06]          !                !
!  ! PHASE_DUR    !             !                ! ELU Acci       ! CP + sstr + Pmin + Q !                !
!  !     [6]      !             !                !                !        [07]          !                !
!  ! PHASE_APD    !             !                !                ! CP + sstr + Pmax + Q !                !
!  !     [7]      !             !                !                !                      !                !
!  ! PHASE_TER    !             !                !                !                      !                !
!  !     [8]      !             !                !                !                      !                !
!  ! PHASE_MS     !             !                !                !                      !                !
!  !     [9]      !             !                !                !                      !                !
!  ! PHASE_INFINI !             !                !                !                      !                !
!  !              !             !                !                !                      !                !
!  !              !             !                !                !                      !                !
!  !              !             !                !                !                      !                !
!  !              !             !                !                !                      !                !
!  ----------------------------------------------------------------------------------------------------
```

Application numérique :

Dans notre cas on souhaite vérifier les quantités d'aciers passifs qui ont été dimensionnées par le calculateur de section. On a donc `Type_Etude = PR4_VOC_ETUDE_DIMENSIONNEMENT_ACIERS`. Les autres arguments permettant de construire le numério d'état limite sont les suivants :

Argument	Valeur	Chiffre
Phase_justif	PHASE_MS	8
C_Profil	M0_VOC_DEFINITIF	2
Type_Etude	PR4_VOC_ETUDE_DIMENSIONNEMENT_ACIERS	3
Type_Etat_Lim	PR4_VOC_ETALIM_ELS_CARA	3
Type_Sollicitation	PR4_VOC_SOLL_CP_Q_PMIN	06
Type_Calcul	PR4_VOC_CALC_PRINCIPAL	1
Numéro état limite retenu :		**8233061**

Recherche des sollicitations dans le fichier de traçage

En recherchant les occurrences du numéro d'état limite 8233061 dans le fichier de traçage, on aboutit en premier lieu aux définitions préalables de la section :

```
APPEL : SC2_Creer_Loi()
APPEL : SC2_Fixer_Bornes_Loi()
APPEL : SC2_Fixer_Type_Trou()
```

Puis on aboutit à ce qui nous intéresse, il s'agit de la sollicitation de la section sous (Mmin,N) :

```
    APPEL : SC2_Dimensionner()
        ENTREES :
            Num_Section =           30
            Tab_Num_Etat_Lim(:)
                Tab_Num_Etat_Lim (  1) =      8233061
            Tab_Num_Etat(:)
                Tab_Num_Etat (  1) =    -33554424
            Tab_Efforts(:)
                Tab_Efforts (  1) =    0.5476100000000002E-01
                Tab_Efforts (  2) =    0.6233340056820825
                Tab_Efforts (  3) =     0.000000000000000
        SORTIES :
            Ier_2(:)
                Ier_2 (  1) =            0
                Ier_2 (  2) =            1
```

Il est donc possible de vérifier la valeur du moment total appliqué à la section pour le dimensionnement des aciers passifs.

On retrouve donc bien les valeurs calculées à la main :

N_total = 54,761 kN correspond à 0.54761E-01 MN (unité adoptée pour le calculateur de section) M_total_min = -623,335 kN.m. Après inversion du signe des moments conformément à la convention spécifique du calculateur de section, qui est la convention de signe opposé à celle de ST1 en ce qui concerne les moments, on retrouve bien 0.623334 MN.m(unité adoptée pour le calculateur de section).

L'occurrence suivante correspond à la sollicitation de la section sous (Mmax,N) :

```
    APPEL : SC2_Dimensionner()
      ENTREES :
```

```
            Num_Section =           30
            Tab_Num_Etat_Lim(:)
                Tab_Num_Etat_Lim (  1) =      8233061
            Tab_Num_Etat(:)
                Tab_Num_Etat (  1) =    -33554424
            Tab_Efforts(:)
                Tab_Efforts (  1) =    0.5476100000000002E-01
                Tab_Efforts (  2) =    -1.496163994317917
                Tab_Efforts (  3) =     0.000000000000000
        SORTIES :
            Ier_2(:)
                Ier_2 (  1) =            0
                Ier_2 (  2) =            1
```

On retrouve les valeurs calculées à la main :

N_total = 54,761 kN correspond à 0.54761E-01 MN (unité adoptée pour le calculateur de section) M_total_max = 1496,253 kN.m. Après inversion du signe des moments conformément à la convention spécifique du calculateur de section, on retrouve bien -1.4961 MN.m(unité adoptée pour le calculateur de section).

Quantités d'acier dimensionnées

Après chaque sollicitation de la section au moyen de l'appel :

```
      APPEL : SC2_Dimensionner()
```

On trouve des récupérations de quantités d'aciers dimensionnées.

```
      APPEL : SC2_Lire_C_Remplissage()
```

Il s'agit de quantités d'acier totales pour chque lit de la section, en m2. Ces quantités sont ensuite ramenées en cm2/ml pour édition des quantités d'acier par mètre linéaire dans les notes de calcul Chamoa-P PRAD.

Déformations de zones seules : activation effective ou non

Dans le cas de la section étudiée, les efforts de zones seules engendrant des déformations des zones seules ont été volontairement désactivés, car il s'agit d'une section vérifiée en BA (section d'about de poutre), donc il se produit une redistribution des efforts de zone seule dans toute la section.

Si la section avait été vérifiée en BP, les déformations de zone seule à l'ELS (sous (N_pou, M_pou) et sous (N_hou, M_hou)) auraient été définies avant d'effectuer la sollicitation totale, via les appels ci-dessous.

```
   *** ------------ DEBUT MACRO : PR4_SC2_G_MACRO_Solliciter_Zone_Seule()
```

Puis

```
     APPEL : SC2_Fixer_Deform_Zone()
```

L'activation ou la désactivation des déformations de zone seule aux différents états limite est pilotée dans le code source par les routines suivantes, implémentées dans le code source du module fortran intitulé « PR4_PAR_Parametres.f90 » :

```
PR4_PAR_Enlever_Deformations_de_zones_aux_ELU
```

Et

```
PR4_PAR_Enlever_Deformation_De_Zone_ELS_Si_Fissuree
```

21 - Annexe - Récapitulatif des limites sous sollicitations normales pour CHAMOA-P PRAD et PRAD_TDC

21.1 - Références

21.1.1 - Limites sur le béton

Phase	Critère	Combinaisons			
		Quasi-Permanentes	Fréquentes sous Pmoy	Fréquentes (Pmax, Pmin)	Caractéristiques
Mise en Tension	Traction	CEREMA EN1992-2 §113.3.2(103) AN EN1992-2 §113.3.2(104) EN1992-2 §113.3.2(101) EN1992-2 §7.3.1(105) VOIR NOTE 3	Ss objet	Ss objet	Ss objet
	Compression	EN1992-1-1 §5.10.2.2(5)	Ss objet	Ss objet	Ss objet
Construction	Traction	CEREMA EN1992-2 §113.3.2(103) AN EN1992-2 §113.3.2(104) EN1992-2 §113.3.2(101) EN1992-2 §7.3.1(105) Voir NOTE 3	Ss objet	Ss objet	Ss objet
	Compression	CEREMA EN1992-1-1 §7.2(1P)EN1992-1-1 §7.2(3)	Ss objet	Ss objet	Ss objet
Exploitation	Traction	EN1992-2 NA §7.3.1(105) tableau 7.101NF(2)(3)	EN 1992-2 AN $6.8.1(102) Voir NOTE 4 EN1992-2 AN §7.3.1(105) tableau 7.101NF (3) XD/XS Voir NOTE 1	EN1992-2 AN §7.3.1(105) tableau 7.101NF (3) XD/XS	CEREMA
	Compression	CEREMA EN1992-1-1 §7.2(1P) EN1992-1-1 §7.2(3)	CEREMA EN1992-1-1 §7.2(1P)	CEREMA EN1992-1-1 §7.2(1P)	EN1992-1-1 §7.2(2) EN1992-2 AN §7.2(102)

NOTE :

1 La prise en compte de différentes zones dans la poutre n'est pas implémentée dans le code. Ainsi, on ne différencie pas la zone d'enrobage des autres zones dans la poutre, et on considère la même justification sur toute la poutre (contrôle de la non décompression sous Pmoy)

2 La notion de justification en zone d'abouts n'apparaît pas dans l'Eurocode, les critères sont des critères CEREMA (voir notes supplémentaires dans le paragraphe suivant). Elle se réfère à la classe III du BPEL.

3 Le CEREMA recommande en général une limitation de la contrainte de traction à 0.7f_{ctm} sous ELS quasi-permanent, sauf s'il y a des conditions d'exposition plus sévères pour la mise en tension. En classes XD et XS, elle doit être mise à 0. Selon l'Eurocode, 1.0 f_{ctm} est toléré (sauf classes XD et XS).

4 Le programme se dispense des vérifications à la fatigue en imposant qu'en zones de béton précontraint, le béton reste comprimé. Le paramètre est modifiable mais la vérification à la fatigue n'est pas effectuée.

21.1.2 - Limites sur les aciers passifs

L'EN 1992-1-1 § 7.2(4(P)) impose que les contraintes de traction dans les armatures soient limitées. Elles le sont selon les règles suivantes :

$$\begin{cases} \sigma_{trac} \leq 0.8 * f_{yk} \\ \sigma_{trac} \leq 1 * f_{yk} \quad (déformation\ imposée) \\ \sigma_{trac} \leq 1000 * w_{PRAD}\ (critère\ simplifié) \\ \sigma_{trac} \leq 300\ MPa \quad (ELS\ caractéristique) \end{cases} <= \begin{cases} \mathrm{EN1992-1-1\ §7.2\ (5)} + AN \\ \mathrm{EN1992-1-1\ §7.2\ (5)} + AN \\ \mathrm{EN1992-2\ §7.3.1(105)} + AN \\ EN1992-2\ \mathrm{§6.8.1(102)} + AN \end{cases}$$

Le dernier critère listé ci-dessus permet de se dispenser des justifications à la fatigue. L'AN indique qu'elle s'applique au béton armé, mais nous l'appliquons sur toutes les sections de la poutre pour ne pas être moins sécuritaire en béton précontraint qu'en béton armé au niveau des contraintes limites et parce que sous combinaisons caractéristiques, il n'y a pas de critère d'ouverture de fissure.

D'après l'EN1992-2 §113.3.2(104) : La vérification de l'ELS fréquent en phase d'exploitation implique la même vérification à l'ELS quasi-permanent en phase d'exécution.

Des critères d'ouvertures de fissure sont également définis sous combinaisons caractéristiques (critère CEREMA).

Le tableau 7.101NF de l'AN EC2-2 a été complété avec des critères pour les éléments en béton précontraint pour des justifications en zone d'about. Le choix de ces critères se base sur la classe III du BPEL :

Classe d'exposition	Éléments en béton armé et élément en béton précontraint sans armatures adhérentes	Éléments en béton précontraint à armatures adhérentes	Éléments en béton précontraint à armatures adhérentes **en "zone d'ancrage" de la précontrainte par pré-tension**
	Combinaison fréquente de charges	Combinaison fréquente de charges	**Combinaison fréquente de charges**
X0, XC1	0,30 mm (1)	0,20 mm	0,14mm
XC2, XC3, XC4	0,30 mm	0,20 mm (2) (3)	0,14mm
XD1, XD2, XD3, XS1,XS2,XS3	0,20 mm	Décompression (3)	0,10mm

NOTE 1 Pour les classes d'exposition X0 et XC1, l'ouverture des fissures n'a pas d'incidence sur la durabilité et cette limite est fixée pour garantir un aspect acceptable. En l'absence de conditions sur l'aspect, cette limite peut être traitée de manière moins stricte.

NOTE 2 Pour cette classe d'exposition, en outre, il convient de vérifier la décompression sous la combinaison quasi permanente des charges.

NOTE 3 Le contrôle de la décompression impose que le béton situé à moins de 100 mm des armatures de précontrainte adhérentes ou de leurs gaines soit comprimé sous combinaison de charges spécifiée, avec la valeur probable de précontrainte Pm.

21.1.3 - Limites sur les aciers de précontrainte

Les limites sur les contraintes dans les aciers de précontraintes sont les suivantes :

- A la mise en tension avant relâchement :

$$\sigma_p \leq \min(k_1 * f_{pk}\ , k_2 * f_{p0,1k})$$ (EN 1992-1-1 §5.10.2.1 (1P) + AN, k_1 = 0.8 et k_2 = 0.9)

Ce critère est remplacé par le critère suivant en prétension (si la force au vérin peut être mesurée avec une précision de +/- 5% de la valeur finale de la force de précontrainte, on peut admettre le critère suivant) :

$$\sigma_p \leq k_3 * f_{p0,1k}$$ (EN 1992-1-1 §5.10.2.1 (2) + AN, k_3 = 0.95)

Attention à l'AN concernant ce critère, les valeurs des coefficients sont valables à condition que « dans l'EN 10138-3 4), $f_{p0,1}$ soit défini avec $f_{p0,1}$= 0,88 f_m », dans le cas contraire l'AN précise que les coefficients peuvent être définies par l'Agrément Technique Européen. Ce point là n'est pas vérifié.

- Après relâchement :

  $\sigma_p \leq \min(k_7 * f_{pk}, k_8 * f_{p0,1k})$ (EN 1992-1-1 §5.10.3 (2) + AN, k_7 = 0.8 et k_8 = 0.9)

21.2 - Légende

Les tableaux suivants récapitulent les différentes limites dans la poutre et le hourdis par phase, par combinaisons et par type d'étude. Pour les aciers, un trait noir représente les limites définies par les ouvertures de fissure (sur fond grisé). Un code couleur est utilisé pour indiquer :

- En bleu, les limites définies par l'Eurocode pour les classes d'exposition XC2/XC3/XC4
- En vert, les limites définies par l'Eurocode pour les classes d'exposition XD1, XD2, XS1, XS2, XS3
- En rouge, les limites par défaut du programme CHAMOA-P si différentes de l'Eurocode pour les classes d'exposition XC2/XC3/XC4
- En orange, les limites par défaut du programme CHAMOA-P si différentes de l'Eurocode pour les classes d'exposition XD1, XD2, XS1, XS2, XS3

Un contour non fermé indique qu'il n'y a pas de limite définie dans ce cas.

On note les quatre types de justifications :

- Justifications en zones d'about pour l'étude non fissurée notées ABT – NFIS
- Justifications en zones d'about pour l'étude fissurée notées ABT – FIS
- Justifications en zones courantes pour l'étude non fissurée notées COU – NFIS
- Justifications en zones courantes pour l'étude fissurée notées COU – FIS

En travée, la section de poutre est séparée en deux zones :

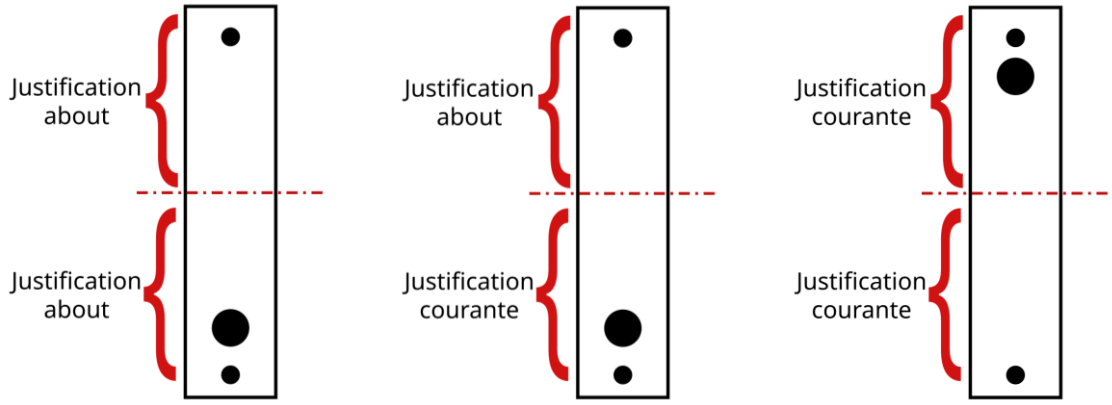
- Une zone supérieure ne présentant pas de précontrainte (hors zone d'enrobage) et dont la justification est donc la même que dans les zones d'about.
- Une zone inférieure contenant tous les câbles de précontrainte (zone d'enrobage). Cette zone a une justification BP en zone courante.

La côte de séparation des 2 zones est définie de la manière suivante :

Z_decoup = max (z_cdg, z_lit_haut + enrobage),

z_lit_haut étant la côte du plus haut lit de précontrainte.

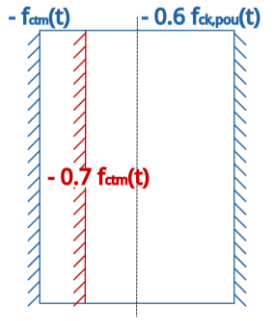
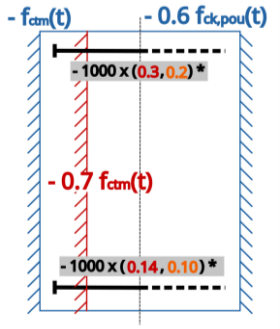
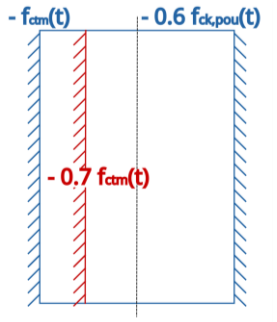
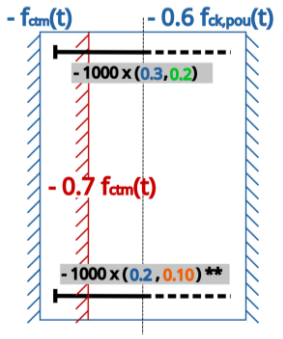
Si le plus haut lit de précontrainte est trop proche des aciers passifs de la fibre supérieure (lit compris entre la fibre sup de la poutre et deux fois l'enrobage des aciers passifs), alors toute la section sera justifiée en zone courante.



Zone d'about | Zone courante | Zone courante (Cas précontrainte haute)

On rappelle que l'Eurocode ne définit pas de critère pour la zone d'about (zone de précontrainte partielle). Les critères CEREMA sont basés sur la classe III du BPEL.

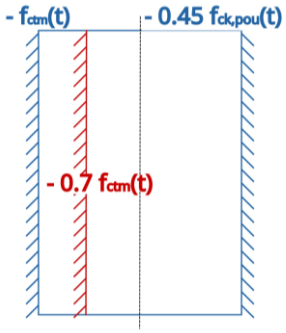
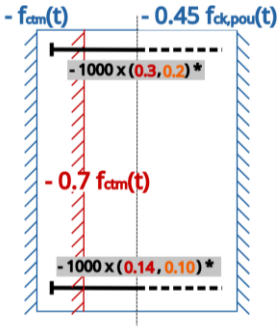
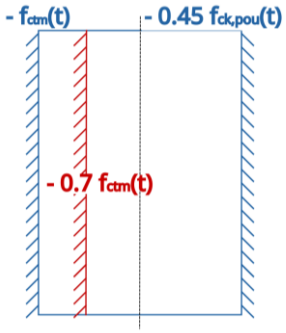
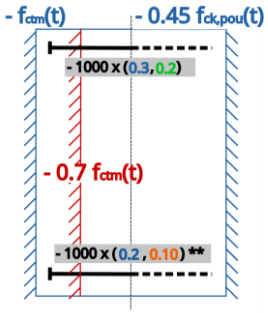
21.3 - Phase de Mise en Tension

Cas	Section	Combinaisons Quasi-Permanentes
ABT - NFIS		
ABT - FIS		
COU - NFIS		
COU - FIS		

* Critères CEREMA définis spécialement pour les zones d'about (cf. Classe III du BPEL)

** Un critère CEREMA pour l'ouverture de fissure est appliquée en plus dans le cas des classes XS,XD,XF du fait de l'assouplissement des critères en phase d'exploitation (les critères d'ouverture de fissure sont les mêmes pour toutes les phases)

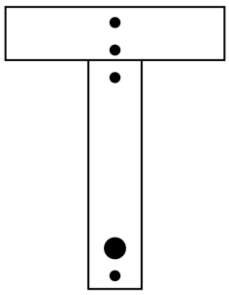
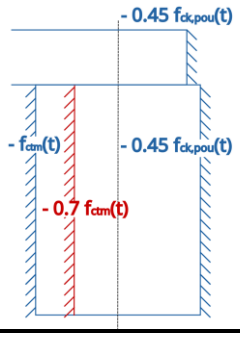
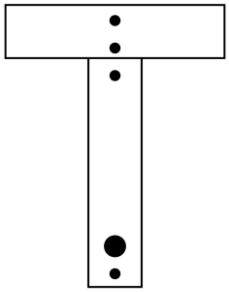
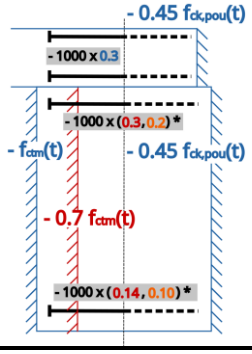
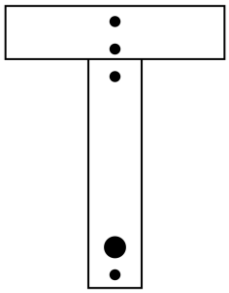
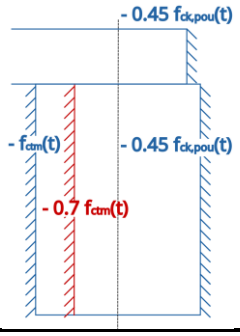
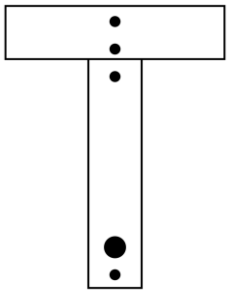
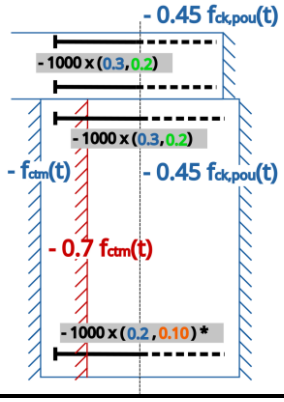
21.4 - Phase de construction avant clavage

Cas	Section	Combinaisons Quasi-Permanentes
ABT - NFIS		
ABT - FIS		
COU - NFIS		
COU - FIS		

* Critères CEREMA définis spécialement pour les zones d'about (cf. Classe III du BPEL)

** Un critère CEREMA pour l'ouverture de fissure est appliquée en plus dans le cas des classes XS,XD,XF du fait de l'assouplissement des critères en phase d'exploitation (les critères d'ouverture de fissure sont les mêmes pour toutes les phases)

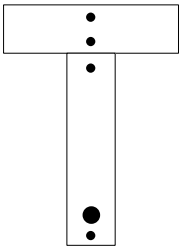
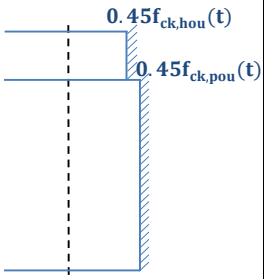
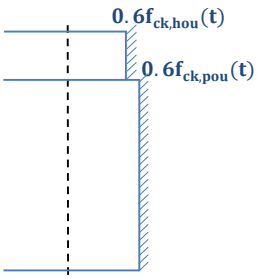
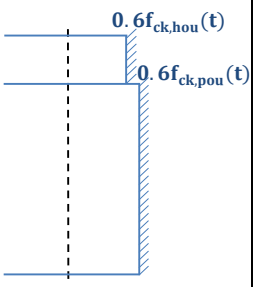
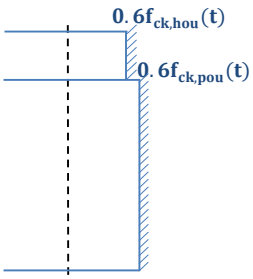
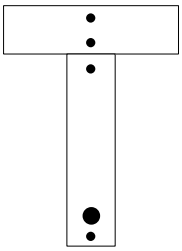
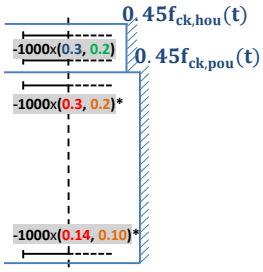
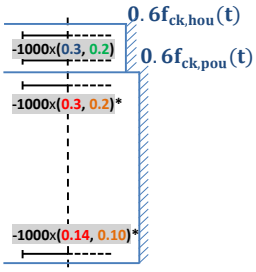
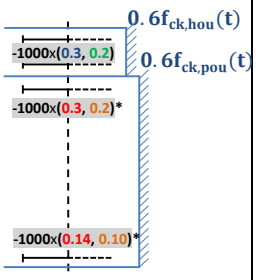
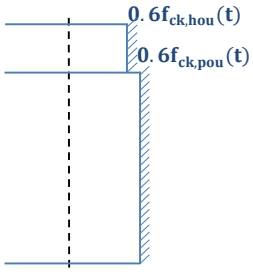
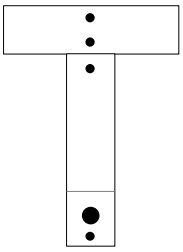
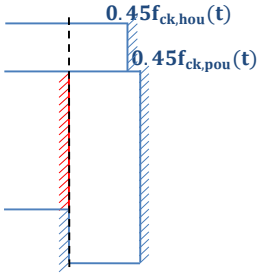
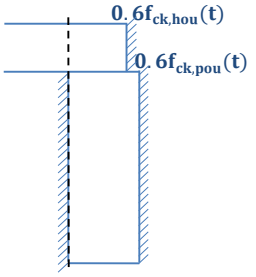
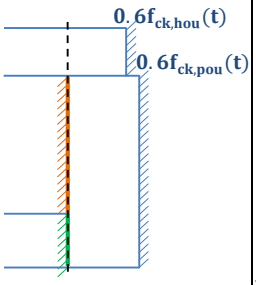
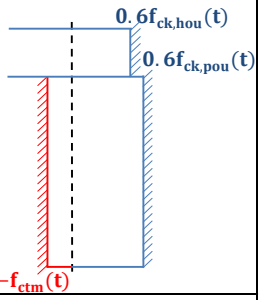
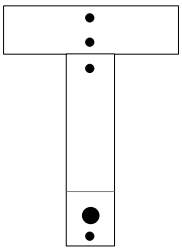
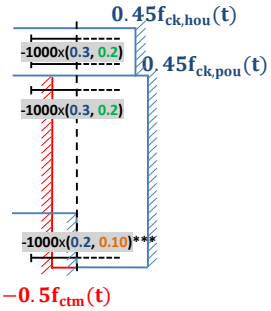
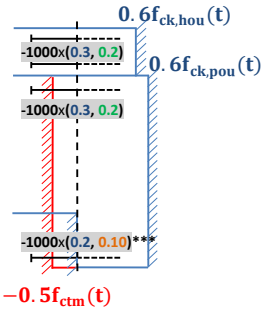
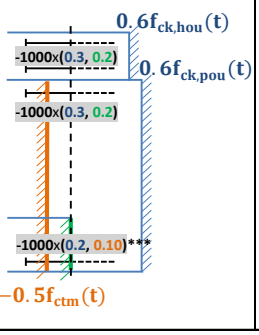
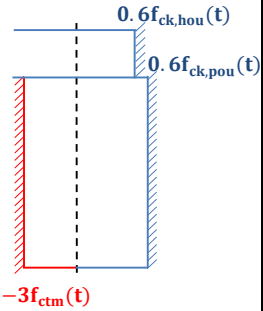
21.5 - Phase de construction après clavage

Cas	Section	Combinaisons Quasi-Permanentes
ABT - NFIS		
ABT - FIS		
COU - NFIS		
COU - FIS		

* Critères CEREMA définis spécialement pour les zones d'about (cf. Classe III du BPEL)

** Un critère CEREMA pour l'ouverture de fissure est appliquée en plus dans le cas des classes XS,XD,XF du fait de l'assouplissement des critères en phase d'exploitation (les critères d'ouverture de fissure sont les mêmes pour toutes les phases)

21.6 - Phase en exploitation

Cas	Section	Combinaisons			
		Quasi-Permanentes	Fréquentes sous Pmoy	Fréquentes sous (Pmin,Pmax)	Caractéristiques
ABT - NFIS					
ABT - FIS					
COU - NFIS					
COU - FIS**					

* Critères CEREMA définis spécialement pour les zones d'about (cf. Classe III du BPEL)

** Un assouplissement des critères hors zone d'enrobage a été étudié et validé pour l'étude fissurée de la zone courante qui conduit au dimensionnement des aciers passifs. La redistribution des efforts liés à la fissuration du hourdis et la continuité du diagramme de déformation conduit à une augmentation très importante des aciers passifs du hourdis lorsque les critères dans la poutre hors zone d'enrobage sont trop restrictifs.

*** Un critère CEREMA pour l'ouverture de fissure est appliquée en plus dans le cas des classes XS/XD du fait de l'assouplissement des critères.

Le Programme Chamoa permet le calcul aux Eurocodes des ponts routes et passerelles de type ponts à poutres précontraintes par adhérence. Les ouvrages sont supposés à une seule chaussée (sans terre-plein central) et calculés pour un biais entre 70 et 100 grades.

Les phases d'exploitation possibles sont :

Phase définitive (ouvrage en service avec son profil en travers final).

Phase provisoire (optionnelle- généralement circulation de dumpers sur profil réduit en phase chantier).

Phases d'exécution, le cas échéant (PRAD et PSIDP).

Le programme calcule les efforts en flexion longitudinale et transversale en travée. Il justifie l'ouvrage en flexion et à l'effort tranchant. Il calcule automatiquement les quantités d'aciers passifs.

Les aciers des chevêtres incorporés ne sont pas calculés. Les efforts dans les chevêtres sont calculés.

Direction technique infrastructures de transport et matériaux

110 rue de Paris - BP 214 - 77487 Provins Cedex - Tél : +33 (0)1 60 52 31 31

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement www.cerema.fr
Siège social : Cité des Mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél : +33 (0)4 72 14 30 30