

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

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

Pierre Perrin	(CEREMA - Est/DOA)
Sylvain Rigole	(CEREMA - ITM / CTOA)
Luc Muller Ripalda	(CEREMA - Est/DOA)
Gaël Bondonet	(CEREMA - ITM / CTOA)
Angel-Luis Millan	(ex Sétra / CTOA)

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	21
4 - Principes de justifications	22
Chapitre 3 – Description des données nécessaires au calcul d'un ouvrage de type PRAD par la chaîne CHAMOA	45
5 - Description des données	45
6 - Données administratives	47
7 - Géométrie de l'ouvrage	47
8 - Charges permanentes	62
9 - Actions variables hors trafic	64
10 - Charges d'exploitation	65
11 - Matériaux et critères réglementaires	68
12 - Modification des valeurs par défaut	76
Chapitre 4 – Note de calculs commentée	81
13 - Description de 3 exemples d'application : ouvrages de type PRAD et PRAD TDC	81
14 - Introduction à la note de calculs commentée	114
15 - Fichiers de données bruts	114
16 - Note de calculs commentée	123
17 - Fichiers intermédiaires	288
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 initial 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 constitués 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 ferrailage, 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 ferrailage 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'appui. 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} simultanément 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)

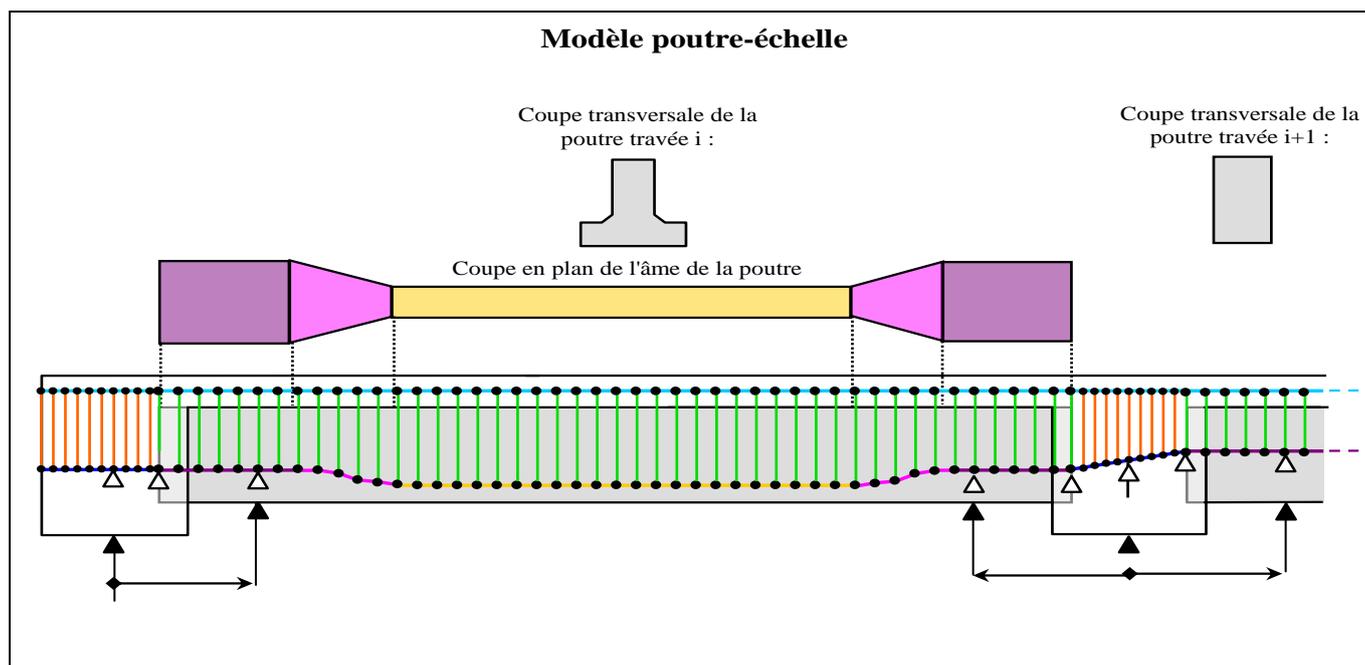
Lors des phases d'évolution, on récupère séparément les effets dans la poutre et dans le hourdis. Cela permet de tenir compte des autocontraintes qui se développent dans les sections lors de ces phases.

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.



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.

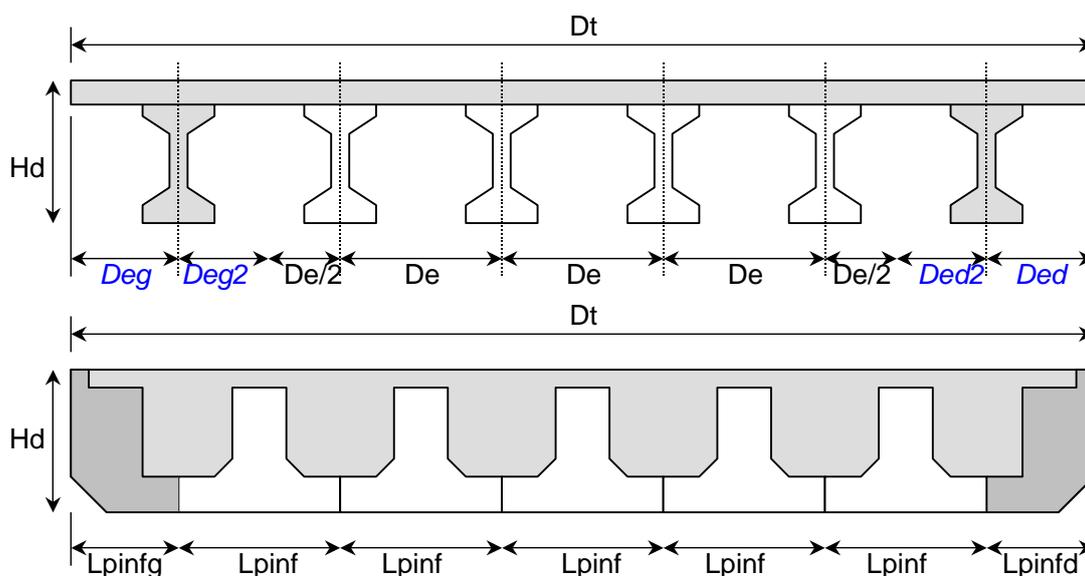


Figure 1 – Configurations de tablier : PRAD Classique et PRAD Tablier Dalle Composite

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 ferrailage peut être plus important que le ferrailage 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 encastremets 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.

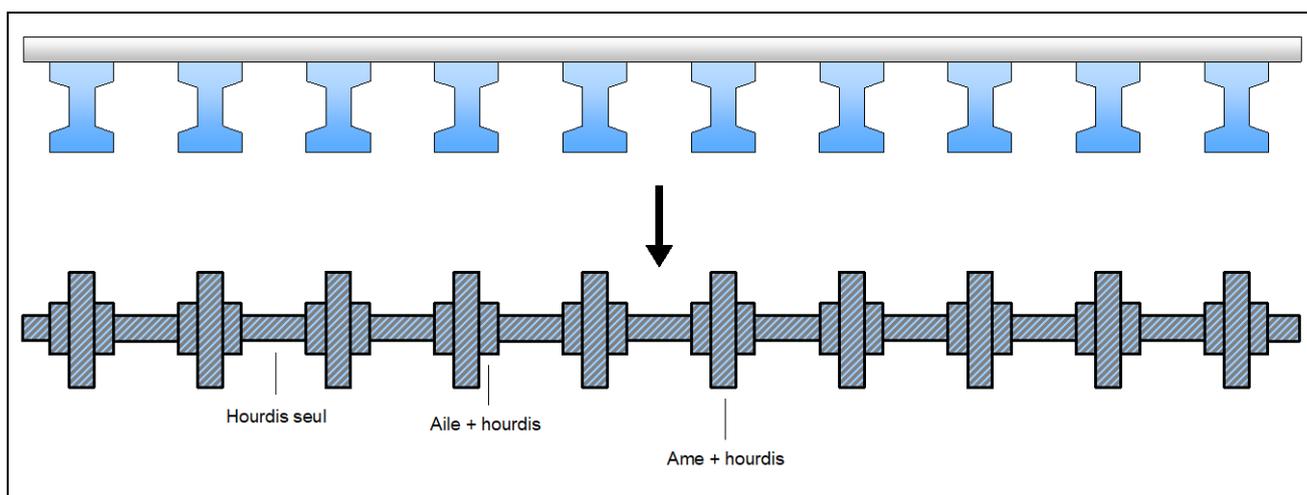


Figure 2 – Modélisation des PRAD Classiques avec des plaques orthotropes : cas des poutres en I

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

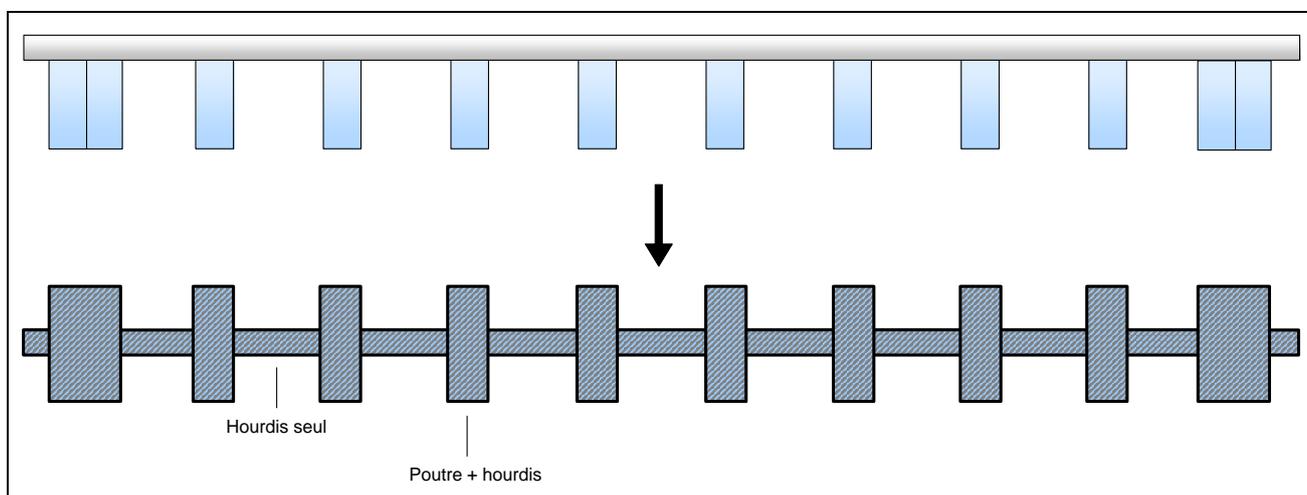


Figure 3 – Modélisation des PRAD Classiques avec des plaques orthotropes : cas des poutres rectangulaires

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.

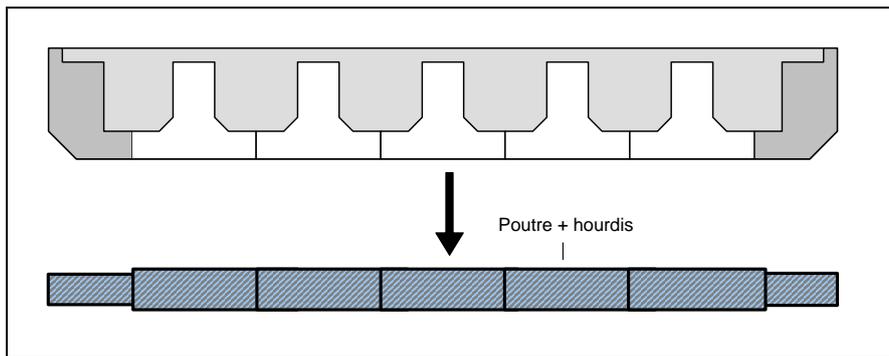


Figure 4 – Modélisation des PRAD Tablier Dalle Composite avec des plaques orthotropes

2.6 - Repartition transversale pour l'effet longitudinal 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 multiplicateurs liés à la répartition transversale, la méthode de Guyon Massonnet généralisée et adaptée au PRAD dans le cadre de CHAMOA est traitée dans le document CHAMOA_P Annexe générique.

On rappelle ici son adaptation 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 sollicitants (efforts de flexion longitudinale, efforts normaux, efforts tranchants) pour le calcul de la charge considérée.

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

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

Le moment $M_{x,Qmax}$ 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, elle est utilisée 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 sollicitants (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 ferrailage 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 ferrailage 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).

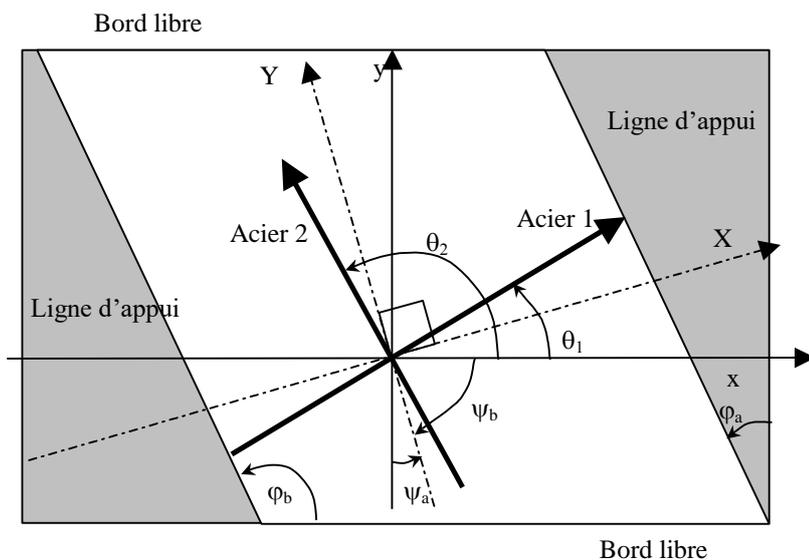


Figure 5 – Représentation conventionnelle avec angles positifs

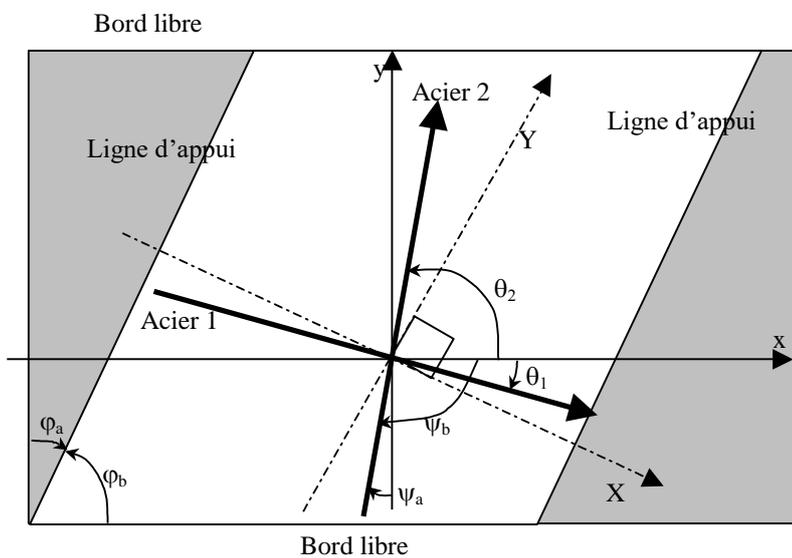


Figure 6 – Application aux cas de Chamois

- 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 biaisée Ox ($\theta_1=0$), 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 (M_X, M_Y, ψ_b).

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

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

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

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 :

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

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 :

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

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

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

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 :

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

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

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

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 ($\nu = 0$).

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 Chamois-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 encore disponible.

Cependant, le futur bloc de données nécessaire au dimensionnement est déjà prévu. L'utilisateur devra spécifier pour chaque poutre les côtes des lits sur lesquels des torons peuvent être ajoutés, ainsi que le nombre maximum de torons envisageable sur chaque lit. Le logiciel se chargera de déterminer les quantités de torons nécessaires sur chaque lit, ainsi que les longueurs de gainage à prévoir sur chaque toron.

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 considère 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 <u>non fissurée</u>	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 <u>section fissurée</u>	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 <u>section fissurée</u>	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 instantané).

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
<p>Contraintes limites appliquées</p>	<p>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.</p>	<p>Dans le hourdis, les contraintes limites sont celles du béton armé, donc identiques à celle appliquées aux entretoises ou dalles de transition.</p> <p>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.</p>	<p>Dans le hourdis, on applique les mêmes règles qu'en zone d'about.</p> <p>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.</p>

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 > $-f_{ctm}(t)$) 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 réductrice 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 Chamois-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 ferrailage minimal n'est requis si $\sigma_{ct} \geq -1,5f_{ct,eff}$ 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 $\sigma_{ct} \geq -1,0f_{ct,eff}$. Toutefois, dans les zones justifiées en précontrainte partielle, ou en béton armé, des aciers doivent être ajoutés.

Selon l'Eurocode 2, les aciers minimum 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 :

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

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 $A_{s,min} \geq 0,1\% \cdot A_c$ à répartir sur 2 faces. Cette quantité doit également respecter $A_{s,min} \geq 3,0 \text{ cm}^2/\text{ml}$ toujours selon l'EN 1992-2 §9.1 (103) (AN) .

4.1.11 - Ferrailage 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 .

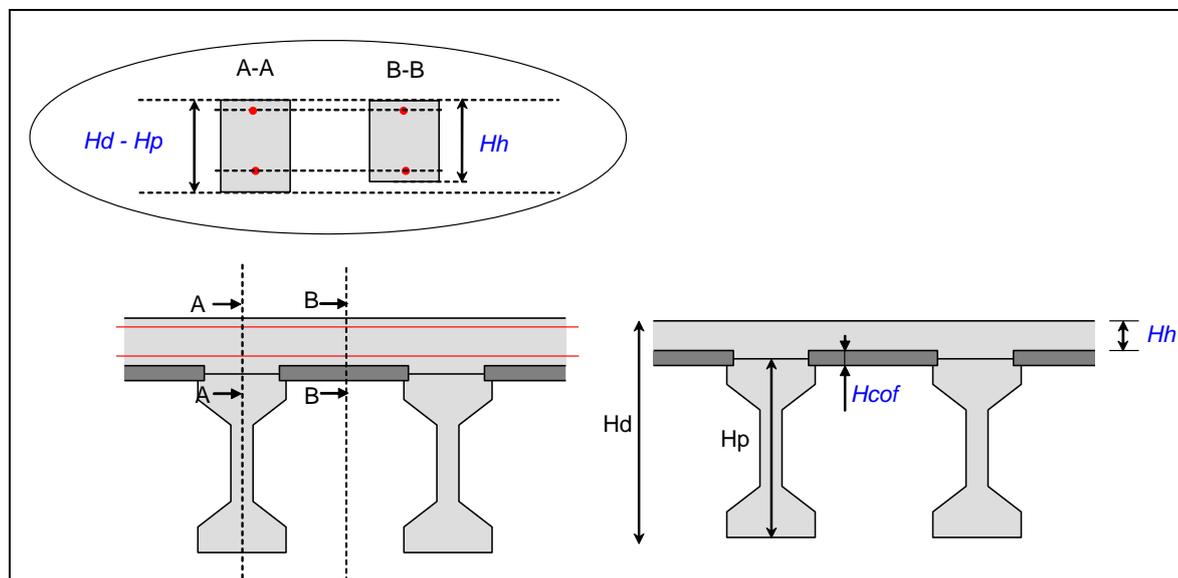


Figure 7 – Sections étudiées en flexion transversale PRAD Classique

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

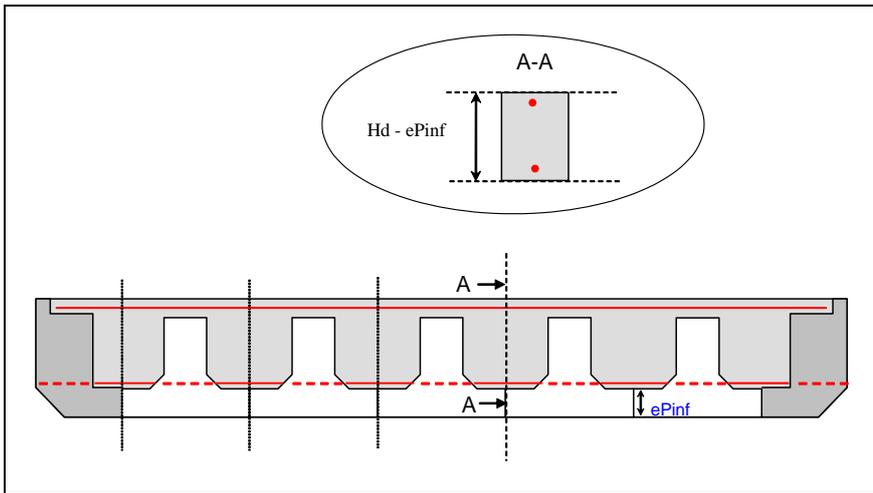


Figure 8 – Sections étudiées en flexion transversale PRAD Tablier Dalle Composite

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 V_{Ed} , 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...)

V_{Ed} 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) :

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

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

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

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 :

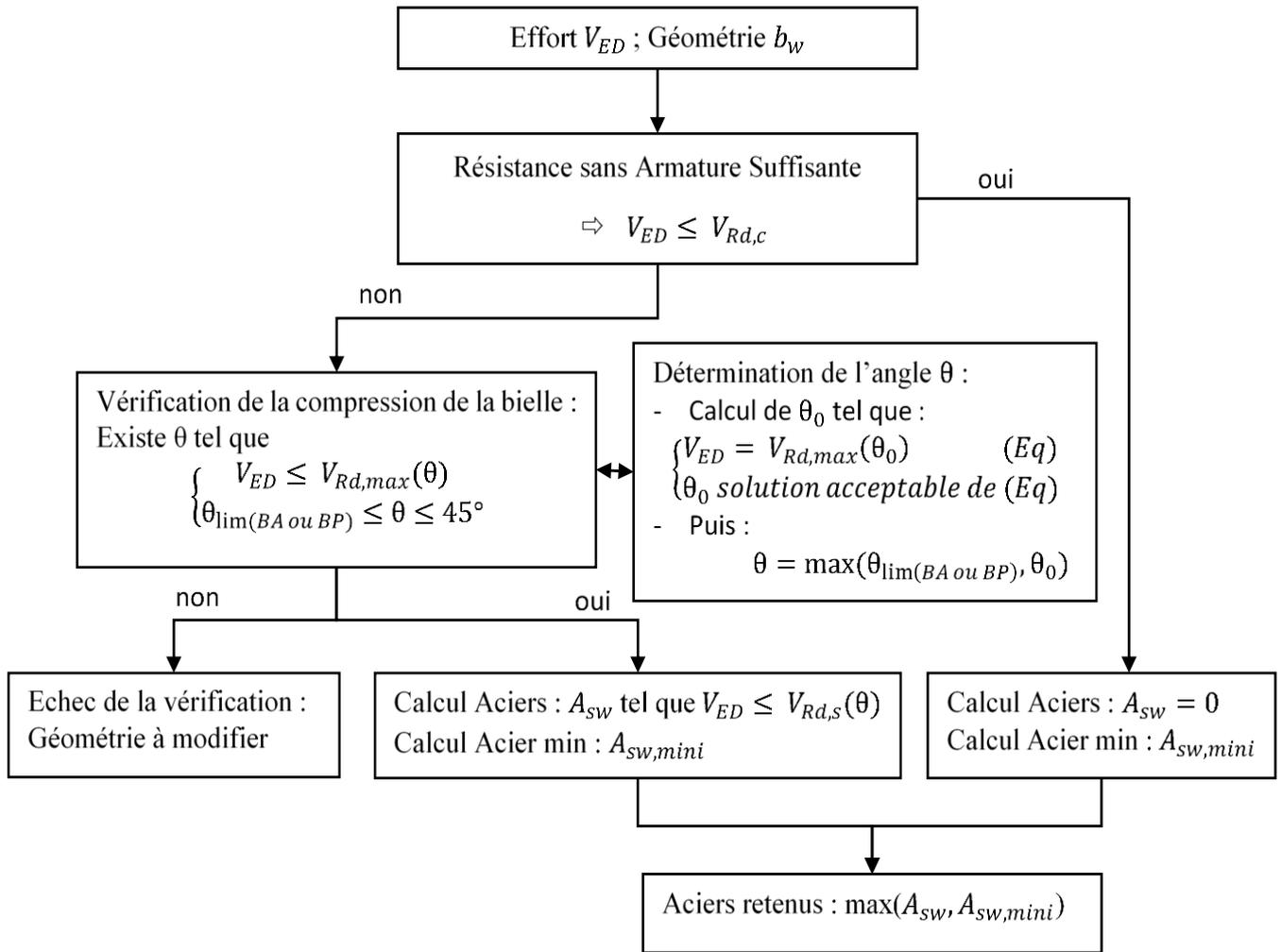


Figure 9 : Logigramme - Justification des armatures d'effort tranchant

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 :

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

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

Si $\sigma_x < 0$, 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 :

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

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

Remarques

1. Il est possible d'augmenter le critère en compression en phase de construction à $0.7f_{ck}$ 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 $0.7f_{ck}$ 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 palier 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 :

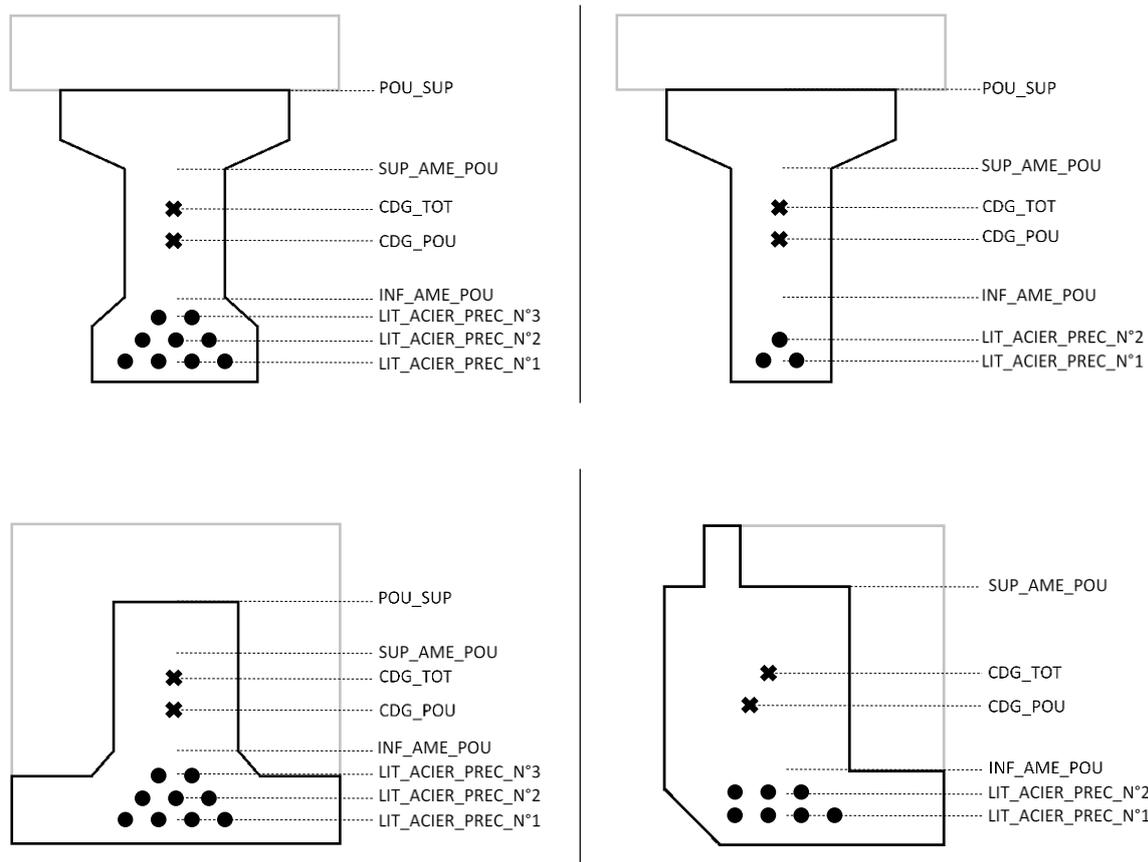


Figure 10 : Positions des fibres de cisaillement justifiées

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 G_u (effort par ml) qui a besoin d'être reprise au niveau de plan de l'interface :

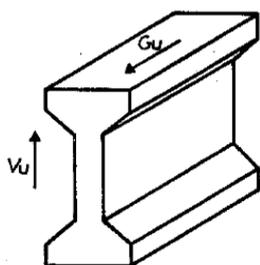


Figure 11 : Notations pour les efforts de glissement dus au tranchant

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.

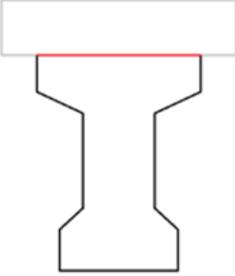
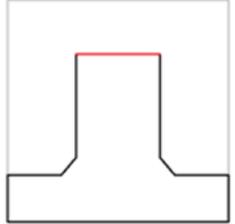
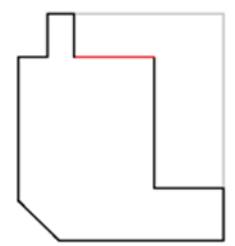
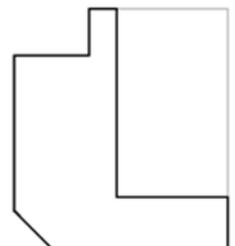
Nous utilisons la formule donnée par le Guide EC2 du Sétra (chapitre 9 §1.3) :

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

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		<p style="text-align: center;">Pas de surface de reprise (Calcul à partir de 10 cm de reprise)</p>

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 :

$$G_u = b_i \cdot V_{Edi} + \frac{1}{n} \frac{\Delta N_{Cumule_hourdis_seul}}{0.5 * L_{poutre}}$$

Vérification de la résistance

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

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

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 $\mu = 0.5$
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 $\mu = 0.6$
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 $\mu = 0.7$
avec indentation : surface présentant des clés comme sur la Figure 6.9 (voir EC2-1-1)	$c = 0.50$ et $\mu = 0.9$

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 $Gu/b_i > V_{Rdi}(A_{s_sur_connexion}=0)$, des armatures sont nécessaires et elles sont calculées au ml par la formule suivante :

$$\frac{Gu}{b_i} = V_{Rdi} \Rightarrow A_{s_sur_connexion} = \frac{b_i}{\mu \cdot f_{yd}} \left(\frac{Gu}{b_i} - c \cdot f_{ctd} \right)$$

Et il faut vérifier que :

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

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 créés 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 :

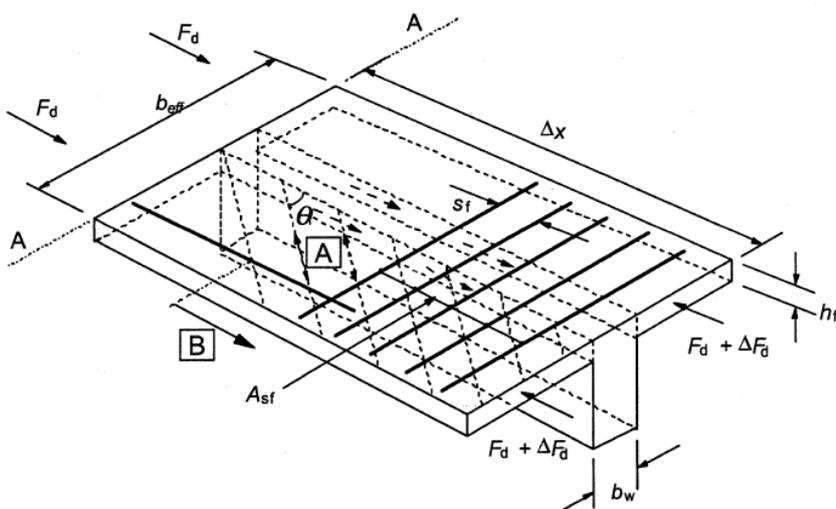


Figure 12 : Notations pour la jonction entre âme et membrure

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 :

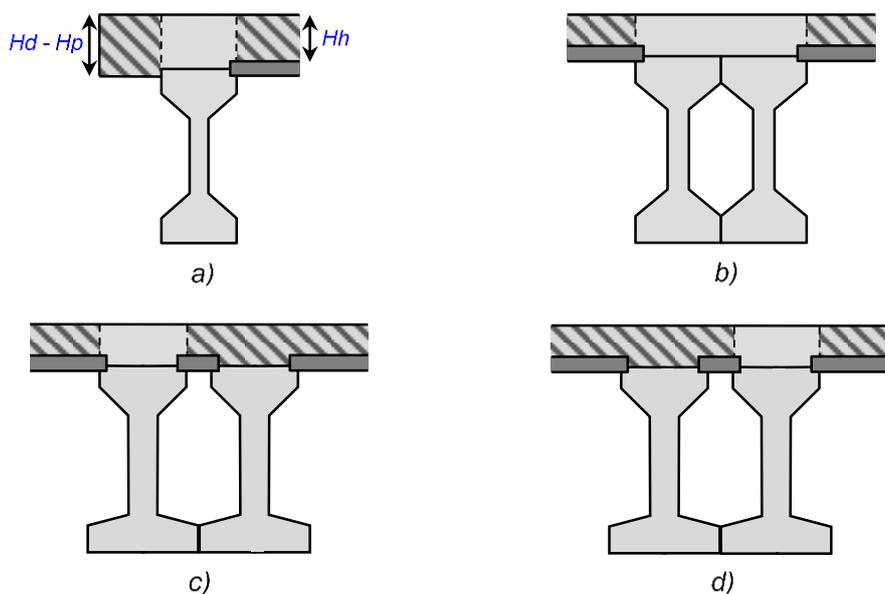


Figure 13 : Définition des membrures pour :
 a) File de rive ; b) Poutres courantes jumelées ($L_{psup} \geq L_{pinf}$) ;
 c) et d) Poutres courantes jumelées ($L_{pinf} > L_{psup}$)

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 :

$$v_{Ed, globale} = \frac{(T_{externe} + T_{exploit}) * S_{membrure, homo} * cd_{g_{tot}}}{I_{tot, homo} * h_f}$$

Selon l'Eurocode 1992-2, la profondeur de la zone comprimée en flexion doit être déduite de la valeur de h_f . Par simplification 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 h_f 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 :

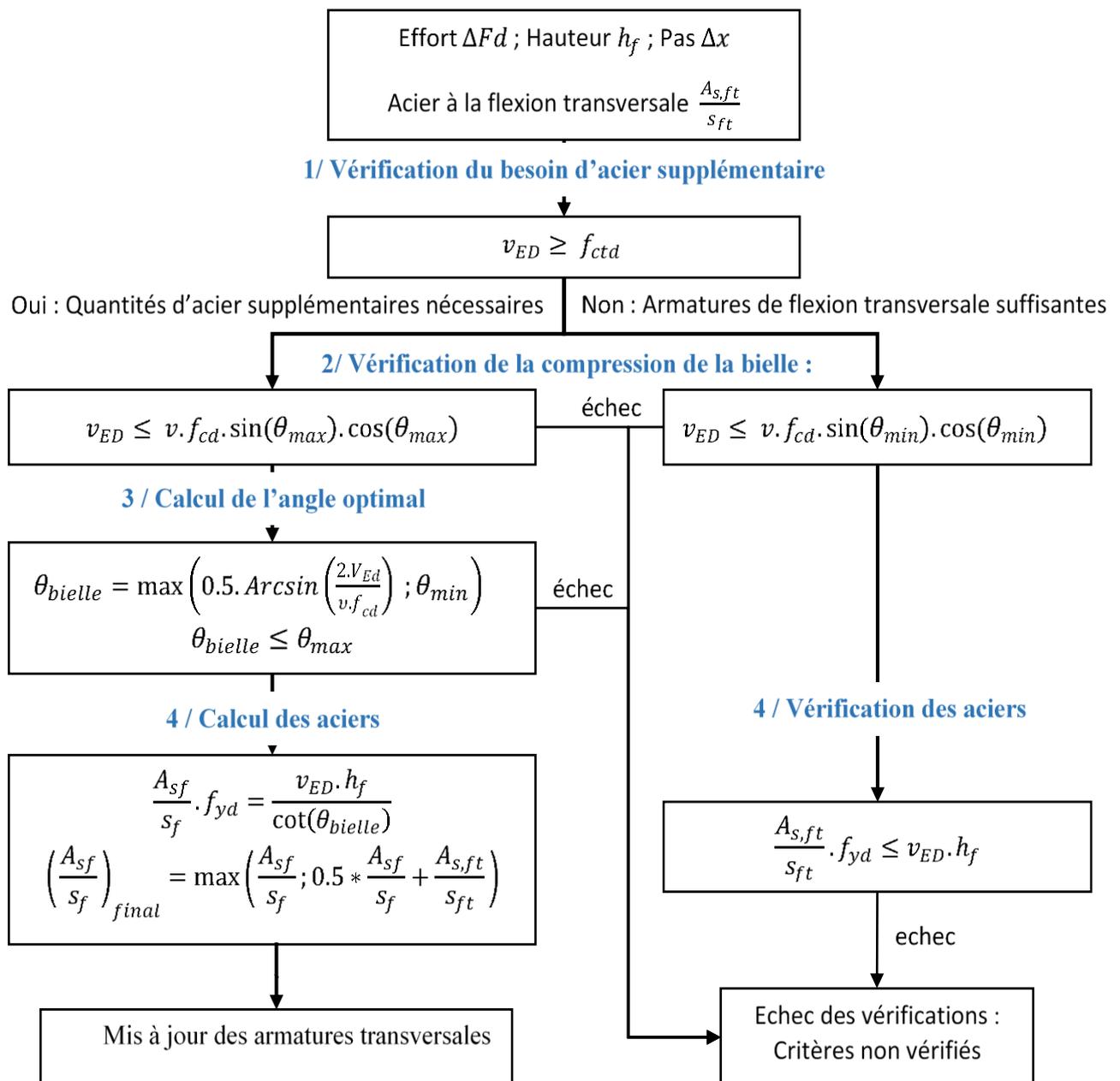


Figure 14 : Logigramme - Vérification des armatures de flexion transversale au tranchant

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 $L_r = l_{ri}$ (longueur de régularisation), de hauteur H (hauteur de la poutre) et d'épaisseur non constante bw .

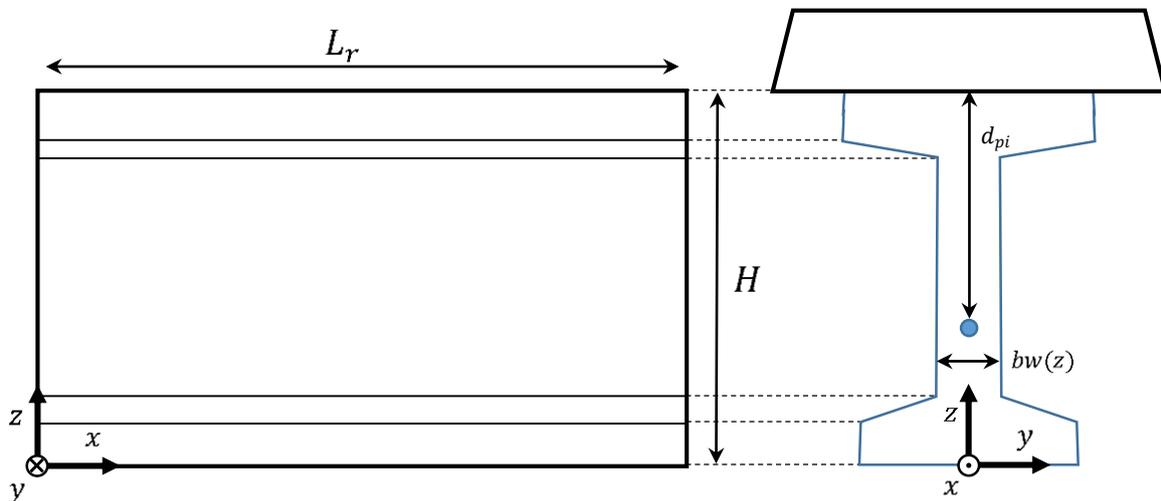


Figure 15 Schéma du prisme d'about

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 :

$$\sigma_{totalij} = \sigma_{prec\ seuleij} + \sigma_{RDMij}$$

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 :

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

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 chaînage (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 .

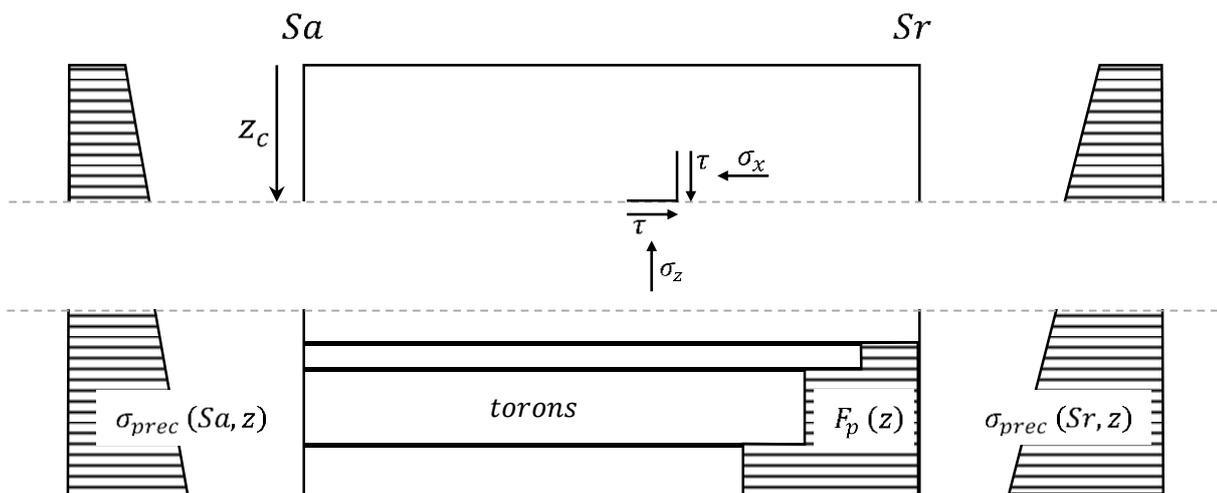


Figure 16 Exemple de coupure dans le prisme d'about

Soit la somme de

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

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

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

On obtient alors :

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

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

Donc

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

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

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

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

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

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 obtenu par le cumul de la diffusion sous l'effet de la précontrainte isostatique sur la poutre, l'effet RDM des autres charges :

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

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 :

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

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

$$|\sigma_1| \leq f_{ctb} = \left(1 - 0,8 \cdot \frac{\sigma_{III}}{f_{ck}}\right) \cdot f_{ctk,0,05}$$

Soit σ_I et σ_{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 $\tau = \tau_{\text{total}}(z_c, x)$

Le cercle de Mohr nous donne les contraintes principales :

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

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

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

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

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

Détermination des armatures de diffusion

Les armatures de diffusion sont calculés 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:

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

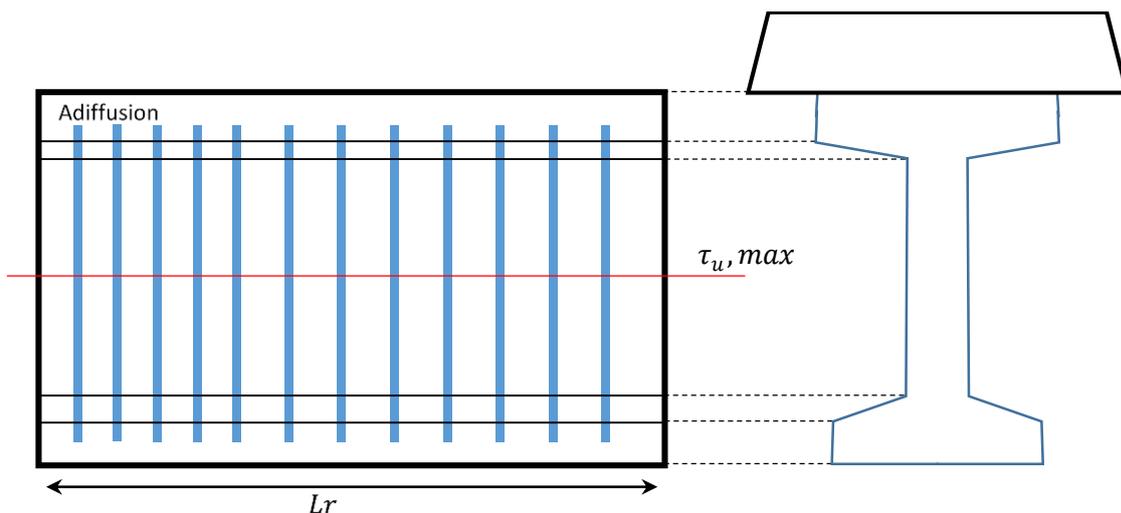
Avec $A_{diffusion}$ la quantité d'acier à répartir sur la longueur L_r ,

$\tau_{u,max}$ 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 coupe horizontal du prisme d'about) pour l'abscisse où elle est maximale.

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

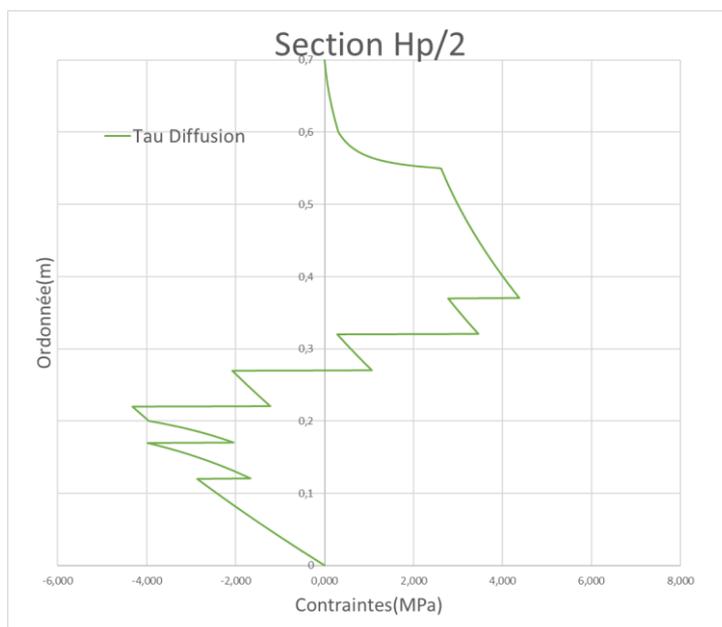


Figure 17 Contrainte de cisaillement moyenne due à la diffusion , (l'axe des ordonnées représente la hauteur de la poutre)

D'où

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

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. Elle définissent également les voies de rattachement de l'ouvrage.

Identification du calcul

Données :

Programme	SW	PRAD
"Version"	Ch	Programme V2
"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 créés 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 ».

Chamois 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.

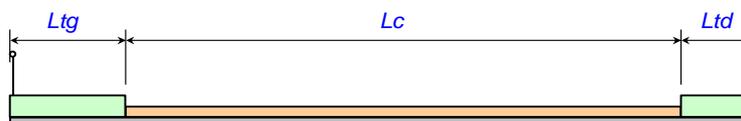


Figure 18 – Profil en travers sans remblai

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

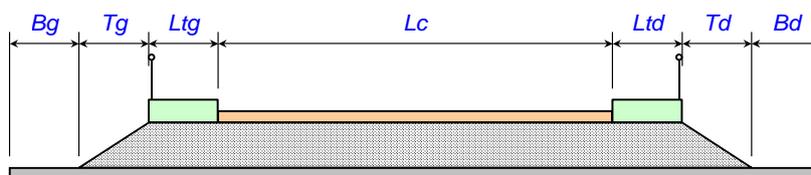


Figure 19 – Profil en travers avec remblai

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)	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).
(hdif_c)		
(hdif_td)		

Données complémentaires en utilisation extra-réglémentaire :

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

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).

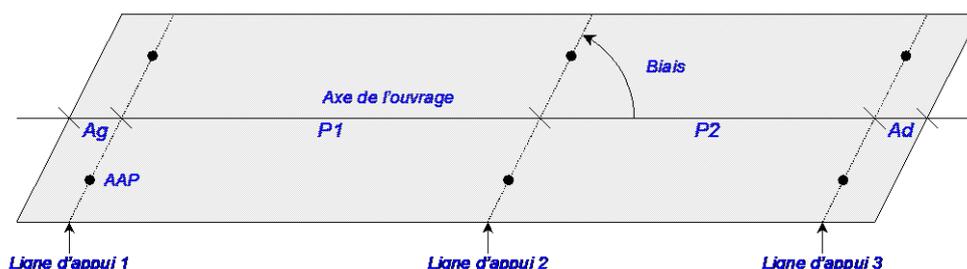
NOTE 2 : La largeur droite de l'extrados (Dt) est déterminée à partir de la somme de ces largeurs droites. Il est important de contrôler cette donnée.

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

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].
---------	---	---

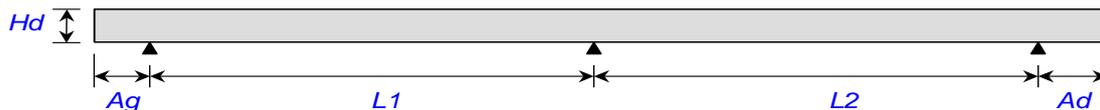
Commande :

```
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, $\Delta = 0,05$. Il faut contrôler :

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

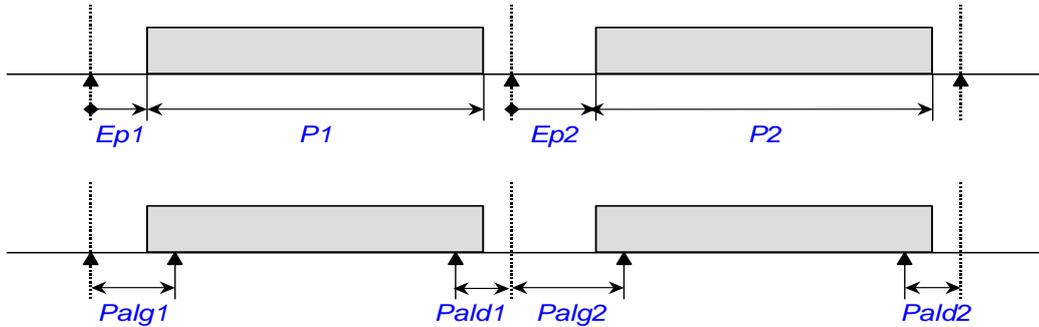
La commande est identique à celle des PSIDA :

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 E_{pi} et de leur longueur P_i .



Données :

- P_1, \dots, P_n R(n) Portées biaisées géométriques des poutres de chacune des n travées.
- E_{p1}, \dots, E_{pn} R(n) Excentrements biais des poutres (positif vers la droite, négatif vers la gauche).
- $Palg_j, Pald_j$ R Distances (> 0) biaisées appuis - pales 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 :

- $\Delta \leq E_{pi}$ $1 < i \leq n$ (sur pile)
- $E_{pi} \leq L_i - P_i - \Delta$ $1 < i < n$ (travées courantes)
- $-Ag \leq E_{p1} \leq L_1 - P_1 - \Delta$ (culée origine)
- $E_{pn} \leq L_n - P_n + Ad$ (culée extrémité)

Commentaires sur le transfert sur appuis définitifs.

Les pales 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 pales provisoires sont toujours définies. Le programme permet toutefois de ne pas définir les pales d'extrémité (cas $E_{p1} \leq -\Delta$ ou $E_{pn} \geq L_n - P_n + \Delta$), auquel cas on porte conventionnellement $palg_1 = 0$ ou $pald_n = 0$.

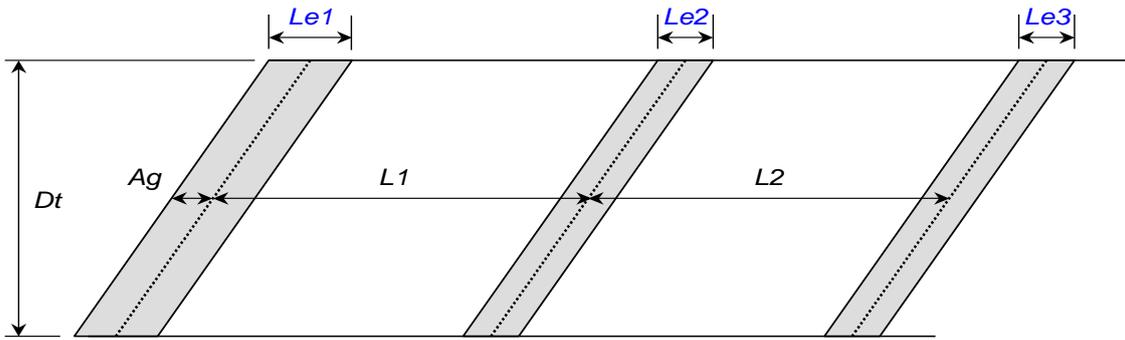
Il faut contrôler la position des pales provisoires :

- $palg_i \geq E_{pi} + \Delta$ $1 < i \leq n$ (sur pile)
- $paldi \geq L_i - P_i - E_{pi} + \Delta$ $1 \leq i < n$ (sur pile)
- Si $E_{p1} > 0$ il faut : $palg_1 \geq E_{p1} + \Delta$ (culée origine)
- Si $L_n - P_n - E_{pn} \geq 0$ il faut : $pald_n \geq L_n - E_{pn} - P_n + \Delta$ (culée extrémité)

7.4 - Entretoises

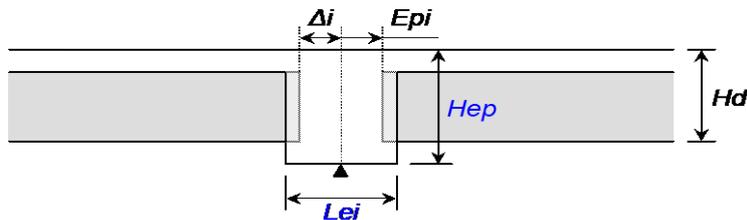
Coupe en plan

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 :

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

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 :

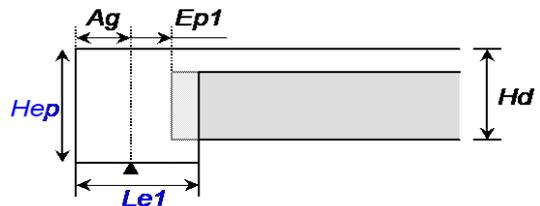
- $Ep1 \geq \Delta$

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 :

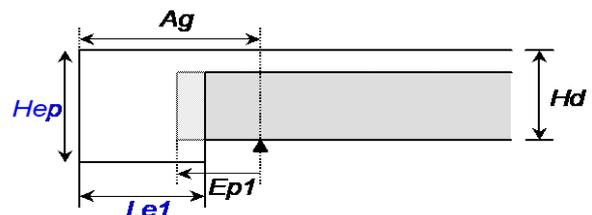
- $-Ag + \Delta \leq Ep1 \leq -\Delta$

Il faut contrôler les hauteurs des entretoises :

- $Hd \leq Hep$

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

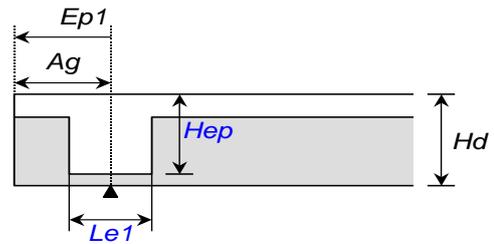
- $Le1 \geq Ag + Ep1$



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 ferrailer 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

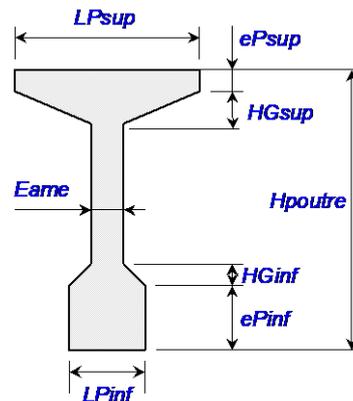
Commande :

```
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, listel >
  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.

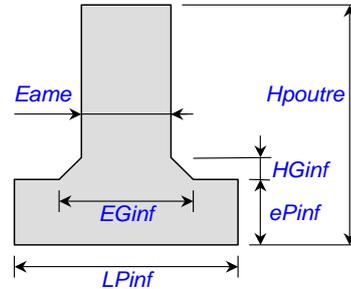
- Si $ePsup = 0$ ou non renseigné et $ePinf = 0$ ou non renseigné, $Lpsup$, $Lpinf$ doivent être renseignés et $HGsup$, $HGinf$, $Eame$ doivent être nuls ou non renseignés. Il s'agit d'une poutre en trapèze ou rectangulaire.

Il faut contrôler que :

- $Hd \geq Hpoutre$.
- $Hpoutre \geq ePsup + HGsup + ePinf + HGinf$
- $Eame \leq \text{Min}(Lpinf, Lpsup)$

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:

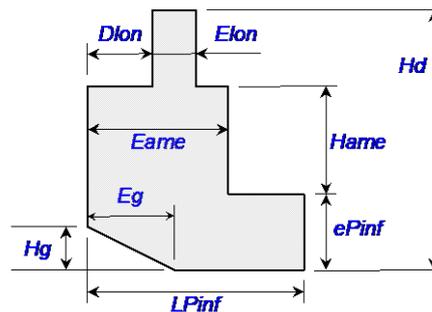
```
BLOC COUPE_TRANS_POUTRES COURANTES
  HAUTEUR  $Hpoutre$ 
  SEMELLE LARGEUR  $Lpinf$  HAUTEUR  $ePinf$ 
  GOUSSET (LARGEUR  $EGinf$ ) (HAUTEUR  $Hginf$ )
  AME  $Eame$ 
FIN
```

Il faut contrôler que :

- $Hd \geq Hpoutre$.
- $Hpoutre \geq ePinf + HGinf$
- $Lpinf \geq EGinf \geq Eame$
- $Lpinf \geq Eame$

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 H_d .
- Si $E_{lon} = 0$, on ne renseigne pas H_{poutre} , qui vaut $H_{ame} + e_{Pinf}$

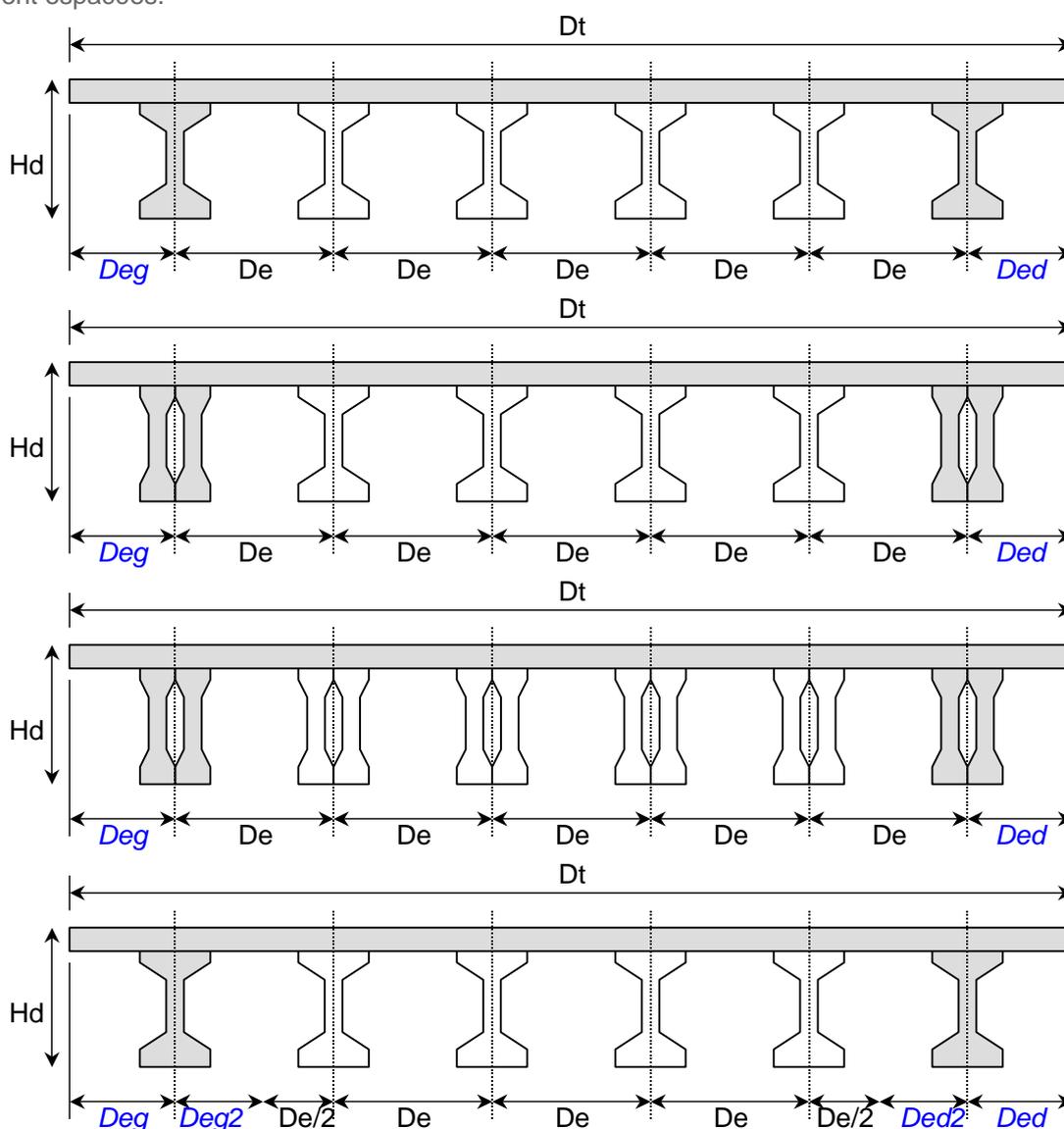
Il faut contrôler que :

- $H_d \geq H_{poutre}$.
- $H_{poutre} \geq H_{ame} + e_{Pinf}$
- si $E_{lon} = 0$, $H_{poutre} = H_{ame} + e_{Pinf}$
- $L_{pinf} \geq EG$
- $L_{pinf} \geq E_{ame}$

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 :

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

Données :

N_p	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 : $Ded = Deg = \max(Lpsup, (Lpinf+Lpsup)/2)$.
$COURANTES$, SW $RIVE$		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 D_t du profil en travers diminué de la position des poutres de rives par rapport au bord :

Cas par défaut lorsque $Ded2 = Deg2 = De/2$:

$$De = (D_t - Deg - Ded) / (N_p - 1)$$

Cas général lorsque $Ded2$ et $Deg2$ quelconques :

$$De = (D_t - Deg - Ded - Deg2 - Ded2) / (N_p - 2)$$

Il faut contrôler que :

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

Commandes :

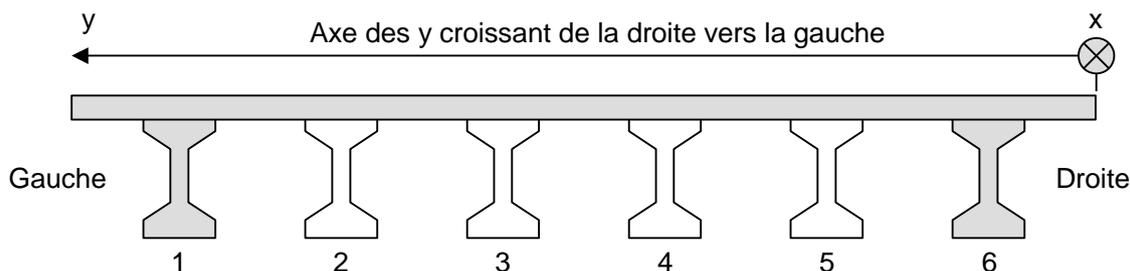
```

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

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

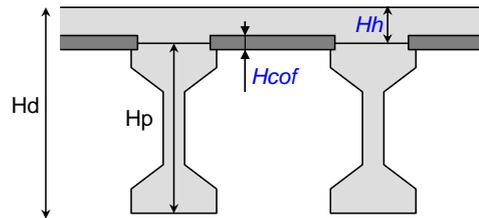
Note sur la numérotation des files de poutres

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 concerne 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 :

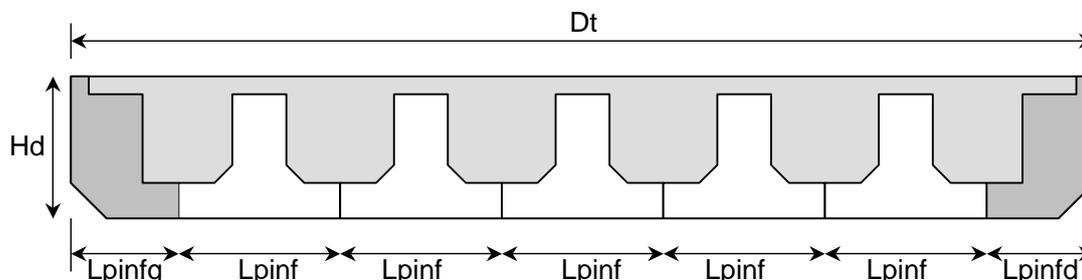
Hh	R	Hauteur du hourdis entre poutres $[Hd - H_p]$.
$Hcof$	R	Hauteur du coffrage non participant $[0.00]$.
Pv_c	R	Poids volumique du coffrage non participant $[24.00]$.

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 :

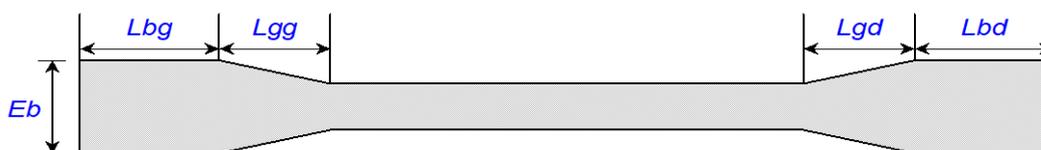
- $(Dt - Lpinfg - Lpinfd) \text{ modulo } Lpinf = 0$

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 :

- $E_b \geq E_{ame}$
- $E_b \leq \min(L_{pinf}, L_{psup})$

7.8 - Groupes de ferrailage par files de poutres

Ce bloc permet de définir de 1 à 3 types de ferrailage 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 ferrailage 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
  (GROUPE FILES < TOUTES, RIVES, NON >)
FIN
```

Ce qui permet les combinaisons de ferrailage 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 :

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

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, \dots, 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  $K_1, \dots, K_{n+1}$ 
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 :

<code>(Profil_trans)</code>	SW	< DEFINITIF , PROVISOIRE >.
<code>f_terre</code>	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 <i>k1</i> et <i>k2</i> . 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.
<code>m_terre</code>	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 <i>k1</i> et <i>k2</i> . 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.
<code>k1</code>	R	Coefficient minimum appliqué aux efforts de poussée des terres [0.70].
<code>k2</code>	R	Coefficient maximum appliqué aux efforts de poussée des terres [1.30].
<code>f_q</code>	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.
<code>m_q</code>	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. (Modèle d'une barre avec sa fondation et encastrée en tête, 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/m ³]. |
| $(k1), (k2)$ | R | Coefficients donnant le poids caractéristique minimal et maximal : <ul style="list-style-type: none"> • [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).

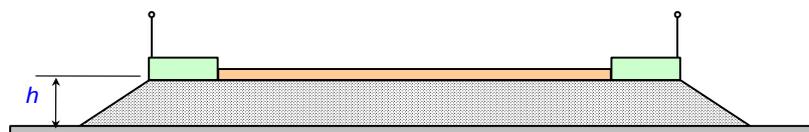


Figure 20 – Remblai sur tablier

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 : $E_{trd} = E_{trg}$.

Données complémentaires en utilisation extra-réglémentaire :

Poids volumiques et coefficients k_1 et k_2 .

<code>(Pv_ch), (k1_ch), (k2_ch)</code>	R	Chape d'étanchéité	[22.00],	[0.80],	[1.20].
<code>(Pv_en), (k1_en), (k2_en)</code>	R	Enrobés	[24.00],	[0.80],	[1.40].
<code>(Pv_tr), (k1_tr), (k2_tr)</code>	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 (Yd), et vérifie qu'elle ne déborde pas de la zone. On recommence autant de fois qu'il y a d'équipements à définir.

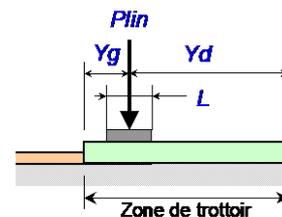


Figure 21 – Équipements des trottoirs

Données en utilisation standard :

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

Données complémentaires en utilisation extra-réglementaire :

<code>(k1), (k2)</code>	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.

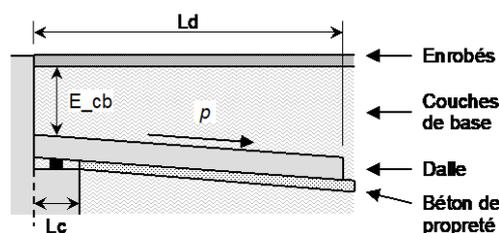


Figure 22 – Dalle de transition

Données en utilisation standard :

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

<code>(Pv_en), (k1_en), (k2_en)</code>	R	Enrobés.	[24.00], [0.80], [1.40].
<code>(Pv_cb), (k1_cb), (k2_cb)</code>	R	Couches de base.	[22.00], [0.95], [1.05].
<code>(Pv_d), (k1_d), (k2_d)</code>	R	Dalle.	[25.00], [0.95], [1.05].
<code>(Pv_bp), (k1_bp), (k2_bp)</code>	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 [<u>10.0 °C</u>].
DTN,exp, DTN,con	R	Variation de température rapide maximum et minimum [<u>0.0</u>], [<u>0.0</u>]. 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 [<u>0.0</u>], [<u>0.0</u>]. 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 à l'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 [<u>0.00</u>].
Ta1, ..., Tan+1	R	Tassement aléatoire de chaque ligne d'appui [<u>0.00</u>].

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 T_{pj} simultanément de toutes les lignes d'appuis j
 - d'autre part toutes les combinaisons simultanées de tassements aléatoires $\pm T_{aj}$ 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.

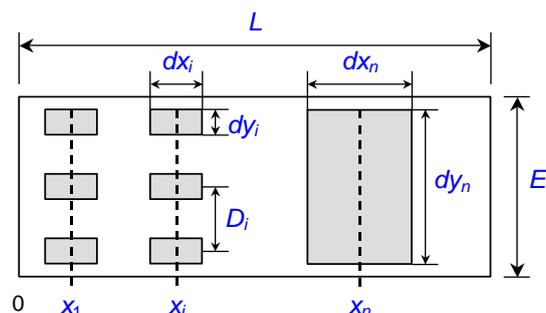


Figure 23 – Véhicule généralisé

Données en utilisation avancée :

<code>nvg</code>	LAB	Numéro produit par l'interface et affecté au véhicule généralisé lors de sa création.
<code>(Titre)</code>	Ch	Titre du véhicule généralisé.
<code>E</code>	R	Largeur d'encombrement du véhicule.
<code>L</code>	R	Longueur d'encombrement du véhicule.
<code>Xi</code>	R (n)	Positions des essieux par rapport à l'avant du véhicule.
<code>Pi, ...</code>	R (n)	Poids de chaque essieu (kN).
<code>dx_i, dy_i</code>	R (n)	Impacts longitudinaux et transversaux des roues de chaque essieu.
<code>(dyn)</code>	R (n)	Coefficient de majoration dynamique [1.00].
<code>(N)</code>	R (n)	Nombre de roues de l'essieu, par défaut [1].
<code>(D)</code>	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 à 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 $\delta = 1 + 0,7 / (1 + 0,2 L_{travée})$. 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

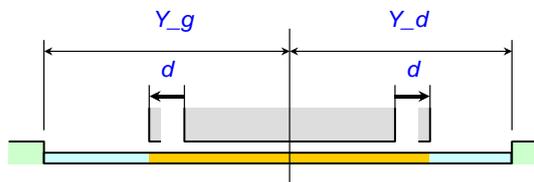


Figure 25 – Axe de roulement et débattement

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 :

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

Données en utilisation avancée :

<code>Trottoir</code>	SW	< TROTTOIR GAUCHE, TROTTOIR DROIT >.
<code>bn_g, bn_d, bn</code>	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 :

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

Données en utilisation extra-réglementaire :

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

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) :

$7,00 \leq L_r$		$classe = 1$
$5,50 < L_r < 7,00$		$classe = 2$
$L_r \leq 5,50$		$classe = 3$

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 (5 kN/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 B_C et B_T 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 LM_1 et LM_2 se déplacent sur toute la largeur de la chaussée dans tous les cas.
- Pour les charges de type LM_3 , les restrictions de chaussée délimitent le déplacement du véhicule spécial (VS). Le LM_1 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.
f_{ck}	R	Résistance caractéristique à la compression à 28 jours (MPa).
(Loi)	SW	< <u>PARABOLE RECTANGLE</u> , 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	< <u>SANS SILICE</u> , AVEC_SILICE > : ce choix n'est proposé que si $f_{c28} > 50$ MPa. En dessous de cette valeur, le choix implicite est <u>SANS SILICE</u> .
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 θ_{tmax} de l'étuvage (jours) [0.00].
(f_{cmp})	R	Résistance moyenne f_{cmp} 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.

θ_{tmax} est utilisé notamment dans le calcul de la perte thermique des câbles de précontrainte :

- La perte thermique selon le BPEL vaut :

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

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

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

Cette valeur de 0,50 est celle adoptée dans Chamois-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].
 NI SW Nombre de lit pour les aciers longitudinaux dans les PSIDA (Paquet de 3 armatures : 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 biaisées 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 a 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 1^{er} 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 biaisée géométrique, et enfin un calcul des aciers de renforcement des angles. Dans un 1^{er} 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 :

<i>f_{pk}</i>	R	Limite de rupture de l'acier de précontrainte (MPa).
<i>(f_{p01k})</i>	R	Limite élastique garantie (MPa) [0, 90. <i>f_{pk}</i>].
<i>rho1000</i>	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 :

<i>(Procédé)</i>	Ch	Nom de la précontrainte.
<i>A_p</i>	R	Section d'acier d'un toron (mm ²).
<i>(sigma_p)</i>	R	Si différente de la valeur réglementaire, contrainte de mise en tension au vérin (MPa).
<i>L_{cs}</i>	R	Longueur conventionnelle de scellement.
<i>(D_{gaine})</i>	R	Diamètre d'encombrement des gainages d'extrémité.
<i>d_{pg}</i>	R	Perte instantanée par glissement de l'armature sur l'ancrage à la mise en tension de l'armature (MPa). [0.00]
<i>d_{pf}</i>	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 *sigma_p* 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, *D_{gaine}* est évalué à partir de *A_p* 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_CAR, 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 P_m 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 Chamao-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_CAR) 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 :

<i>jmt</i>	D	Date mise en tension des armatures sur le banc [0].
<i>jb</i>	D	Date de bétonnage des poutres [<i>Jmt</i>] (<i>jb</i> >= <i>jmt</i>). Nota : dans le cas d'un étuvage, <i>jb</i> correspond également à la date du début du traitement thermique.
<i>jrel</i>	D	Date de relâchement des armatures du banc [<i>jb</i> +1] (<i>jrel</i> > <i>jb</i>). Nota : dans le cas d'un étuvage, il est nécessaire que la durée (<i>jrel</i> - <i>jb</i>) soit supérieure ou égale à la durée totale du traitement thermique.
<i>jpapp</i>	D	Date de pose sur appuis (provisoires ou définitifs) (<i>jpapp</i> > <i>jrel</i>).
<i>jche</i>	D	Date de coulage du hourdis et entretoises (<i>jche</i> > <i>jpapp</i>).
<i>jdur</i>	D	Date de durcissement du hourdis et entretoises (<i>jdur</i> >= <i>jche</i> + 3) et (<i>jdur</i> <= <i>jche</i> + 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 <i>jdur</i> = <i>jche</i> + 3
<i>jtad</i>	D	Date de transfert sur appuis définitifs si appuis provisoires (<i>jtad</i> > <i>jdur</i>). 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.
(<i>jtp</i>), (<i>jtd</i>)	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. (<i>Jtp</i> > max(<i>Jche</i> ; <i>Jtad</i>)) et (<i>Jtd</i> > max(<i>Jche</i> ; <i>Jtad</i>)).
(<i>jsp</i>), (<i>jsd</i>)	D	Dates de mise en service [90] (BP). (<i>Jsp</i> > max(<i>jche</i> , <i>jtad</i>)) et (<i>Jsd</i> > max(<i>jche</i> , <i>jtad</i>)) (<i>Jsp</i> > <i>Jtp</i>) et (<i>Jsd</i> > <i>Jtd</i>)

Commande :

```
BLOC DATES_DE_PHASAGE
  (MISE_EN_TENSION jmt)
  (BETONNAGE_POUTRES jb)
  (RELACHEMENT_BANC jrel)
  (APPUIIS_PROVISOIRES jpapp)
  (BETONNAGE_HOURDIS jche)
  (DURCISSEMENT_HOURDIS jdur)
  (APPUIIS_DEFINITIFS jtad)
  (REBLAIS_TECHNIQUES_PROVISOIRES jtp)
  (REBLAIS_TECHNIQUES_DEFINITIFS jtd)
  (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 :

<i>Partie_oa</i>	CHM	(TABLIER < <u>TOUT</u> , EXTRADOS, INTRADOS >), (POUTRE < <u>TOUT</u> , EXTRADOS, INTRADOS >), (HOURDIS < <u>TOUT</u> , EXTRADOS, INTRADOS >), (ENTRETOISES INTRADOS), (PIEDROITS < <u>TOUT</u> , TERRE, AIR >), (RADIER < <u>TOUT</u> , TERRE, AIR>), (SEMELES < <u>TOUT</u> , COFFRAGES, SOL >), (DALLES_TRANSITION), (PIEUX)
<i>enrobage</i>	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 :

<i>kcc</i>	R	Coefficient appliqué à f_{ck} 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

<i>fst</i>	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

<i>kct</i>	R	Coefficient appliqué à f_{ctm} 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 1^{er} critère est couvert par la vérification simplifiée à la fatigue, excepté pour les fondations.

k_{cc_cara} ^R Coefficient appliqué à f_{ck} 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 $0,45 f_{ck}$ en quasi permanent en service car les calculs sont fait en supposant un fluage linéaire. On pourrait appliquer la limite de $0,6 f_{ck}$, 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 $0,45 f_{ck}$ n'est pas dimensionnante. Pour les PRAD, on implémente le coefficient de fluage, mais on conserve la limite de $0,45 f_{ck}$ 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.

k_{cc_perm} ^R Coefficient appliqué à f_{ck} 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 $0,6.f_{ck}(t)$.
- Pour les PSIDP, comme le calcul CHAMOA-P fait l'hypothèse d'un fluage linéaire, on doit limiter la contrainte dans le béton à $0,45.f_{ck}(t)$. Pour les PRAD, le dépassement de $0.45 f_{ck}(t)$ impose néanmoins de prendre en compte le fluage non linéaire (EN 1992-1-1 §3.1.4(4)).
- Pour les PRAD, on peut atteindre $0,7.f_{ck}(t)$ 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 f_{ctm} 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 f_{ctm} 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 $0,70.f_{ctm}$ 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

<code>kcc_mt</code>	R	Coefficient appliqué à $f_{ck}(t)$ 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]
<code>kcc_mt_pr</code>	R	Coefficient appliqué à $f_{ck}(t)$ 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]
<code>kct_mt</code>	R	Coefficient appliqué à $f_{ctm}(t)$ et donnant la contrainte admissible en traction à l'ELS quasi permanent en construction lors des mises en tension [0.70]
<code>kcc_cons</code>	R	Coefficient appliqué à $f_{ck}(t)$ 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]
<code>kct_cons</code>	R	Coefficient appliqué à $f_{ctm}(t)$ 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]
<code>kct_mt_ab out_pr</code>	R	Coefficient appliqué à $f_{ctm}(t)$ 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]
<code>kct_cons_ about_pr</code>	R	Coefficient appliqué à $f_{ctm}(t)$ 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 :

<code>kct</code>	R	Coefficient appliqué à f_{ctm} donnant les contraintes admissibles en traction [1.00]
------------------	---	--

Commande :

```

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

11.11 - 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_DEFAULT
  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_FICHER_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_FICHER_SECTION	<1, 0>	#	[0]	1 : oui, 0 : non
PR_EDITER_FICHER_SECTION_PHASE	<1, 0>	#	[0]	1 : oui, 0 : non
PR_EDITER_TRACAGE_ERR_OPTIM	<1, 0>	#	[0]	1 : oui, 0 : non
PR_EDITER_FICHER_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 déroulement 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 modèle 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 contraintes 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 programme qui vaut $\text{Min}(Lcs, H_{\text{poutre}})$.
- 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 Chamoia-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.

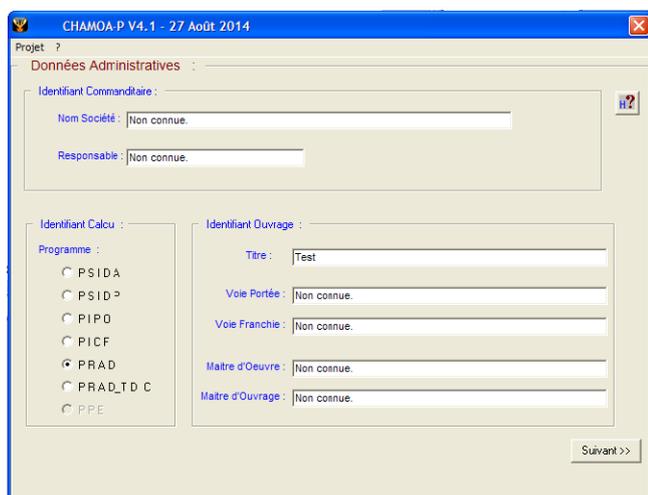


Figure 27 – Choix du type de programme (ouvrage n°1, n°3)

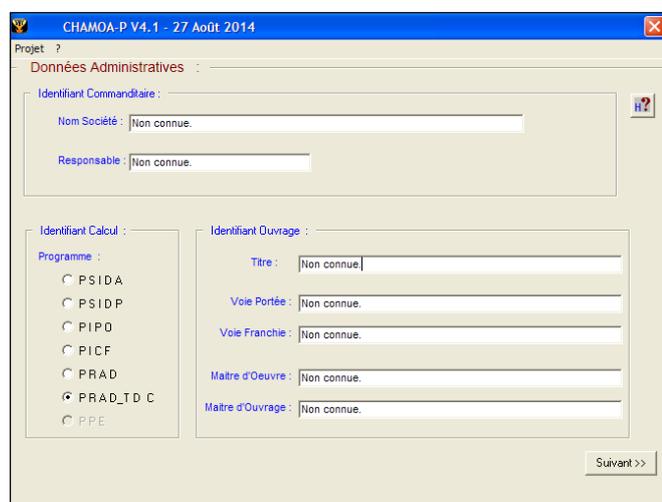


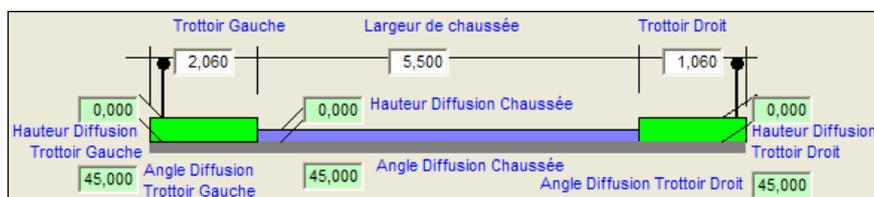
Figure 28 – Choix du type de programme (ouvrage n°2)

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.



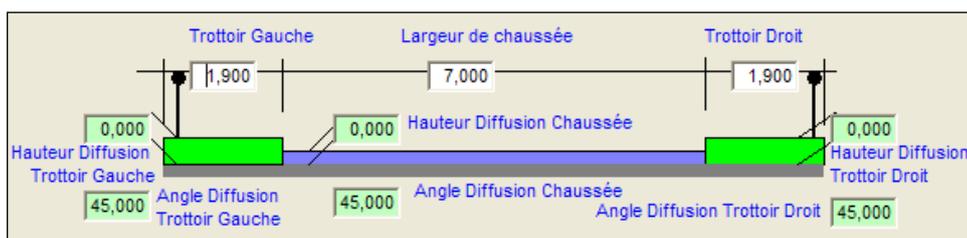
Un seul profil en travers est défini sur l'ouvrage n°2 :

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.



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.



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.

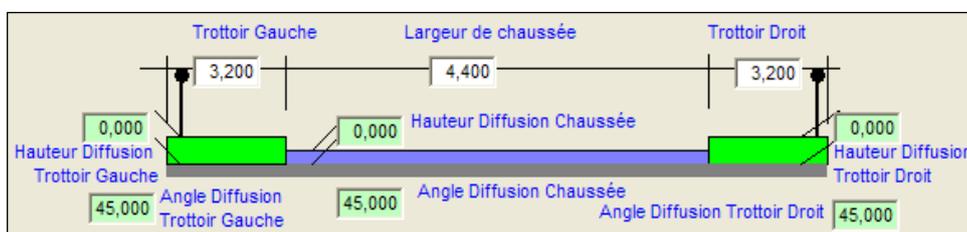


Figure 32 – Profil provisoire (ouvrage n°3)

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.

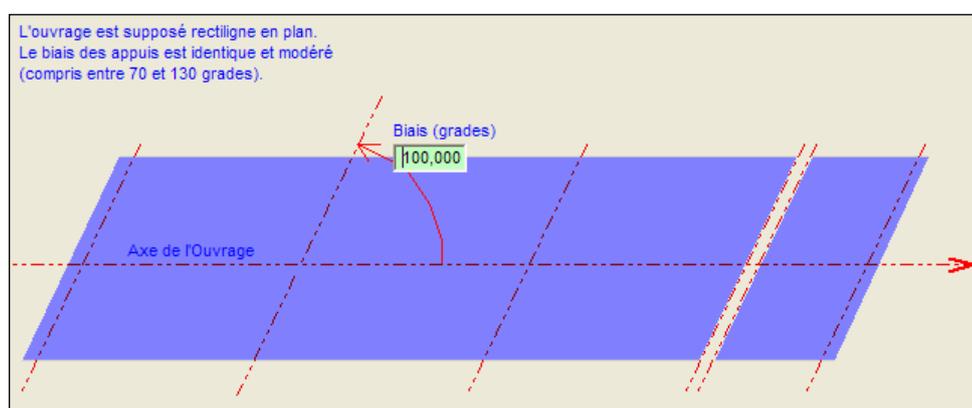


Figure 33 – Biais (ouvrage n°1, n°3)

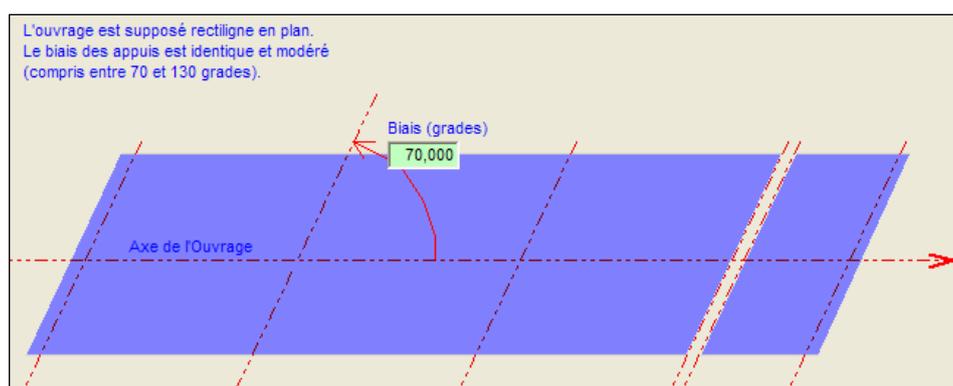


Figure 34 – Biais (ouvrage n°2)

Coupe longitudinale générale

La coupe longitudinale biaisée (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.

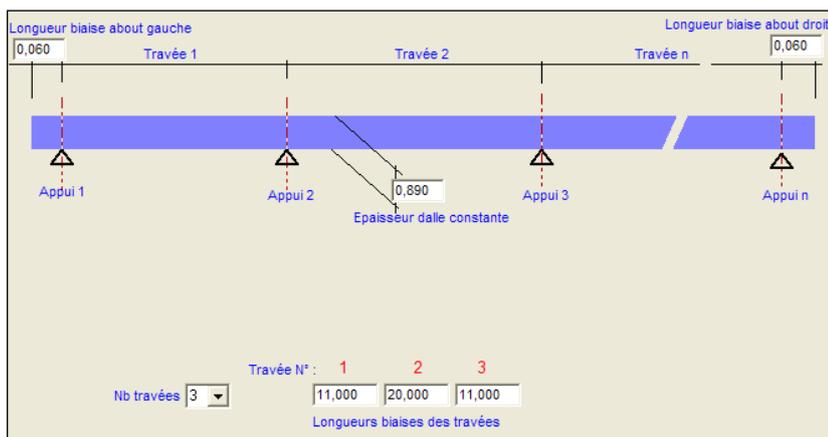


Figure 35 – Coupe longitudinale (ouvrage n°1)

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.

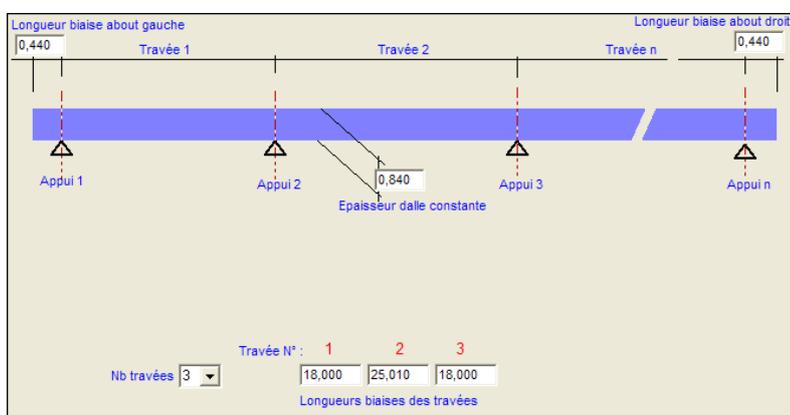


Figure 36 – Coupe longitudinale (ouvrage n°2)

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

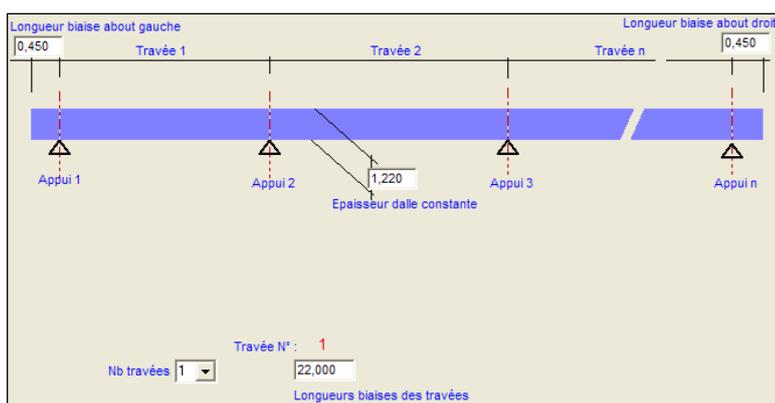


Figure 37 – Coupe longitudinale (ouvrage n°3)

Bombement

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

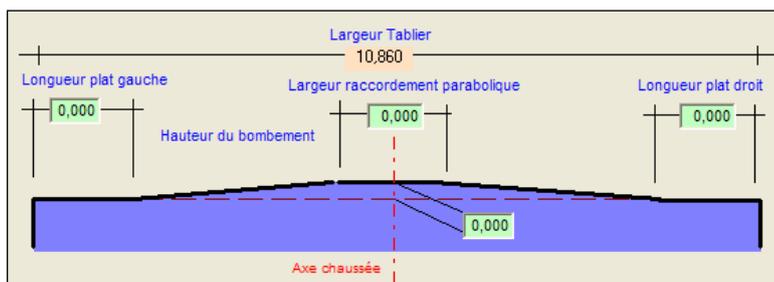


Figure 38 – Bombement

Répartition des poutres

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

Définition de la coupe transversale des poutres :

Coupe transversale : Poutres de rive = poutres courantes, dans chaque travée

Poutres courante/rive identiques dans toutes les travées

Poutre Courante/Rive Travée 1

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.

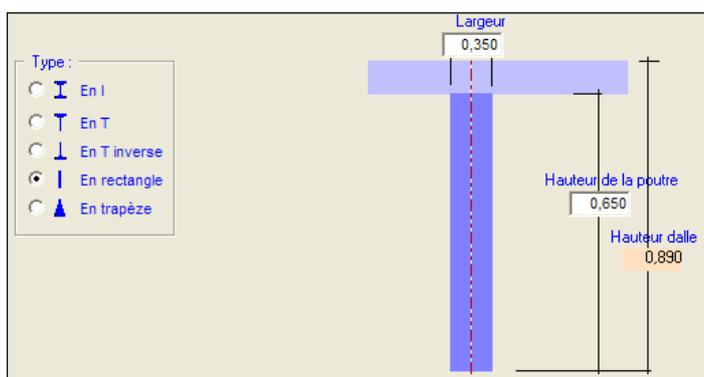


Figure 40 – Géométrie des poutres (ouvrage n°1)

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.

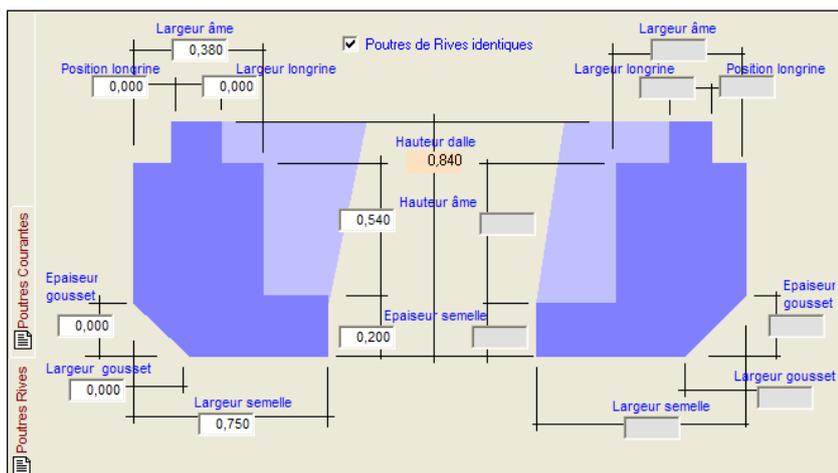


Figure 41 – Géométrie des poutres de rive (ouvrage n°2)

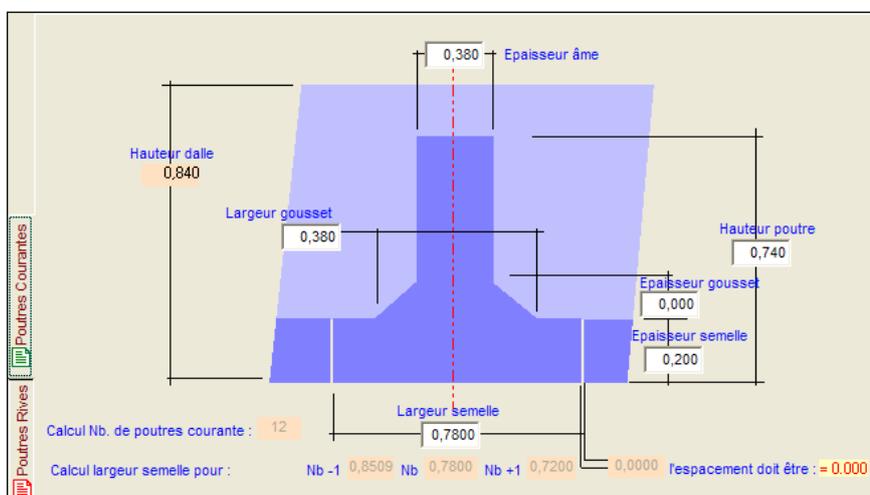


Figure 42 – Géométrie des poutres centrales (ouvrage n°2)

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

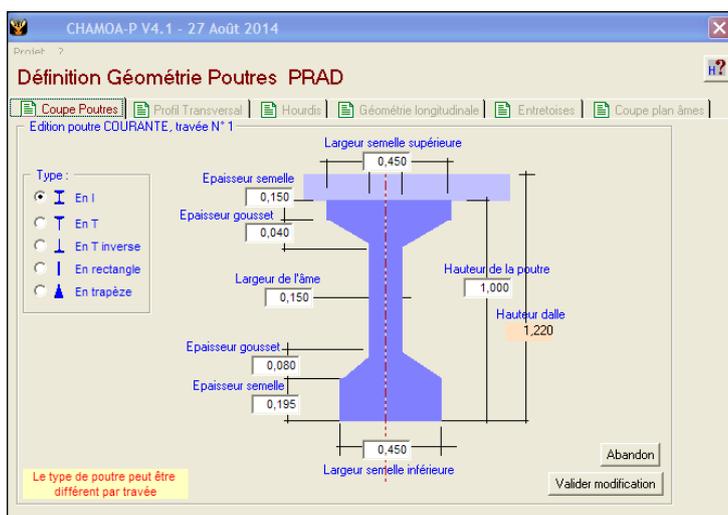


Figure 43 – Géométrie des poutres (ouvrage n°3)

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.

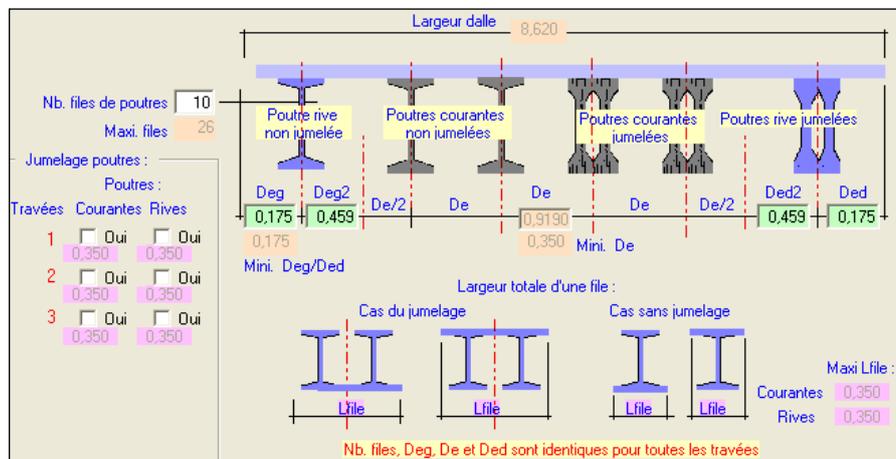


Figure 44 – Coupe transversale (ouvrage n°1)

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

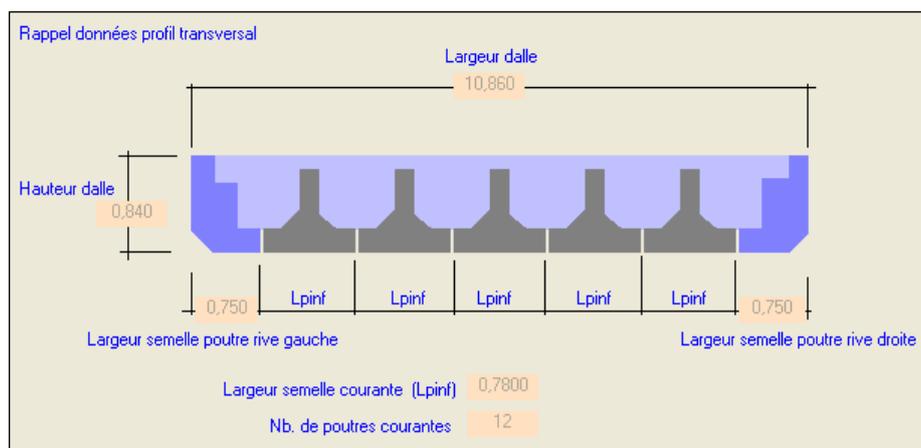


Figure 45 – Coupe transversale (ouvrage n°2)

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

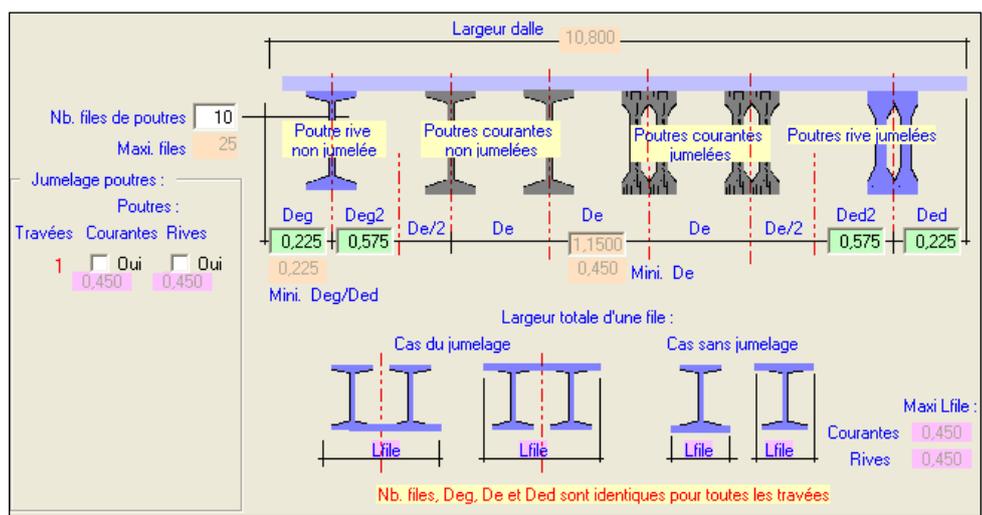


Figure 46 – Coupe transversale (ouvrage n°3)

Hourdis

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

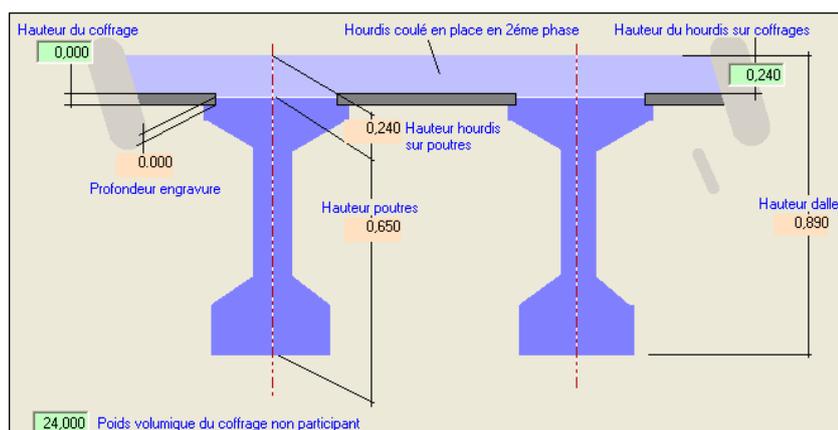


Figure 47 – Dimensions du hourdis (ouvrage n°1)

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)

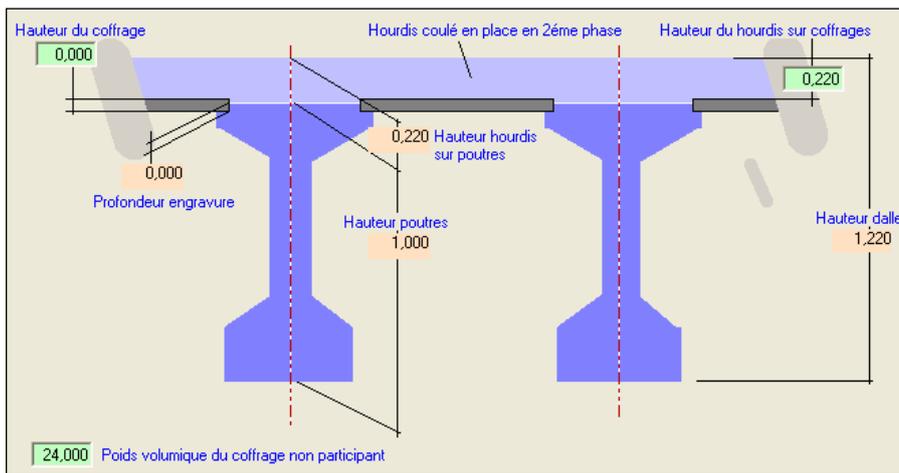


Figure 49 – Dimensions du hourdis (ouvrage n°3)

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

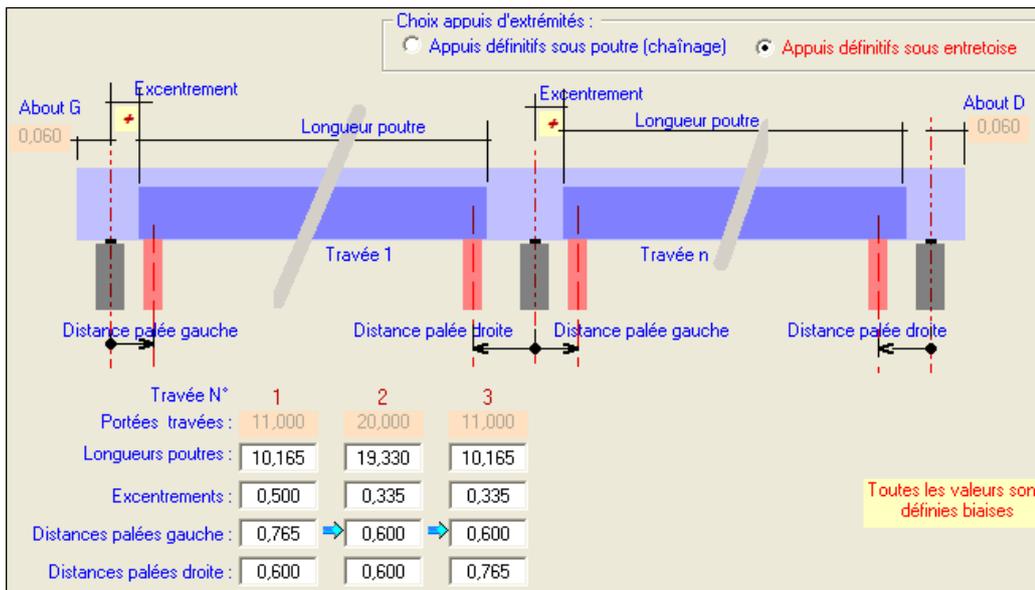


Figure 50 – Géométrie longitudinale (ouvrage n°1)

Dans le cas de l'ouvrage n°2

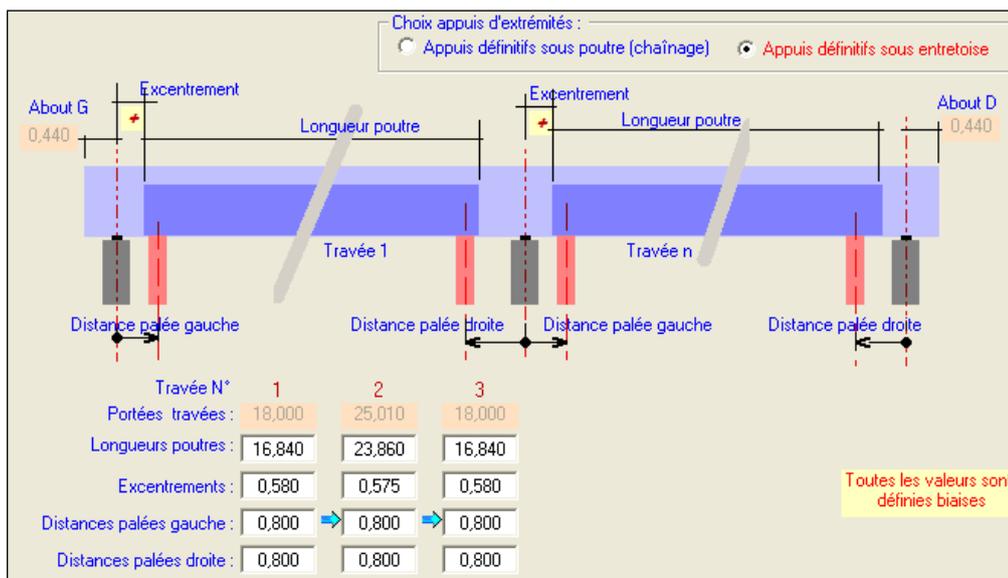


Figure 51 – Géométrie longitudinale (ouvrage n°2)

Dans le cas de l'ouvrage n°3

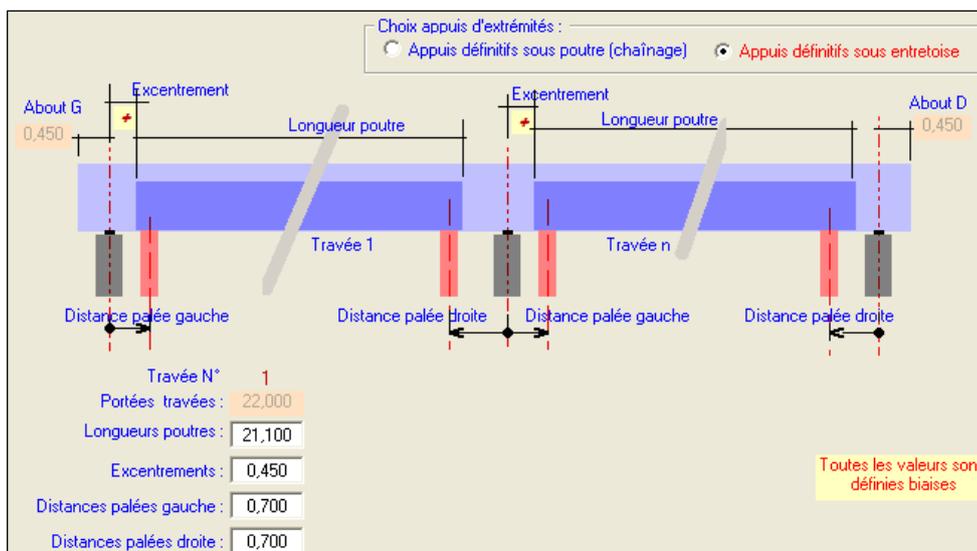


Figure 52 – Géométrie longitudinale (ouvrage n°3)

Entretoises

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

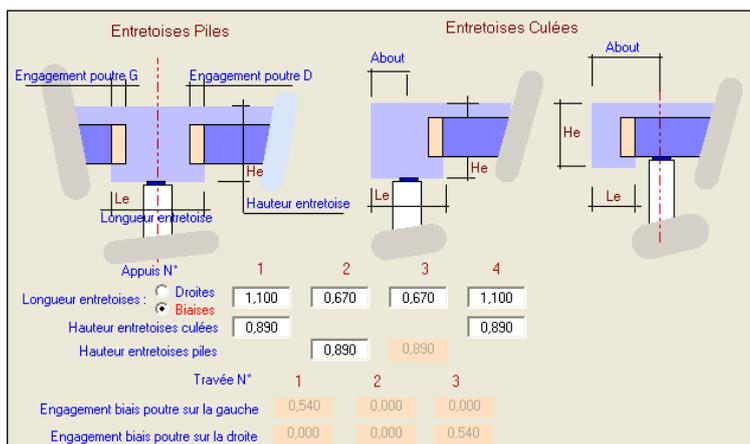


Figure 53 – Entretoises (ouvrage n°1)

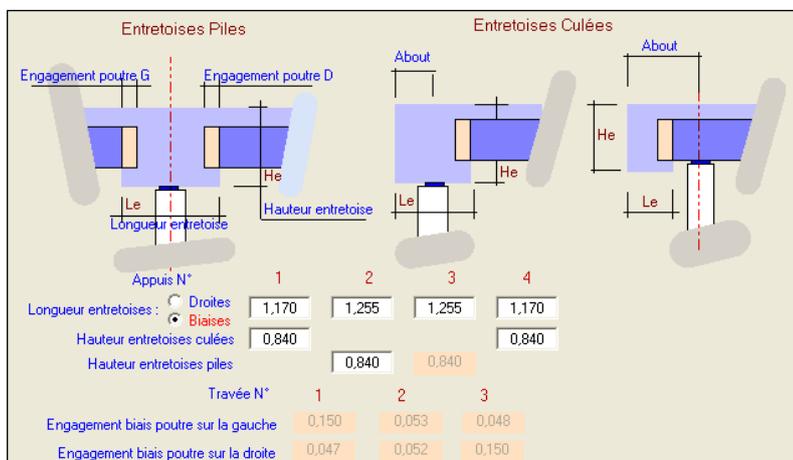


Figure 54 – Entretoises (ouvrage n°2)

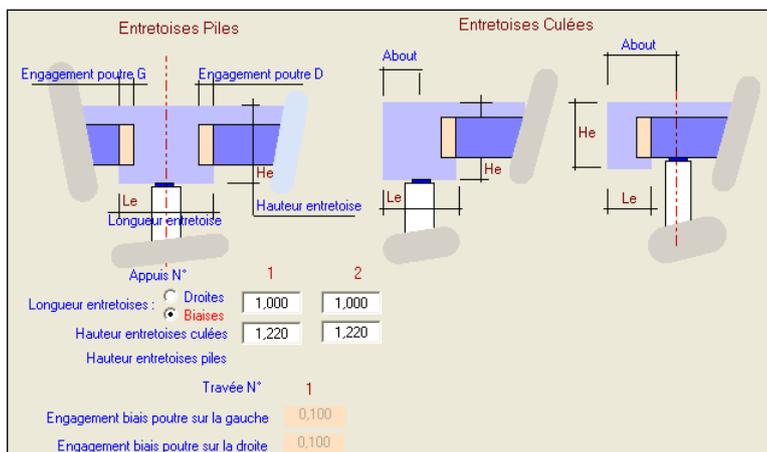


Figure 55 – Entretoises (ouvrage n°3)

Coupe en plan des âmes

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

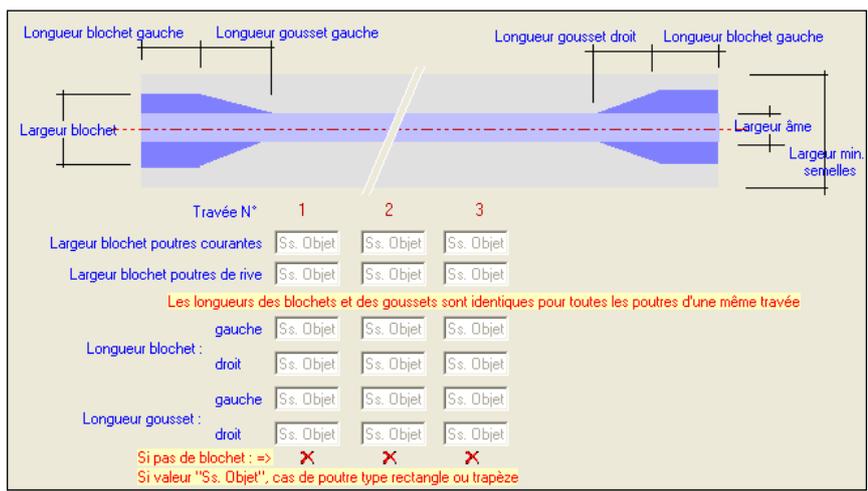


Figure 56 – Épaissement des âmes (ouvrage n°1)

Dans le cas de PRAD_TDC pas de définition des blochets

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

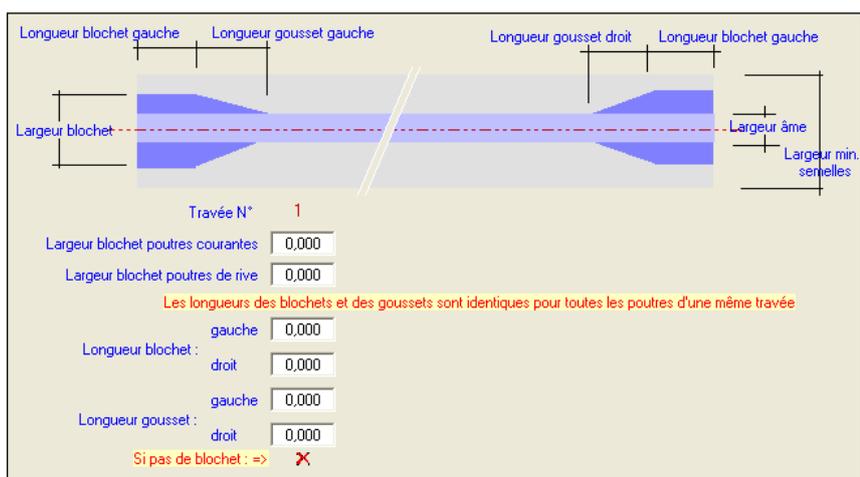


Figure 58 – Épaissement des âmes (ouvrage n°3)

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.

Appuis N°	Type
1	<input checked="" type="radio"/> Simple <input type="radio"/> Elastique
2	<input checked="" type="radio"/> Simple <input type="radio"/> Elastique
3	<input checked="" type="radio"/> Simple <input type="radio"/> Elastique
4	<input checked="" type="radio"/> Simple <input type="radio"/> Elastique

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

Appuis N°	Type	Demi matrice de rigidité :					
1	<input type="radio"/> Simple	Court terme :					
	<input checked="" type="radio"/> Elastique	R1	72880	R4	-438000	R6	3332000
2	<input type="radio"/> Simple	Long terme :					
	<input checked="" type="radio"/> Elastique	R1	30760	R4	-175000	R6	1241000
		Demi matrice de rigidité :					
		Court terme :					
		R1	111340	R4	-643000	R6	4439000
		Long terme :					
		R1	45020	R4	-249000	R6	1638000

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

Coefficients de transmission sur appuis

Par défaut, en l'absence du bloc de données correspondant, les coefficients de transmission sur appuis sont pris égaux à 1,0 (continuité parfaite), sans calcul en fourchette. Il est toutefois 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.

Choix calcul :

- Continuité parfaite
- Continuité réduite
- Continuité en fourchette : réduite/parfaite

Appuis N° 1 2 3 4

Coefficients : 1,0000 ➔ 1,0000 1,0000 1,0000

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

Choix calcul :

- Continuité parfaite
- Continuité réduite
- Continuité en fourchette : réduite/parfaite

Appuis N° 1 2

Coefficients : 1,0000 ➔ 1,0000

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 Chamoia. Se reporter aux ponts cadres ou portiques. Ici, aucune dalle de transition n'a été définie.

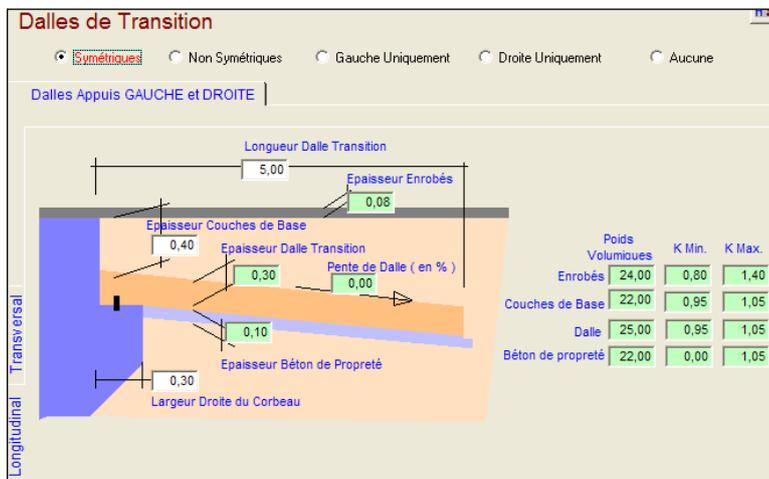


Figure 63 – Caractéristiques longitudinales des dalles de transition

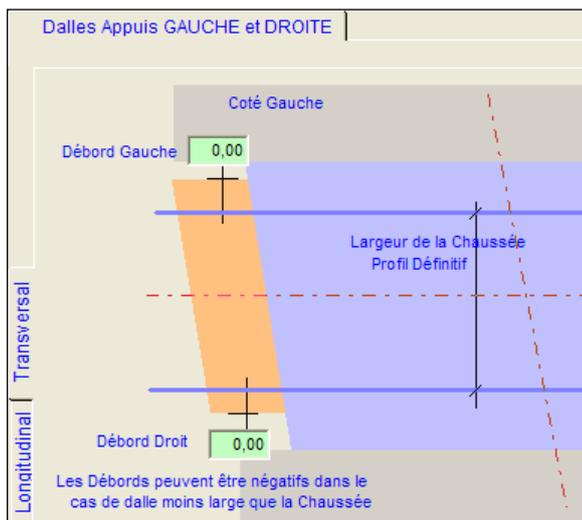


Figure 64 – Caractéristiques transversales des dalles de transition

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 :	<input type="text" value="0,00"/>	jmt	(Date en jours)
Date de bétonnage des poutres :	<input type="text" value="1,00"/>	jb	
Durée totale de l'étuvage si il existe :	<input type="text" value="0,50"/>	jours	
Date de relâchement des armatures du banc et mise en précontrainte des poutres :	<input type="text" value="2,00"/>	jrel	
Date de pose sur appuis (provisoires ou définitifs) :	<input type="text" value="60,00"/>	jpapp	
Date de coulage hourdis et entretoises :	<input type="text" value="73,00"/>	jche	
Date de durcissement du hourdis et entretoises :	<input type="text" value="76,00"/>	jdur	
Date de transfert sur appuis définitifs si appuis provisoires :	<input type="text" value="94,00"/>	jtad	
Âge en jours du béton à la mise en service "Provisoire" :	<input type="text" value="0,000"/>	jsp	
Âge en jours du béton à la mise en service "Définitive" :	<input type="text" value="170,00"/>	jsd	

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

Date de mise en tension des armatures sur le banc :	<input type="text" value="0,00"/>	jmt	(Date en jours)
Date de bétonnage des poutres :	<input type="text" value="1,00"/>	jb	
Durée totale de l'étuvage si il existe :	<input type="text" value="0,50"/>	jours	
Date de relâchement des armatures du banc et mise en précontrainte des poutres :	<input type="text" value="2,00"/>	jrel	
Date de pose sur appuis (provisoires ou définitifs) :	<input type="text" value="60,00"/>	jpapp	
Date de coulage hourdis et entretoises :	<input type="text" value="73,00"/>	jche	
Date de durcissement du hourdis et entretoises :	<input type="text" value="76,00"/>	jdur	
Date de transfert sur appuis définitifs si appuis provisoires :	<input type="text" value="94,00"/>	jtad	
Âge en jours du béton à la mise en service "Provisoire" :	<input type="text" value="0,000"/>	jsp	
Âge en jours du béton à la mise en service "Définitive" :	<input type="text" value="170,00"/>	jsd	

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

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 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.

Choix définition : Familles de torons pour vérification

Liste des Familles : 10, 20

Cotes Z lits : 0,065 M, 0,110, 0,155, 0,200

Groupes de Torons : 2 | G 0,000 | D 0,000 M

Nb. Longueur gainage

Travée Poutres Toutes identiques

1 1C

2 2C

3 1C

Différenciation poutres : courantes, rive gauche et rive droite

Poutres de rive gauche et rive droite identiques

Toutes poutres identiques

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

Liste des Familles : 10, 20, 30, 40

Cotes Z lits : 0,070 M, 0,120, 0,170, 0,470

Groupes de Torons : 2 | G 0,000 | D 0,000 M, 7 | 4,000 | 4,000

Nb. Longueur gainage

Travée Poutres

Rive Gauche Courantes Rive droite

1 3C 1C 3C

2 4C 2C 4C

3 3C 1C 3C

Différenciation poutres : courantes, rive gauche et rive droite

Poutres de rive gauche et rive droite identiques

Toutes poutres identiques

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

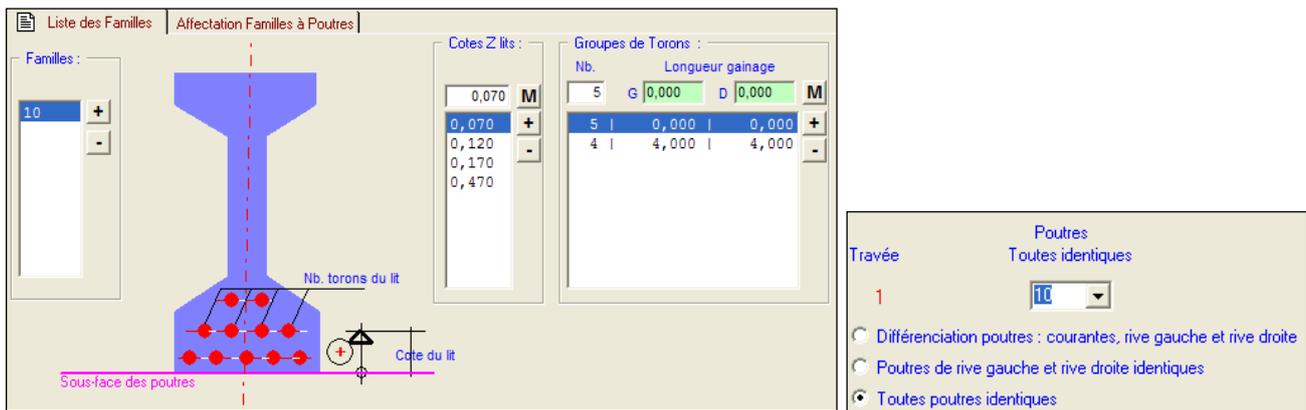


Figure 70 – Définition et affectation des familles de torons (ouvrage n°3)

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.

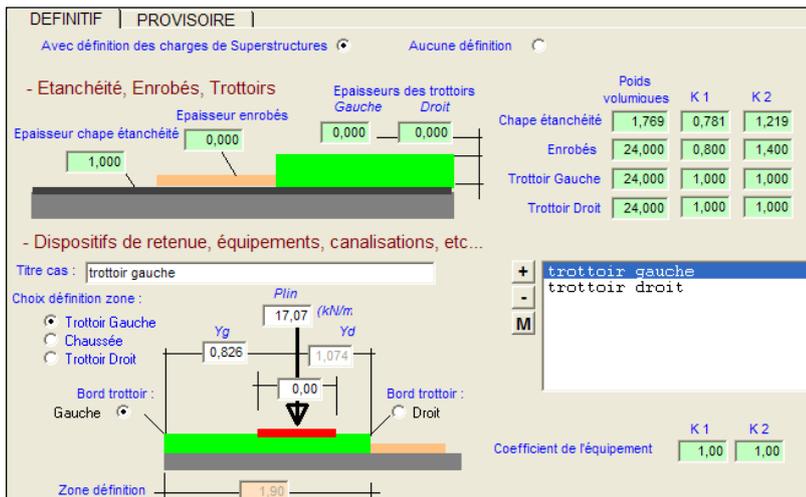


Figure 71 – Superstructure sur profil définitif (ouvrage n°1)

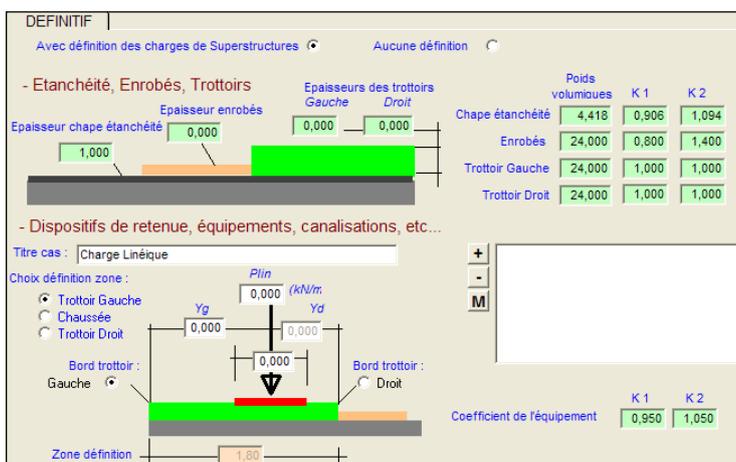


Figure 72 – Superstructure sur profil définitif (ouvrage n°2)

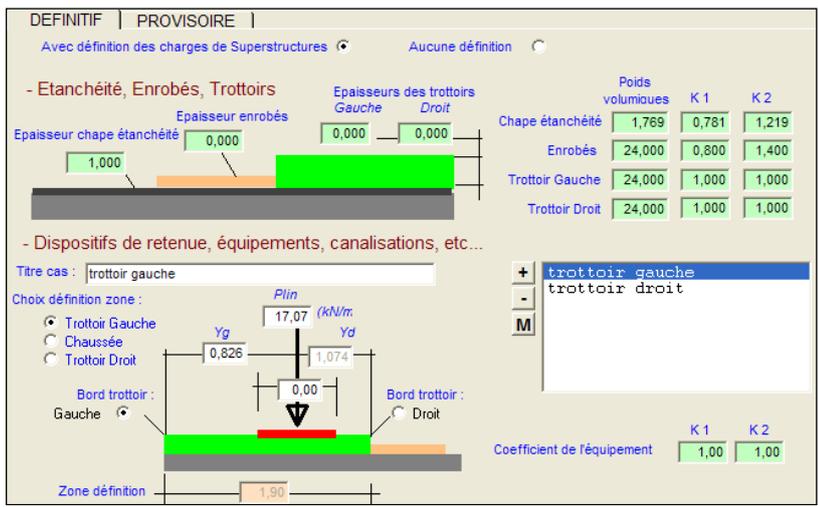


Figure 73 – Superstructure sur profil définitif (ouvrage n°3)

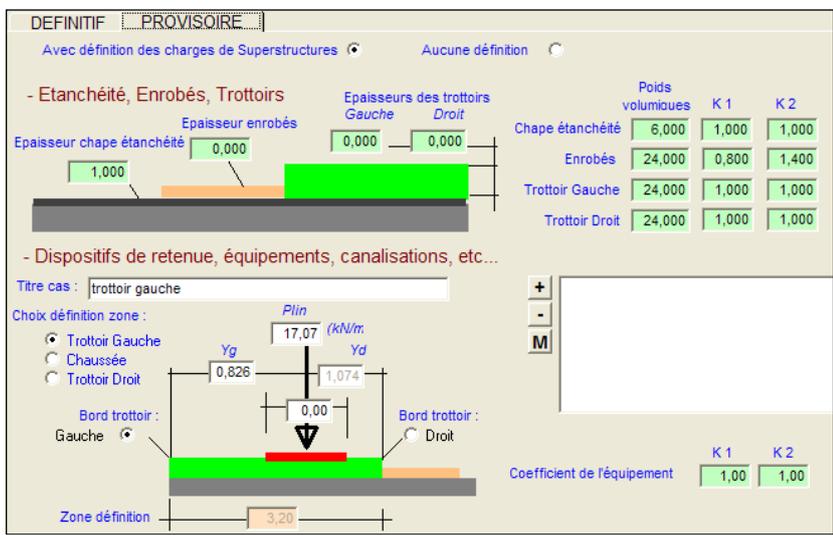


Figure 74 – Superstructure sur profil provisoire (ouvrage n°3)

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.

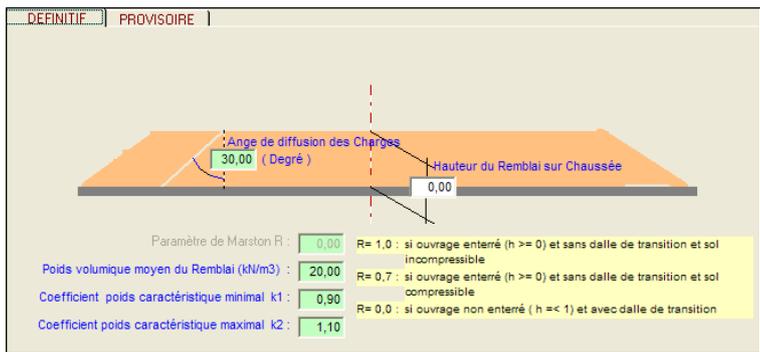


Figure 75 – Remblais sur le tablier profil définitif

13.4.8 - Actions amenées au tablier par les appuis

Ces données ne concernent que les ouvrages encastrés sur leur appui (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.

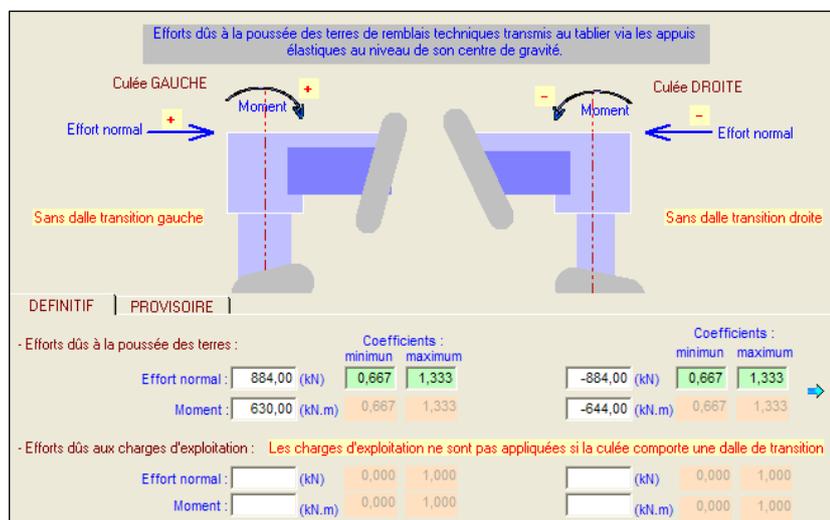


Figure 76 – Actions amenées au tablier par les appuis sur profil définitif (ouvrage n°3)

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.

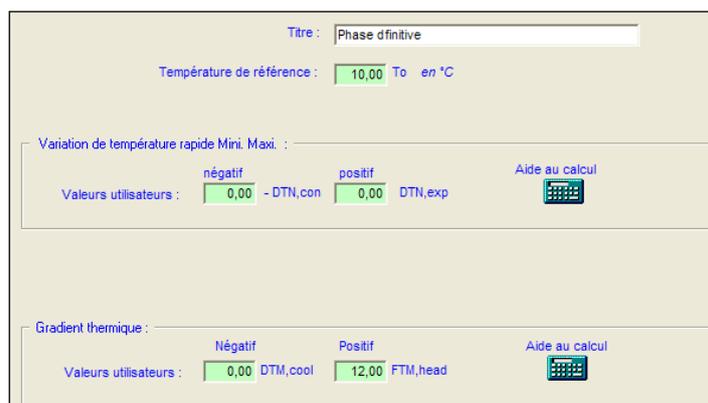


Figure 77 – Effets de la température (ouvrage n°1)

Titre : Phase définitive

Température de référence : 10,00 To en °C

Variation de température rapide Mini. Maxi. :

Valeurs utilisateurs : négatif 0,00 - DTN,con positif 0,00 DTN,exp Aide au calcul

Gradient thermique :

Valeurs utilisateurs : Négatif -6,00 DTM,cool Positif 9,60 FTM,head Aide au calcul

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

Titre : Phase définitive

Température de référence : 0,00 To en °C

Variation de température rapide Mini. Maxi. :

Valeurs utilisateurs : négatif -40,00 - DTN,con positif 30,00 DTN,exp Aide au calcul

Gradient thermique :

Valeurs utilisateurs : Négatif 0,00 DTM,cool Positif 12,00 FTM,head Aide au calcul

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

13.4.10 - Tassements

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

Titre : Définition des tassements sous les appuis

Valeurs Tassements	
	Probable : Aléatoire :
Ligne d'Appui N° :	
1	0,000 (m) 0,010 (m)
2	0,000 0,010
3	0,000 0,010
4	0,000 0,010

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

Titre : Définition des tassements sous les appuis

Valeurs Tassements	
	Probable : Aléatoire :
Ligne d'Appui N° :	
1	0,000 (m) 0,005 (m)
2	0,000 0,005
3	0,000 0,005
4	0,000 0,005

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

Titre : Définition des tassements sous les appuis

Valeurs Tassements

	Probable :	Aléatoire :
Ligne d'Appui N° : 1	0,000 (m)	0,005 (m)
2	0,000	0,005

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.

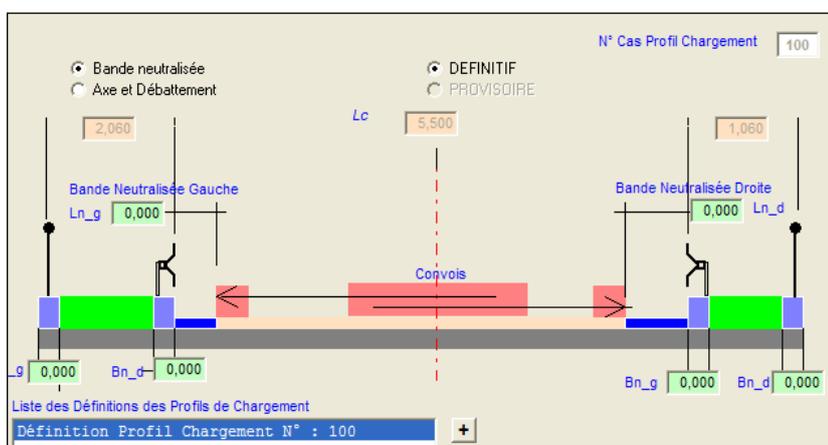


Figure 83 – Profil de chargement 100 sur profil définitif (ouvrage n°1)

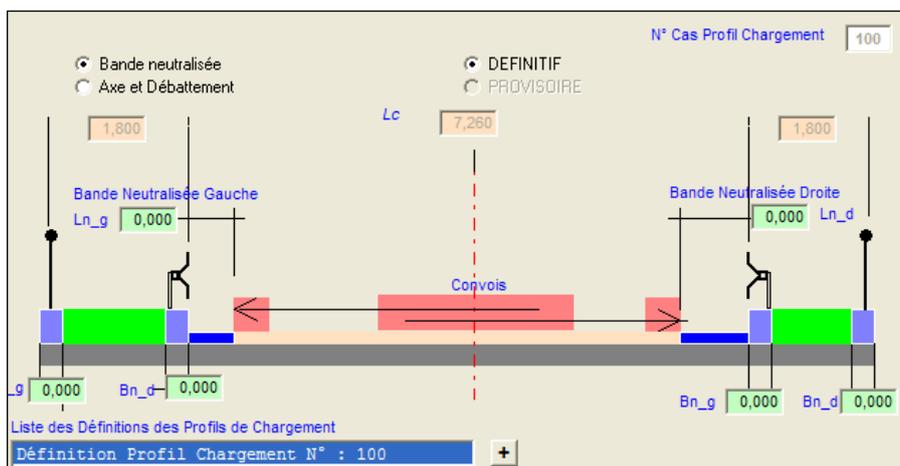


Figure 84 – Profil de chargement 100 sur profil définitif (ouvrage n°2)

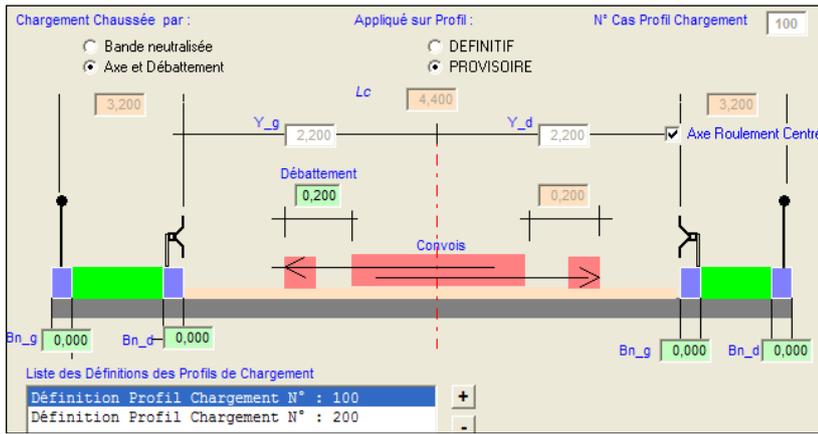


Figure 85 – Profil de chargement 100 sur profil provisoire (ouvrage n°3)

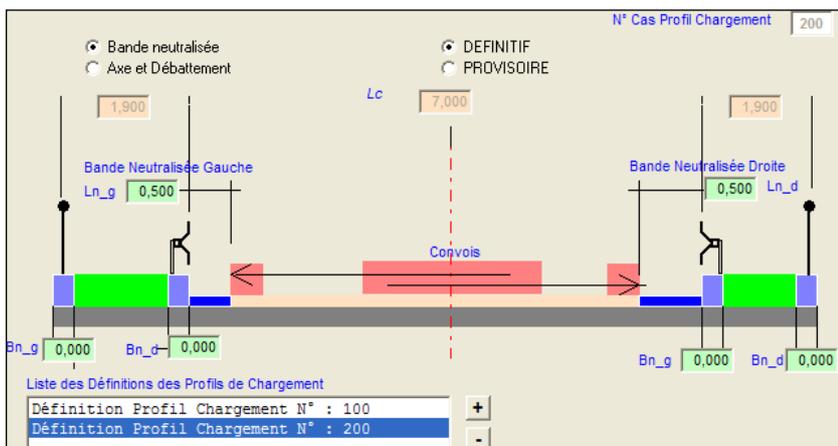


Figure 86 – Profil de chargement 200 sur profil définitif (ouvrage n°3)

Véhicules et convois généralisés

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

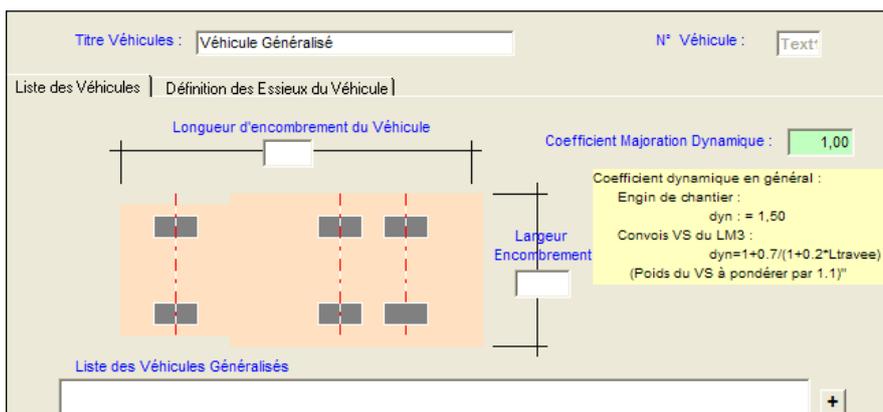


Figure 87 – Véhicules et convois généralisés : description du véhicule

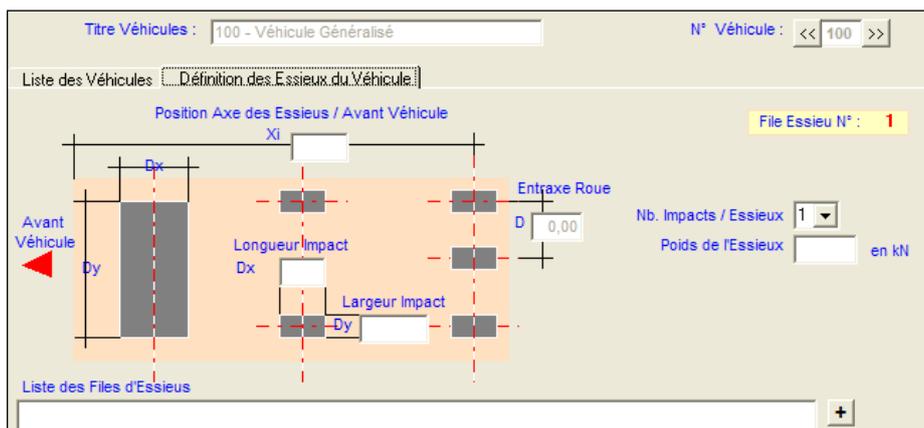


Figure 88 – Véhicules et convois généralisés : description des essieux

Affectation charges (règlement français)

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

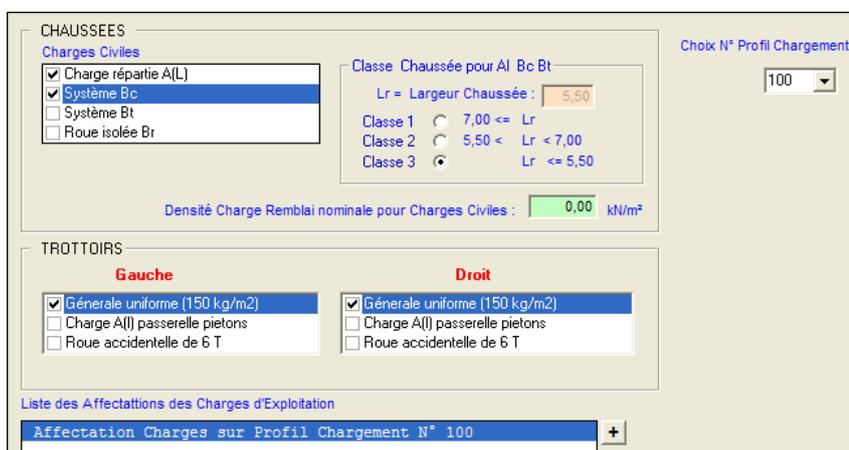


Figure 89 – Affectation charges sur profil 100 (ouvrage n°1)

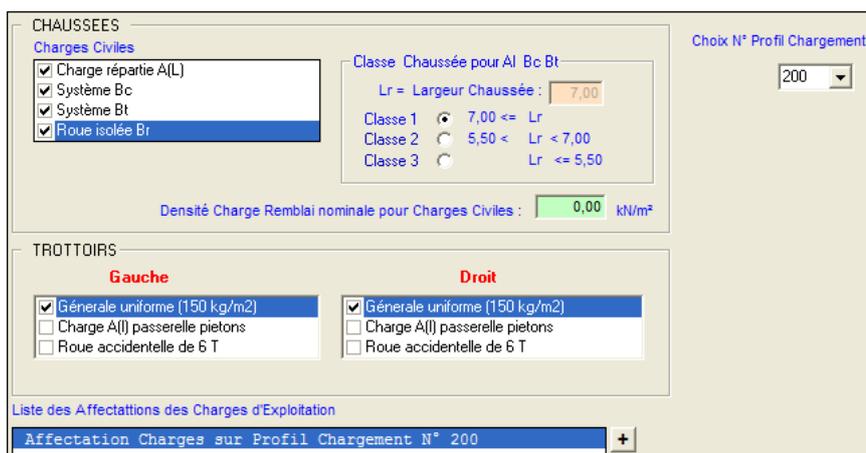


Figure 90 – Affectation charges sur profil 200 (ouvrage n°3)

Affectation charges (règlement Eurocode 1)

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

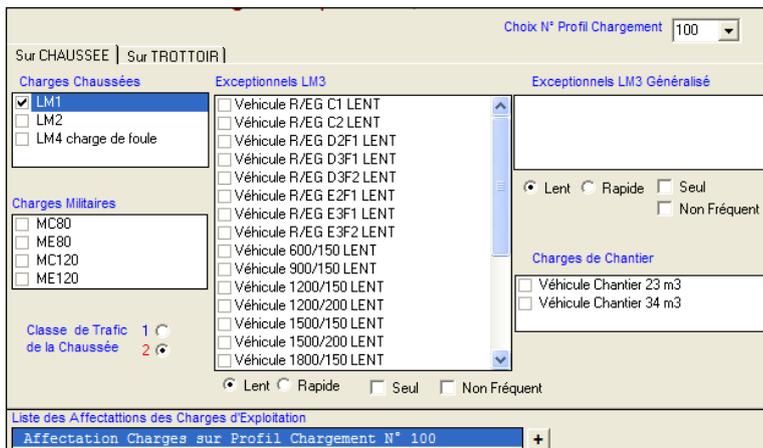


Figure 91 – Affectation charges de chaussée sur profil 100 (ouvrage n°2)

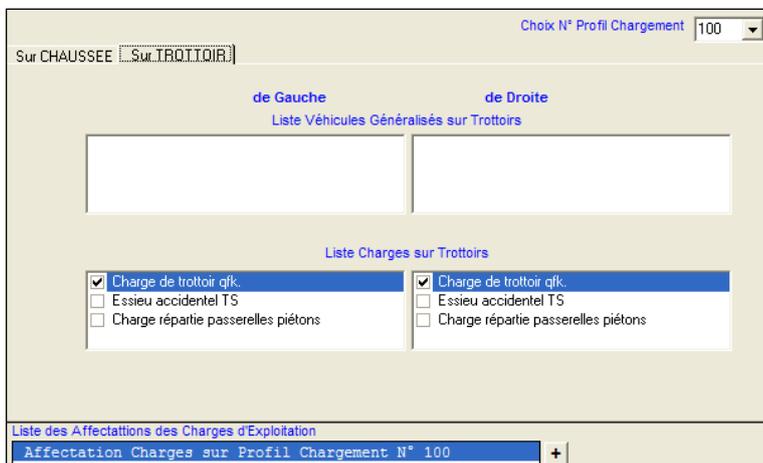


Figure 92 – Affectation charges de trottoir sur profil 100 (ouvrage n°2)

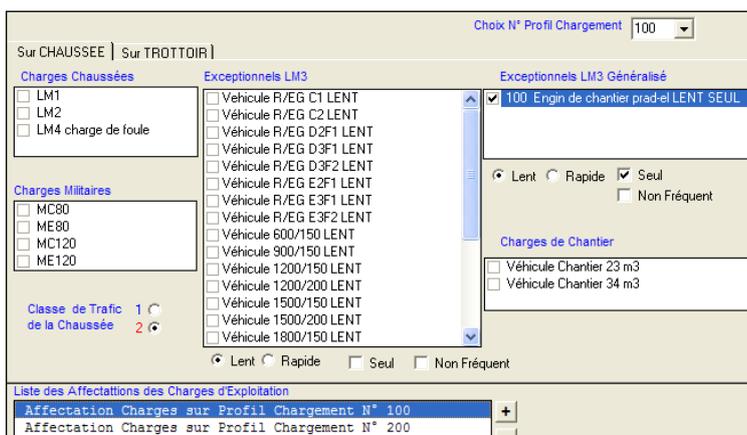


Figure 93 – Affectation charges sur profil 100 (ouvrage n°3)

13.4.12 - Matériaux

Béton

Les caractéristiques des différents béton sont les suivantes.

BETON POUTRES	
Titre : Définition Béton Structures	
Résistance à la compression à 28 jours 'fck'	60,00 (MPa)
Humidité relative de l'environnement ambiant	70 (%)
Poids volumique du béton	25 (kN/m3)
Coefficient poids caractéristique minimal	1,00
Coefficient poids caractéristique maximal	1,00
Loi de comportement à l'ELU <input checked="" type="radio"/> Parabole Rectangle <input type="radio"/> Elasto Plastique	
Présence de Silice <input checked="" type="radio"/> Sans <input type="radio"/> Avec (si fck > 50 Mpa)	
Classe ciment suivant l'EC2 <input type="radio"/> N <input checked="" type="radio"/> R <input type="radio"/> S (Généralement N pour BA et R pour BP)	
- HOURDIS -	
Titre : Définition Béton Structures	
Résistance à la compression à 28 jours 'fck'	35,00 (MPa)
Humidité relative de l'environnement ambiant	70 (%)
Poids volumique du béton	25 (kN/m3)
Coefficient poids caractéristique minimal	1,00
Coefficient poids caractéristique maximal	1,00
Loi de comportement à l'ELU <input checked="" type="radio"/> Parabole Rectangle <input type="radio"/> Elasto Plastique	
Présence de Silice <input checked="" type="radio"/> Sans <input type="radio"/> Avec (si fck > 50 Mpa)	
Classe ciment suivant l'EC2 <input type="radio"/> N <input type="radio"/> R <input type="radio"/> S (Généralement N pour BA et R pour BP)	
- ETUVAGE -	
<input checked="" type="radio"/> Avec	Nb. paliers Durées paliers d'étuvage (Jours) 1,000
<input type="radio"/> Sans	1 Températures paliers d'étuvage (°C) 70
Résistance moyenne à la fin du thermique 35,00 (MPa)	

Figure 94 – Matériau béton (ouvrage n°1)

BETON POUTRES	
Titre : Définition Béton Structures	
Résistance à la compression à 28 jours 'fck'	60,00 (MPa)
Humidité relative de l'environnement ambiant	70 (%)
Poids volumique du béton	26 (kN/m3)
Coefficient poids caractéristique minimal	1,00
Coefficient poids caractéristique maximal	1,00
Loi de comportement à l'ELU <input checked="" type="radio"/> Parabole Rectangle <input type="radio"/> Elasto Plastique	
Présence de Silice <input checked="" type="radio"/> Sans <input type="radio"/> Avec (si fck > 50 Mpa)	
Classe ciment suivant l'EC2 <input type="radio"/> N <input checked="" type="radio"/> R <input type="radio"/> S (Généralement N pour BA et R pour BP)	
- HOURDIS -	
Titre : Définition Béton Structures	
Résistance à la compression à 28 jours 'fck'	35,00 (MPa)
Humidité relative de l'environnement ambiant	70 (%)
Poids volumique du béton	26 (kN/m3)
Coefficient poids caractéristique minimal	1,00
Coefficient poids caractéristique maximal	1,00
Loi de comportement à l'ELU <input checked="" type="radio"/> Parabole Rectangle <input type="radio"/> Elasto Plastique	
Présence de Silice <input checked="" type="radio"/> Sans <input type="radio"/> Avec (si fck > 50 Mpa)	
Classe ciment suivant l'EC2 <input type="radio"/> N <input type="radio"/> R <input type="radio"/> S (Généralement N pour BA et R pour BP)	
- ETUVAGE -	
<input checked="" type="radio"/> Avec	Nb. paliers Durées paliers d'étuvage (Jours) 0,500
<input type="radio"/> Sans	1 Températures paliers d'étuvage (°C) 70
Résistance moyenne à la fin du thermique 45,00 (MPa)	

Figure 95 – Matériau béton (ouvrage n°2)

BETON POUTRES

Titre : Définition Béton Structures

Résistance à la compression à 28 jours 'fck' 60,00 (MPa)

Humidité relative de l'environnement ambiant 70 (%)

Poids volumique du béton 25 (kN/m3)

Coefficient poids caractéristique minimal 1,00

Coefficient poids caractéristique maximal 1,00

Loi de comportement à l'ELU
 Parabole Rectangle Elasto Plastique

Présence de Silice
 Sans Avec (si fck > 50 Mpa)

Classe ciment suivant l'EC2
 N R S (Généralement N pour BA et R pour BP)

- HOURDIS -

Titre : Définition Béton Structures

Résistance à la compression à 28 jours 'fck' 35,00 (MPa)

Humidité relative de l'environnement ambiant 70 (%)

Poids volumique du béton 25 (kN/m3)

Coefficient poids caractéristique minimal 1,00

Coefficient poids caractéristique maximal 1,00

Loi de comportement à l'ELU
 Parabole Rectangle Elasto Plastique

Présence de Silice
 Sans Avec (si fck > 50 Mpa)

Classe ciment suivant l'EC2
 N R S (Généralement N pour BA et R pour BP)

- ETUVAGE -

Avec Sans

Nb. paliers 1

Durées paliers d'étuvage (Jours) 0,500

Températures paliers d'étuvage (°C) 70

Résistance moyenne à la fin du thermique 35,00 (MPa)

Figure 96 – Matériau béton (ouvrage n°3)

Acier passif

Les caractéristiques des aciers passifs sont les suivantes.

Armatures Passives

Type Aciers | Caractéristiques Armatures | Groupes Ferrailages

- Type d'acier passif

Limite d'élasticité garantie (MPa) 500,00

Loi de comportement à l'ELU
 Elasto Plastique Bilinéaire

- Orientation des aciers

PARALLELE / Bord libre
 PARALLELE / Appuis

PARALLELE / Bord libre
 PERPENDICULAIRE / Bord libre

PERPENDICULAIRE / Appuis
 PARALLELE / Appuis

Appui

Bord libre de la dalle

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

Armatures Passives

Type Aciers | **Caractéristiques Armatures** | Groupes Ferrailages

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)

Type Aciers | Caractéristiques Armatures | **Groupes Ferrailages**

- Groupes de ferrailage par files de poutres

Choix définition types de ferrailage :

Dans toutes les travées :

Coupe transversale :

- Poutres rives = courantes : OUI

Coupe plan âme :

- Largeur blochets rives = courantes : Ss. objet

Jumelage :

- Jumelages rives = courantes : OUI

Précontrainte :

- Familles rives = courantes : OUI
- Familles rive G = rive D : OUI

Possible

- Toutes les poutres sont identiques
-> 1 groupe : pour toutes les poutres, courantes et rive

Possible

- Poutres de rives identiques, courantes différents de rives
-> 1er groupe : pour poutres courantes
-> 2ème groupe : pour poutres de rive identiques

Possible

- Poutres rives gauche et droite et courantes toutes différentes
-> 1er groupe : pour poutres courantes
-> 2ème groupe : pour poutres de rive gauche
-> 3ème groupe : pour poutres de rive droite

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

Type Aciers | Caractéristiques Armatures | **Groupes Ferrailages**

- Groupes de ferrailage par files de poutres

Choix définition types de ferrailage :

Dans toutes les travées :

Coupe transversale :

- Poutres rives = courantes : NON
- Poutres rive G = rive D : OUI

Coupe plan âme :

- Largeur blochets rives = courantes : Ss. objet

Jumelage :

- Jumelages rives = courantes : Ss. objet

Précontrainte :

- Familles rives = courantes : NON
- Familles rive G = rive D : NON

Impossible

- Toutes les poutres sont identiques
-> 1 groupe : pour toutes les poutres, courantes et rive

Impossible

- Poutres de rives identiques, courantes différents de rives
-> 1er groupe : pour poutres courantes
-> 2ème groupe : pour poutres de rive identiques

Possible

- Poutres rives gauche et droite et courantes toutes différentes
-> 1er groupe : pour poutres courantes
-> 2ème groupe : pour poutres de rive gauche
-> 3ème groupe : pour poutres de rive droite

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

Armatures Passives

Type Aciers | Caractéristiques Armatures | **Groupes Ferrailages**

- Groupes de ferrailage par files de poutres

Choix définition types de ferrailage :

Dans toutes les travées :

Coupe transversale :

- Poutres rives = courantes : OUI

Coupe plan âme :

- Largeur blochets rives = courantes : Ss. objet

Jumelage :

- Jumelages rives = courantes : OUI

Précontrainte :

- Familles rives = courantes : OUI
- Familles rive G = rive D : OUI

Possible

- Toutes les poutres sont identiques
-> 1 groupe : pour toutes les poutres, courantes et rive

Possible

- Poutres de rives identiques, courantes différents de rives
-> 1er groupe : pour poutres courantes
-> 2ème groupe : pour poutres de rive identiques

Possible

- Poutres rives gauche et droite et courantes toutes différentes
-> 1er groupe : pour poutres courantes
-> 2ème groupe : pour poutres de rive gauche
-> 3ème groupe : pour poutres de rive droite

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

Acier de précontrainte

Les caractéristiques des aciers passifs sont les suivantes.

Figure 102 shows the software interface for defining the properties of a prestressing steel. The interface includes the following elements:

- Limite de rupture de l'acier de précontrainte 'f_{pk}' : 1860,00 (MPa)
- Limite élastique garantie 'f_{p01k}' : 1656,00 (MPa)
- Valeur garantie de la perte par relaxation à 1000 Heures : 2,5 % 4 % 8 %
- Loi de comportement à l'ELU : Elasto Plastique Bilinéaire

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

Figure 103 shows the software interface for defining the properties of a prestressing steel. The interface includes the following elements:

- Limite de rupture de l'acier de précontrainte 'f_{pk}' : 1860,00 (MPa)
- Limite élastique garantie 'f_{p01k}' : 1643,00 (MPa)
- Valeur garantie de la perte par relaxation à 1000 Heures : 2,5 % 4 % 8 %
- Loi de comportement à l'ELU : Elasto Plastique Bilinéaire

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

Figure 104 shows the software interface for defining the properties of a prestressing steel. The interface includes the following elements:

- Limite de rupture de l'acier de précontrainte 'f_{pk}' : 1860,00 (MPa)
- Limite élastique garantie 'f_{p01k}' : 1600,00 (MPa)
- Valeur garantie de la perte par relaxation à 1000 Heures : 2,5 % 4 % 8 %
- Loi de comportement à l'ELU : Elasto Plastique Bilinéaire

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)

Coefficient précontrainte caractéristique : Tension

	Max.	Min.
cp1	1,0500	0,9500
cp2		

Coefficient précontrainte caractéristique : Pertes

	Max.	Min.
cdp1	1,0500	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)

Coefficient précontrainte caractéristique : Tension

	Max.	Min.
cp1	1,0000	1,0000
cp2		

Coefficient précontrainte caractéristique : Pertes

	Max.	Min.
cdp1	1,0000	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)

Coefficient précontrainte caractéristique : Tension

	Max.	Min.
cp1	1,0000	1,0000
cp2		

Coefficient précontrainte caractéristique : Pertes

	Max.	Min.
cdp1	1,0000	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 : 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) : 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 : 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 : 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 : 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) : 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) : 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 : 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 : 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.

Critères d'Ouverture de Fissure ELS Valeurs ouverture maxi.

HOURDIS	Extrados :	<input type="text" value="0,3"/>	(en mm)
	Intrados :	<input type="text" value="0,3"/>	
HOURDIS_BP	Extrados :	<input type="text" value="0,3"/>	
	Intrados :	<input type="text" value="0,3"/>	
POUTRES	Extrados :	<input type="text" value="0,3"/>	
	Intrados :	<input type="text" value="0,3"/>	
POUTRES_BP	Extrados :	<input type="text" value="0,3"/>	
	Intrados :	<input type="text" value="0,3"/>	
ENTRETOISES INTRADOS		<input type="text" value="0,30"/>	

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.

Coefficient appliqué à f_{ck} et donnant la contrainte admissible en compression à l'ELS caractéristique : kcc

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

Contrainte admissible de l'acier en traction à l'ELS caractéristique : fst

Données supplémentaire pour les PSIDP et PRAD

Coefficient appliqué à f_{ctm} et donnant la contrainte admissible en traction à l'ELS fréquent (sous précontrainte moyenne) : kct

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 Chamoia 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 Chamoia, 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 Chamoia, 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_PRECONTRAINT
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 SCHELLEMENT 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"
FCR 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"
FCR 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
APPUI PROVISOIRES     60
BETONNAGE HOURDIS     73
DURCISSEMENT HOURDIS 80
APPUI DEFINITIFS      94
MISE_EN_SERVICE DEFINITIVE 170
FIN

BLOC ACIER_PASSIF
LIMITE_ELASTIQUE 500.00 LOI_ELU ELASTOPLASTIQUE
FIN

BLOC ACIER_PRECONTRAINT
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_ACIER
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 SCHELLEMENT 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"
FKK 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_ACIERIS
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_GLISSSEMENT 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"
FCR 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"
FCR 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

 <p>Cerema Direction technique infrastructures de transport et matériaux</p>	<h2>NOTE DE CALCUL GÉNÉRALE</h2> <p>Logiciel CHAMOA-P, CEREMA/DTITM</p>	
<h3>Avant-Propos</h3>		
<p><i>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.</i></p>		
<p><i>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.</i></p>		
<p><i>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.</i></p>		
<p><i>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.</i></p>		
<h3>Rappel des données</h3>		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ RAPPEL DES DONNÉES 		
<h3>Notes de calcul</h3>		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ RÉPARTITION TRANSVERSALE, LIGNES D'INFLUENCE, EFFORTS SOUS VÉRINAGE 		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ EFFORTS LONGITUDINAUX - FILE COURANTE 		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ EFFORTS LONGITUDINAUX - FILE DE RIVE GAUCHE 		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ EFFORTS LONGITUDINAUX - FILE DE RIVE DROITE 		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ EFFORTS LONGITUDINAUX (MOMENTS DÉCALÉS) - FILE COURANTE 		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ EFFORTS LONGITUDINAUX (MOMENTS DÉCALÉS) - FILE DE RIVE GAUCHE 		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ EFFORTS LONGITUDINAUX (MOMENTS DÉCALÉS) - FILE DE RIVE DROITE 		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ EFFORTS TRANSVERSAUX 		

- [RÉACTIONS D'APPUI 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 - TRAVÉE 1](#)
- [FLEXION TRANSVERSALE - CONTRAINTES BETON - TRAVÉE 2](#)
- [FLEXION TRANSVERSALE - CONTRAINTES BETON - TRAVÉE 3](#)
- [FLEXION TRANSVERSALE - ACIERS PASSIFS - TRAVÉE 1](#)
- [FLEXION TRANSVERSALE - ACIERS PASSIFS - TRAVÉE 2](#)
- [FLEXION TRANSVERSALE - ACIERS PASSIFS - TRAVÉE 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 Connue.

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	Excentration
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 biaises 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 resistente au-dessus des poutres : 0.240
 - Hauteur resistente 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 default)

ATTENTION : CONTRAINTE REGLEMENTAIRE K1 K2 DEPASSEE

PRECONTRAITE EN VUE D'UNE VERIFICATION

PRECONTRAITE DE TOUTES LES POUTRES

Travee	Famille	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite	
- Travee : 1	Famille : 10					
		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
- Travee : 2	Famille : 20					
		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
- Travee : 3	Famille : 10					
		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 extradados
 Poutres : 0.040 m intrados
 Hourdis : 0.030 m extradados
 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
 Betonage 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 d'initiale

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 CONTINUITÉ SUR APPUIS :

PROFILS DE CHARGEMENT :

Numero	Profil en travers	!-----! !-- Trott. G --! !-- Trott. D --!			
		Bn G	Bn D	Bn G	Bn D
100	DEFINITIF	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 default)
 - Diametre armatures long du hourdis : 0.016 (Par default)
 - Diametre armatures trans du hourdis : 0.012 (Par default)
 - Diametre etriers des poutres : 0.008 (Par default)
 - Diametre etriers : 0.008 (Par default)

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 travées (base sur Calcul PRAD EL 354)

Voie portée : Non connue.
 Voie franchie : Non connue.
 Maître d'oeuvre : Non connue.
 Maître d'ouvrage : Non connue.

COUPE LONGITUDINALE BIAISE :

Épaisseur du tablier : 0.840
 About gauche : 0.440
 Travée 1 : 18.000
 Travée 2 : 25.010
 Travée 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	Excentration
Travée 1 :	16.840	0.580
Travée 2 :	23.860	0.575
Travée 3 :	16.840	0.580

DISTANCES ENTRE AXES DES APPUIS DEFINITIFS ET DES PALEES PROVISOIRES :

	A gauche	A droite
Travée 1 :	0.800	0.800
Travée 2 :	0.800	0.800
Travée 3 :	0.800	0.800

ENTRETOISES :

- Longueurs biaises
 Travée 1 gauche : 1.170
 Travées 1 - 2 : 1.255
 Travées 2 - 3 : 1.255
 Travée 3 droite : 1.170

Hauteur sur culée gauche : 0.840 Appuis sous chevetre d'about
 Hauteur sur piles : 0.840
 Hauteur sur culée droite : 0.840 Appuis sous chevetre d'about

- Engagements biaises des poutres dans les entretoises

	A gauche	A droite
Travée 1 :	0.1500	0.0475
Travée 2 :	0.0525	0.0525
Travée 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
 - Épaisseur de la semelle : 0.200
 - Largeur du gousset : 0.380
 - Hauteur du gousset : 0.000
 - Épaisseur 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 default)

ATTENTION : CONTRAINTE REGLEMENTAIRE K1 K2 DEPASSEE

PRECONTRAINTES EN VUE D'UNE VERIFICATION

PRECONTRAINTES 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	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

PRECONTRAINTES DES POUTRES DE RIVE GAUCHE

- Travee : 1		Famille : 30	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite
Lit : 1	0.0700		Z	2	0.0000	0.0000
				4	4.0000	4.0000
Lit : 2	0.1200		Z	3	0.0000	0.0000
				2	2.0000	2.0000
Lit : 3	0.1700		Z	5	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.4700		Z	3	0.0000	0.0000

- Travee : 2		Famille : 40	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite
Lit : 1	0.0700		Z	4	0.0000	0.0000
				5	5.0000	5.0000
Lit : 2	0.1200		Z	6	0.0000	0.0000
				4	3.0000	3.0000
Lit : 3	0.1700		Z	8	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.4700		Z	3	0.0000	0.0000

- Travee : 3		Famille : 30	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite
Lit : 1	0.0700		Z	2	0.0000	0.0000
				4	4.0000	4.0000
Lit : 2	0.1200		Z	3	0.0000	0.0000
				2	2.0000	2.0000
Lit : 3	0.1700		Z	5	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.4700		Z	3	0.0000	0.0000

PRECONTRAINTES DES POUTRES DE RIVE DROITE

- Travee : 1		Famille : 30	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite
Lit : 1	0.0700		Z	2	0.0000	0.0000
				4	4.0000	4.0000
Lit : 2	0.1200		Z	3	0.0000	0.0000
				2	2.0000	2.0000
Lit : 3	0.1700		Z	5	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.4700		Z	3	0.0000	0.0000

- Travee : 2		Famille : 40	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite
Lit : 1	0.0700		Z	4	0.0000	0.0000
				5	5.0000	5.0000
Lit : 2	0.1200		Z	6	0.0000	0.0000
				4	3.0000	3.0000
Lit : 3	0.1700		Z	8	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.4700		Z	3	0.0000	0.0000

- Travee : 3		Famille : 30	Z	Torons	Gainage a gauche	Gainage a droite
Lit : 1	0.0700		Z	2	0.0000	0.0000
				4	4.0000	4.0000
Lit : 2	0.1200		Z	3	0.0000	0.0000
				2	2.0000	2.0000
Lit : 3	0.1700		Z	5	0.0000	0.0000
Lit : 4	0.4700		Z	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
 Betonage 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 CONTINUTE SUR APPUIS :

PROFILS DE CHARGEMENT :
 Profil en !----- Chaussée -----! !-- 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 0.000 0.000

AFFECTATION DES CHARGES :

-> Affectation : 1 Profil de chargement : 100 reglement EUROCODES

Classe chaussée : 2
 Chaussée : 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 default)
 - Diametre armatures long du hourdis : 0.016 (Par default)
 - Diametre armatures trans du hourdis : 0.012 (Par default)
 - Diametre etriers des poutres : 0.008 (Par default)
 - Diametre etriers : 0.008 (Par default)

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 specifiée
 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 specifiée
 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 travée, Portique (base sur Calcul PRAD EL 278)

Voie portée : Non connue.
 Voie franchie : Non connue.
 Maître d'oeuvre : Non connue.
 Maître d'ouvrage : Non connue.

COUPE LONGITUDINALE BIAISE :

Épaisseur du tablier : 1.220
 About gauche : 0.450
 Travée 1 : 22.000
 About droit : 0.450

APPUIS :

RAPPEL : $\begin{matrix} |fx| & |R1 & 0 & R4| & |dx| \\ |fy| = & |0 & 0 & 0| & |*|dy| \\ |mz| & |R4 & 0 & R6| & |rz| \end{matrix}$

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
 Travée 1 : 21.100 0.450

DISTANCES ENTRE AXES DES APPUIS DEFINITIFS ET DES PALEES PROVISOIRES :

A gauche A droite
 Travée 1 : 0.700 0.700

ENTRETOISES :

- Longueurs biaisées
 Travée 1 gauche : 1.000
 Travée 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 biaisés des poutres dans les entretoises

A gauche A droite
 Travée 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
 Chaussée : 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
 Chaussée : 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 supérieure : 0.450
 - Épaisseur de la semelle supérieure : 0.150
 - Hauteur du gousset supérieur : 0.040
 - Hauteur du gousset inférieur : 0.080
 - Épaisseur de la semelle inférieure : 0.195
 - Largeur de la semelle inférieure : 0.450
 - Épaisseur de l'âme : 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

Travée 1
 - Poutres courantes : NON
 - Poutres de rive : NON

COUPE TRANSVERSALE DU HOURDIS

- Hauteur résistante au-dessus des poutres : 0.220
 - Hauteur résistante au-dessus du coffrage perdu : 0.220
 - Épaisseur 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 :

- Poids des travees : Travee 1 : 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 default)

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
 Betonage 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 definitive

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 : Definition 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

	Xi	Poids	Nombre	Dist.	Impact	Impact
			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 :

Numero	Profil en 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 chaussée : 2
Chaussée : Modele de charges LM3 generalise VS 100 SEUL LENT

-> Affectation : 2 Profil de chargement : 200 reglement FRANÇAIS

Classe chaussée : 1
Chaussée : 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 chaussée : 2
Chaussée : 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 default)
- Diametre armatures long du hourdis : 0.016 (Par default)
- Diametre armatures trans du hourdis : 0.012 (Par default)
- Diametre etriers des poutres : 0.008 (Par default)
- Diametre etriers : 0.008 (Par default)

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

Barre	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
	M1	M2	x1	x2	L	Le	EIe	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

$$\begin{cases} \psi = \varphi & \text{si } \eta \geq 2 \\ \psi = \varphi + \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \left(1 - \frac{\eta}{2}\right)^2 & \text{si } \eta < 2 \end{cases}$$

$$\eta = \frac{\text{largeur biaise géométrique}}{\text{longueur biaise géométrique}} = \frac{2b_b}{L_{0b}} \Leftrightarrow \eta = \frac{\text{largeur droite géométrique}}{\text{longueur droite géométrique}} = \frac{2b_d}{L_{0d}}$$

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 travée 1	Mi travée 2	Mi travée 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 travée 1      Mi travée 2      Mi travée 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

Retour Accueil Retour haut de page

Réduire le sommaire Imprimer



EFFORTS LONGITUDINAUX - FILE COURANTE

Direction technique
infrastructures de transport et matériaux

Note de calcul CHAMOA-P partielle, CEREMA/DTITM



1. TYPE DE CALCUL

Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUEITE :
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 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 (comportant éventuellement 2 poutres jumelées dans certaines travées)
- les efforts dans les dalles de transition sont également relatifs à une unique file de poutre

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' = Bétonnage 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 définitifs.
- '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
-------	----------	----------	--------------

Sommaire

[TYPE DE CALCUL](#)
[REMARQUES PRÉLIMINAIRES](#)
[DATES DE PHASAGE - Notations](#)
[REPÉRAGE LONGITUDINAL - Modèle de référence](#)
[CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DE LA FILE](#)
[+ RÉPARTITION DES TORONS](#)
[+ SECTIONS D'ÉTUDE DES TENSIONS](#)
[+ TENSION DANS CHAQUE GROUPE DE TORONS](#)
[+ EFFORTS DUS À LA PRÉCONTRAINTÉ](#)
[+ EFFORTS DUS AUX CHARGES PERMANENTES_PJ](#)
[+ EFFORTS DUS AUX CHARGES PERMANENTES_H](#)
[+ EFFORTS À L'ELS QUASI PERMANENT_HORS POI](#)
[+ EFFORTS À L'ELS FRÉQUENT_HORS POIDS PROF](#)
[+ EFFORTS À L'ELU CARACTÉRISTIQUE_HORS POI](#)
[+ EFFORTS À L'ELU FONDAMENTAL_HORS POIDS P](#)
[+ EFFORTS À L'ELU ACCIDENTEL_HORS POIDS PROF](#)
[+ ENVELOPPES PRÉDÉFINIES DE CHARGES D'EXP](#)

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

1. TYPE DE CALCUL

Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUEITE :
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 continuité 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 ' = Bétonnage des poutres.
- 'REL ' = Relâchement des armatures sur banc et mise en place des poutres.
- 'APP ' = Pose sur appuis (provisoires ou définitifs).
- 'HOU ' = Coulage hourdis et entretoises.
- 'DUR ' = Durcissement hourdis et entretoises.
- 'APD ' = Transfert sur appuis définitifs.
- '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 fournit 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 (courante, 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 (repère général)	Abscisse fin poutre (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 (repère général)	Abscisse théorique (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 (repère général)	Abscisse théorique (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 P_m .
- 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

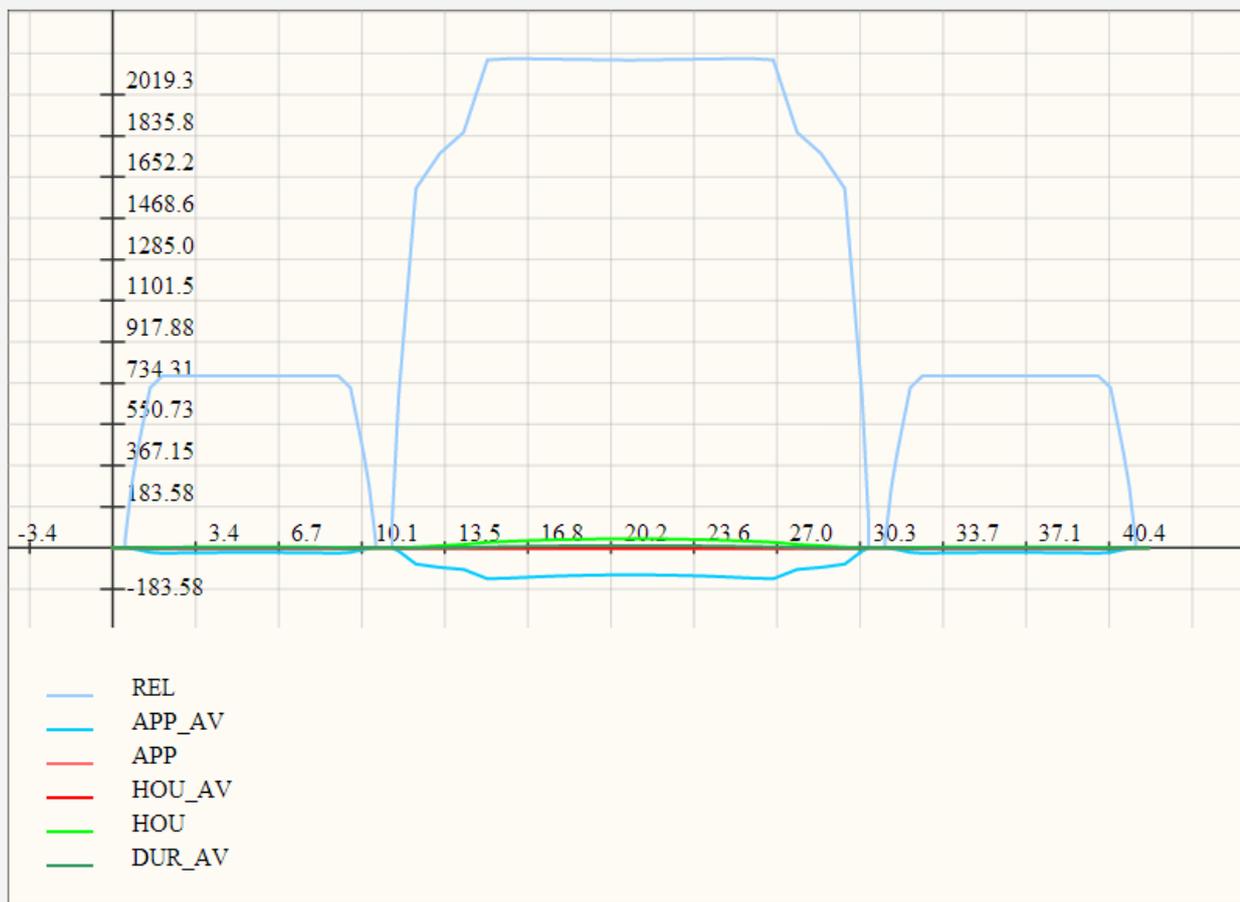
9. EFFORTS DUS À LA PRÉCONTRAINTÉ

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 P_m .
- La précontrainte caractéristique vaut $P_{k,inf} = 0.95 P_m$ et $P_{k,sup} = 1.05 P_m$.
- Remarque : pour la phase T = REL, les justifications seront effectuées sous : Précontrainte en valeur caractéristique
- 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	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

[...]

lignes supprimées

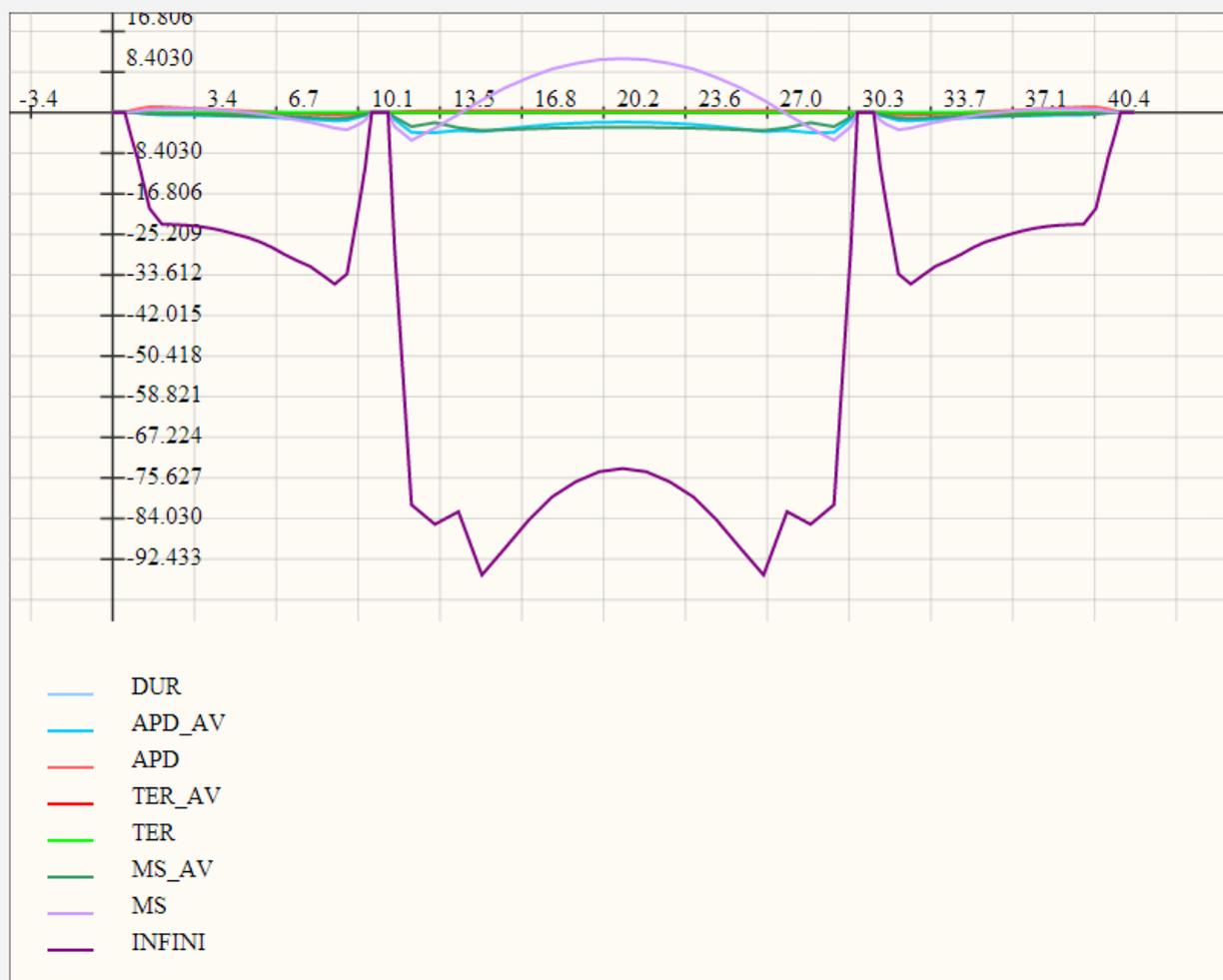
[...]

9.1.2. PHASES APRES CLAVAGE - Profil en travers definitif

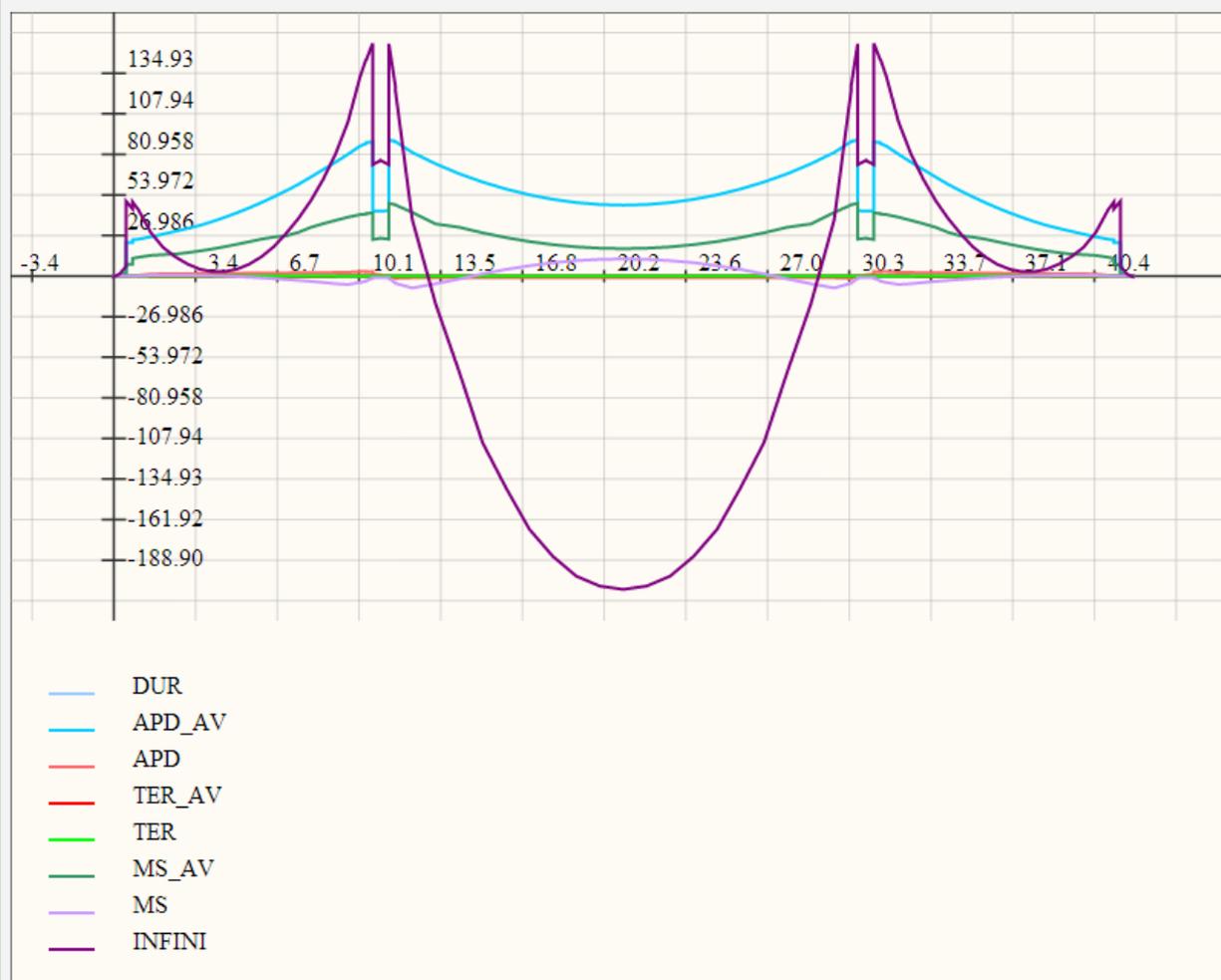
- Effets dus à la précontrainte seule.
- Variations pour chaque phase.
- La précontrainte est prise en valeur moyenne P_m .
- La précontrainte caractéristique vaut $P_{k,inf} = 0.95 P_m$ et $P_{k,sup} = 1.05 P_m$.
- Remarque : pour la phase T = REL, les justifications seront effectuées sous : Précontrainte en valeur caractéristique
- Unité : kN.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

Résultat section globale :

[Visualisation graphique](#)

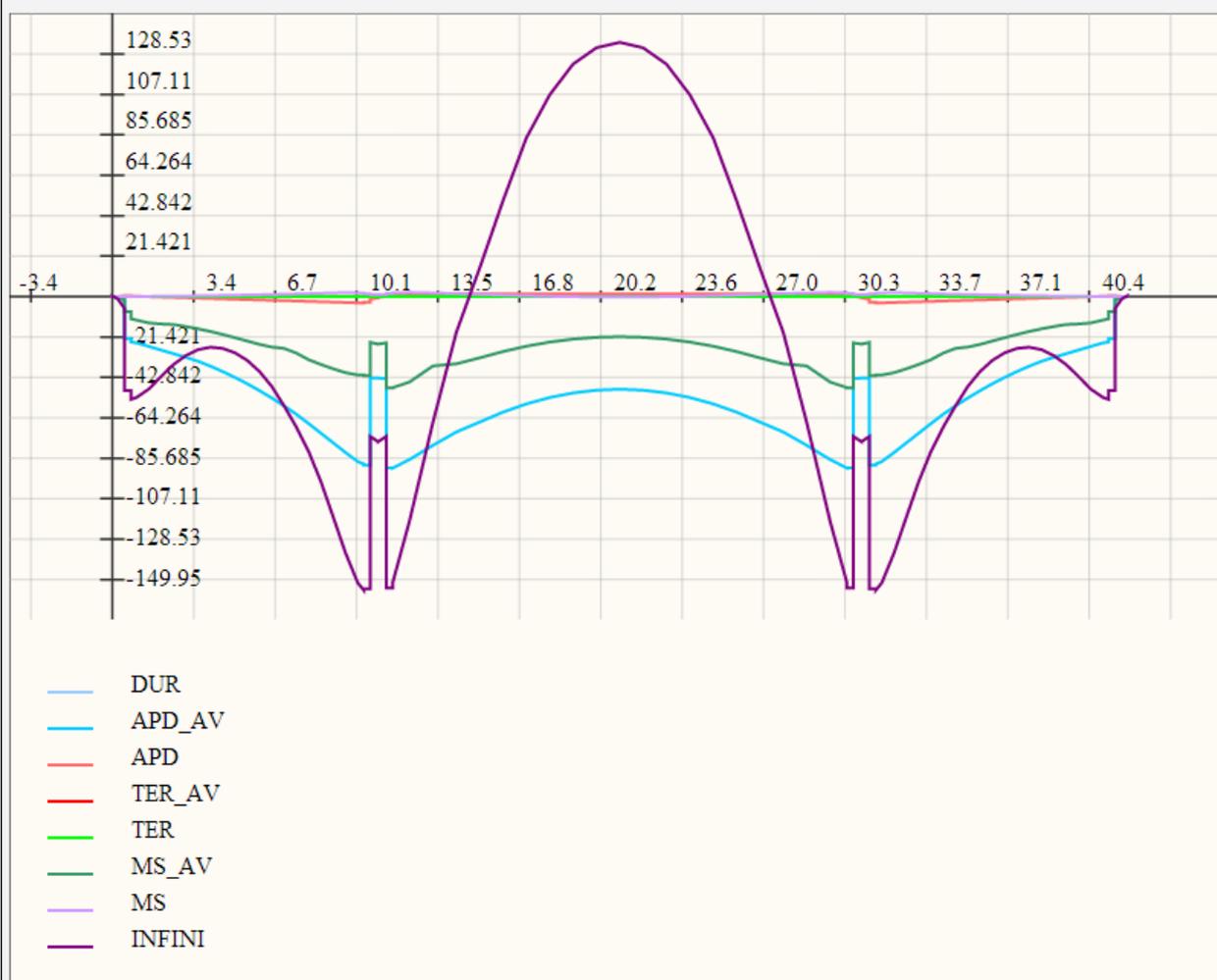


Résultat poutre seule:
[Visualisation graphique](#)



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 : N_{tot} , V_{tot} , M_{tot} .
- résultats poutre seule : les efforts N_{pou} , V_{pou} et M_{pou} de la poutre seule sont édités
- résultats hourdis seul : les efforts N_{hou} , V_{hou} et M_{hou} 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

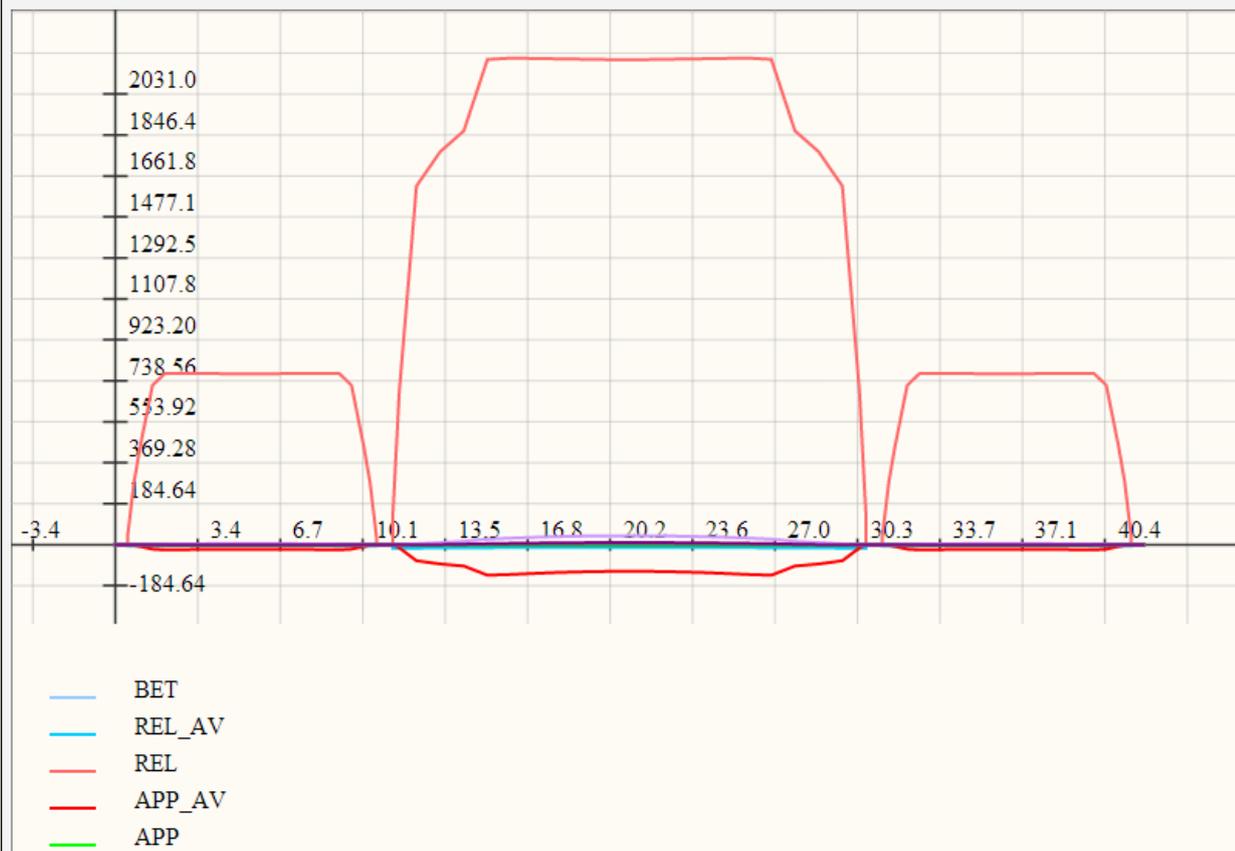
10. EFFORTS DUS AUX CHARGES PERMANENTES, PRÉCONTRAINTE INCLUSE

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 P_m .
- 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](#)



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

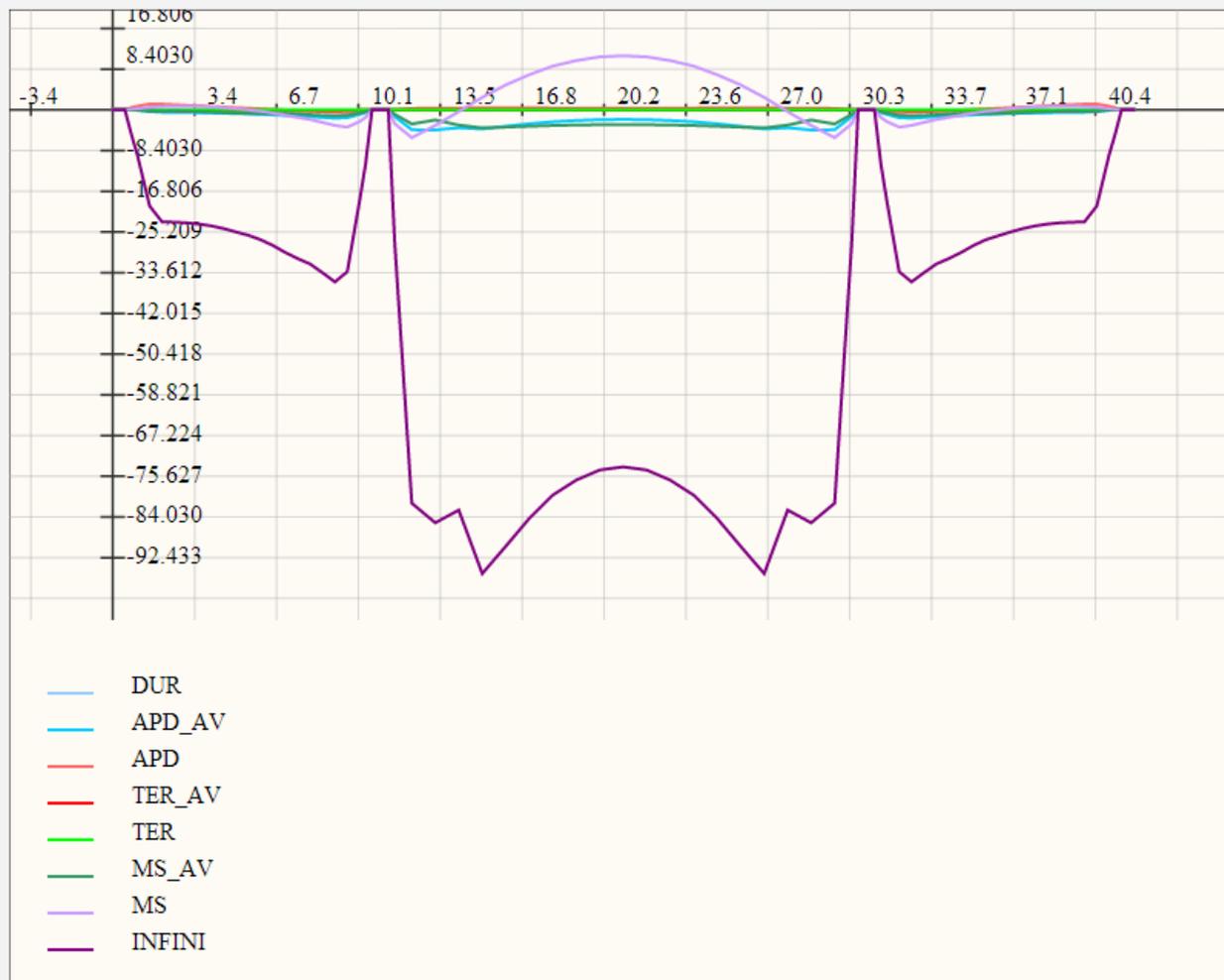
[...]

10.1.2. PHASES APRES CLAVAGE - Profil en travers definitif

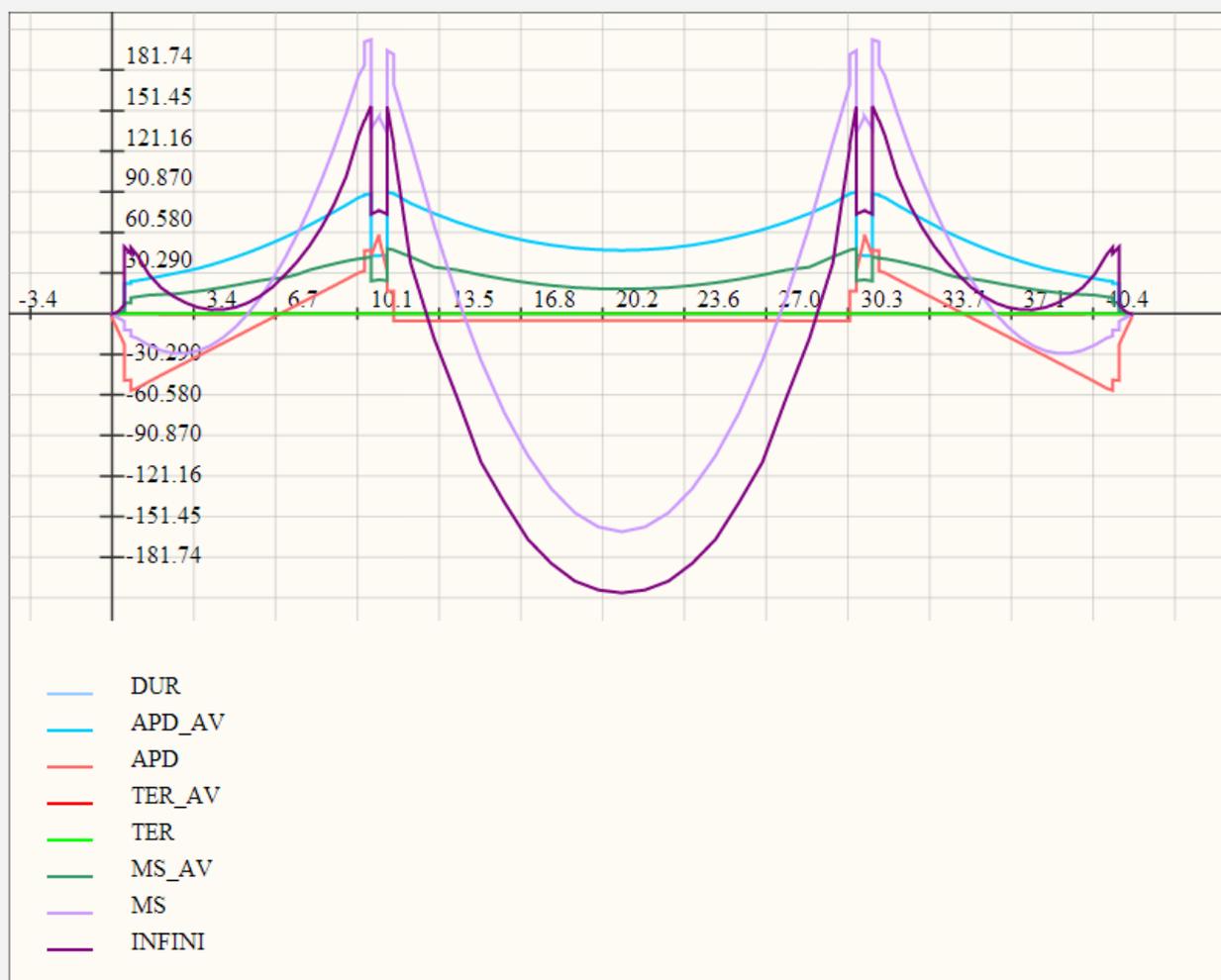
- Effets dus aux charges permanentes, précontrainte incluse.
- Variations pour chaque phase.
- La précontrainte est prise en valeur moyenne Pm.
- Les effets dus aux superstructures sont pris en valeur moyenne.
- Tassements et effets thermiques non inclus
- Unité : kN.
- Note : Abscisse exprimée dans le repère général (origine X = 0 à l'axe du premier appui).

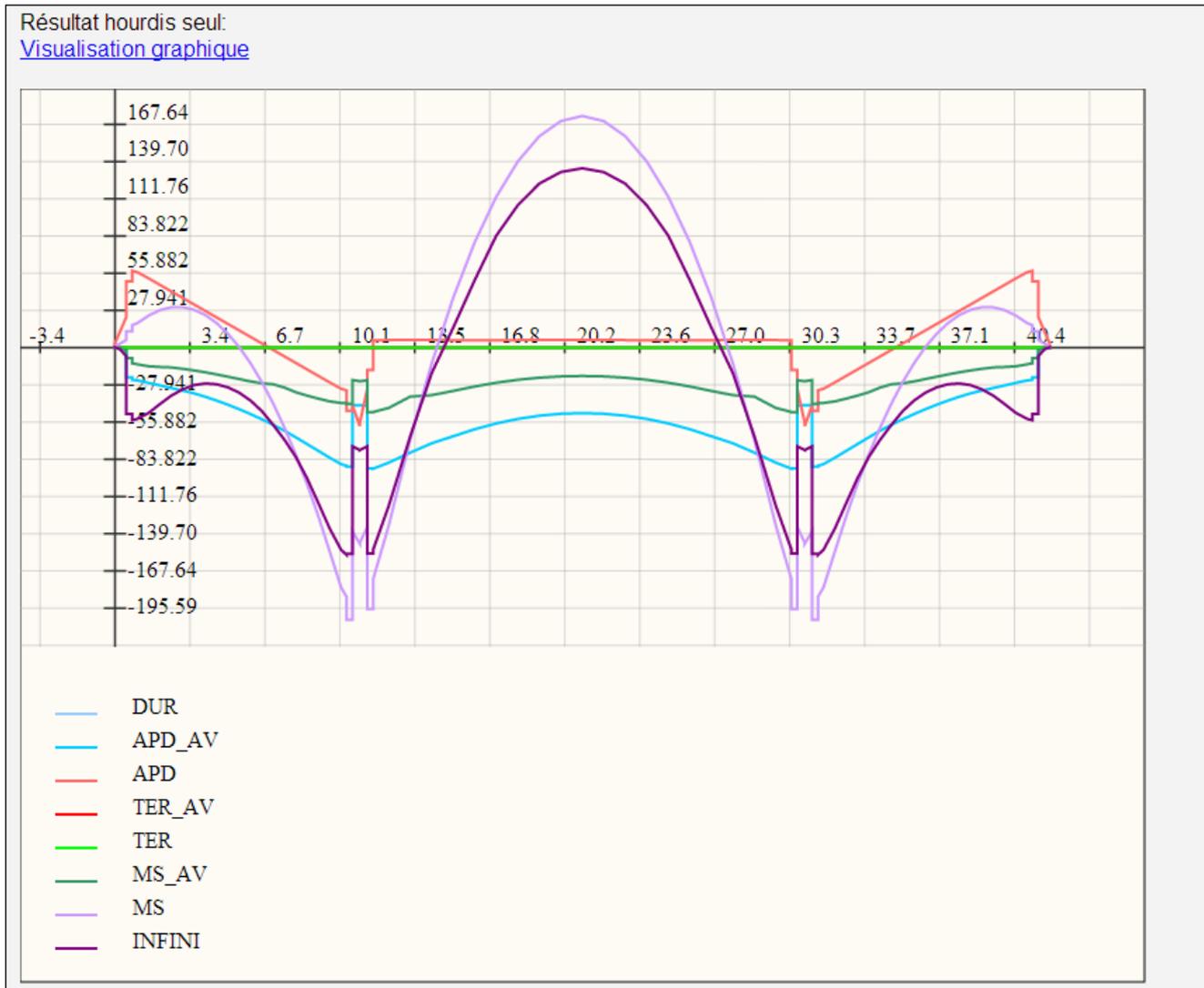
Résultat section globale :

[Visualisation graphique](#)



Résultat poutre seule:
[Visualisation graphique](#)





[...]

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 : N_{tot} , V_{tot} , M_{tot} .
- résultats poutre seule : les efforts N_{pou} , V_{pou} et M_{pou} de la poutre seule sont édités
- résultats hourdis seul : les efforts N_{hou} , V_{hou} et M_{hou} 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 PRÉCONTRAINTÉ

11.1. Efforts normaux

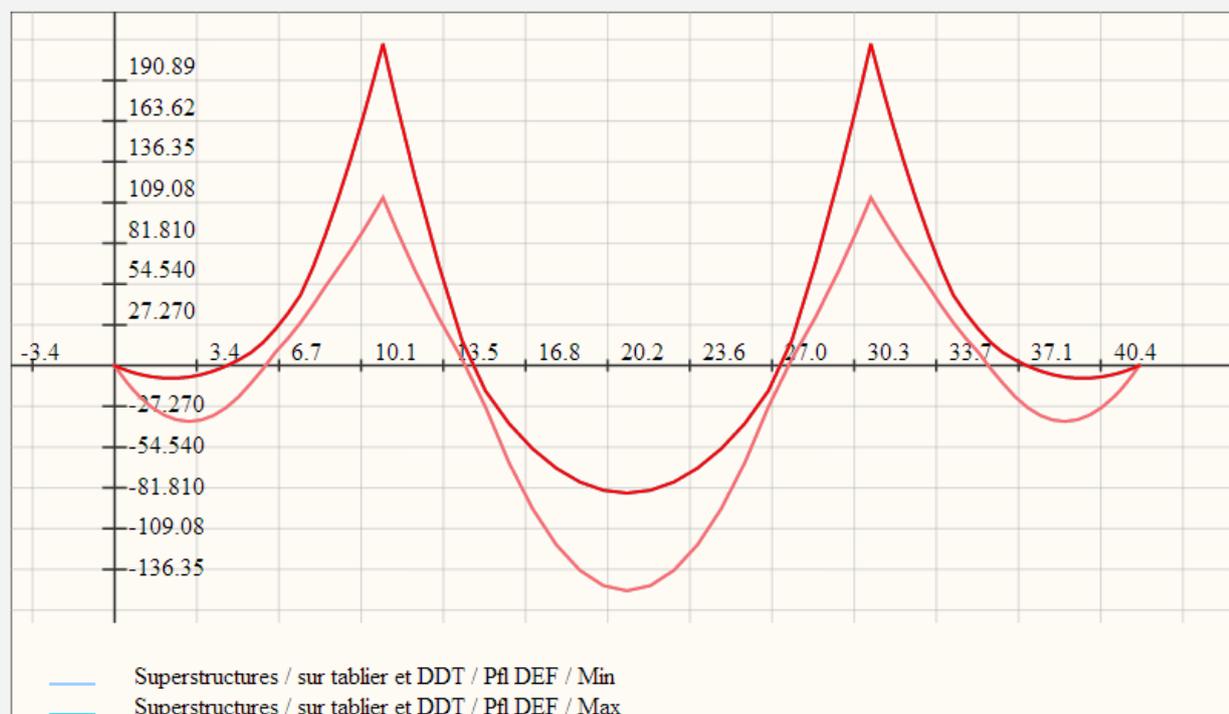
Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, les valeurs étant systématiquement nulles pour les ouvrages sur appuis simples.

11.2. Moments

11.2.1. Profil en travers définitif

- 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](#)



<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> — Env C Perm / ss PP ni P / Pfl DEF / Min — Env C Perm / ss PP ni P / Pfl DEF / Max </div>				
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 PRÉCONTRAITE

12.1. Efforts normaux

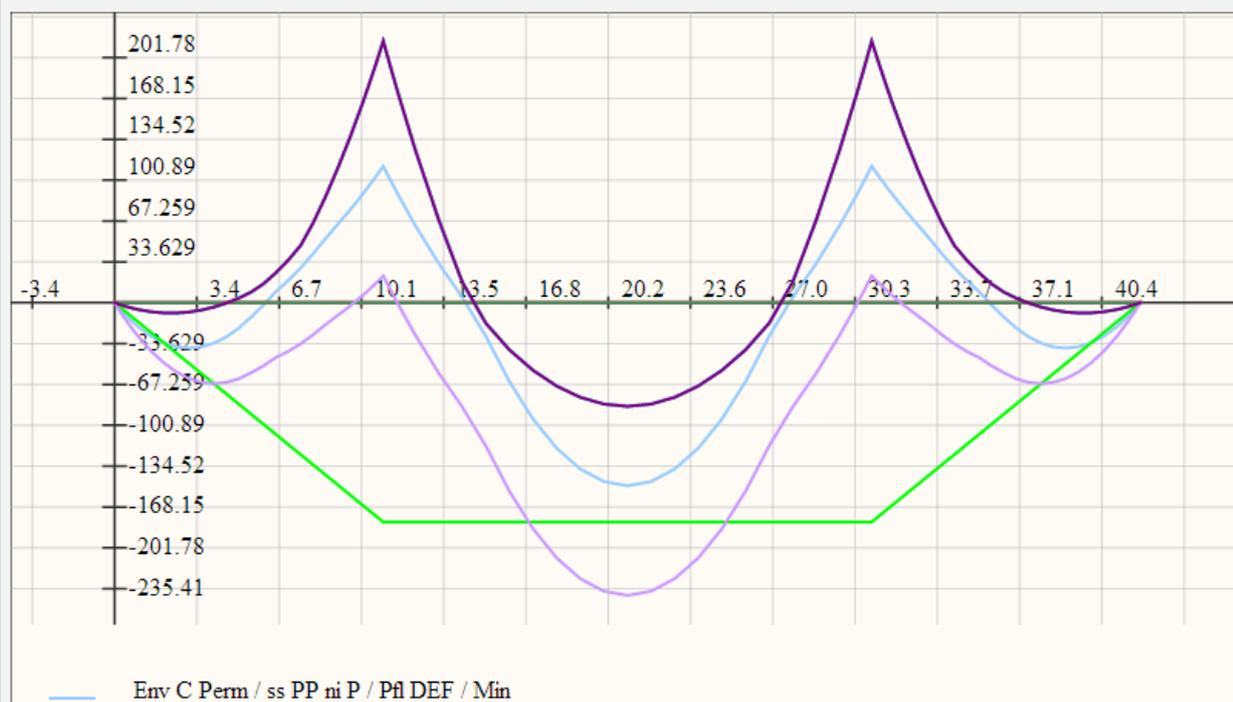
Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, les valeurs étant systématiquement nulles pour les ouvrages sur appuis simples.

12.2. Moments

12.2.1. Profil en travers définitif

- 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 PRÉCONTRAINT

13.1. Efforts normaux

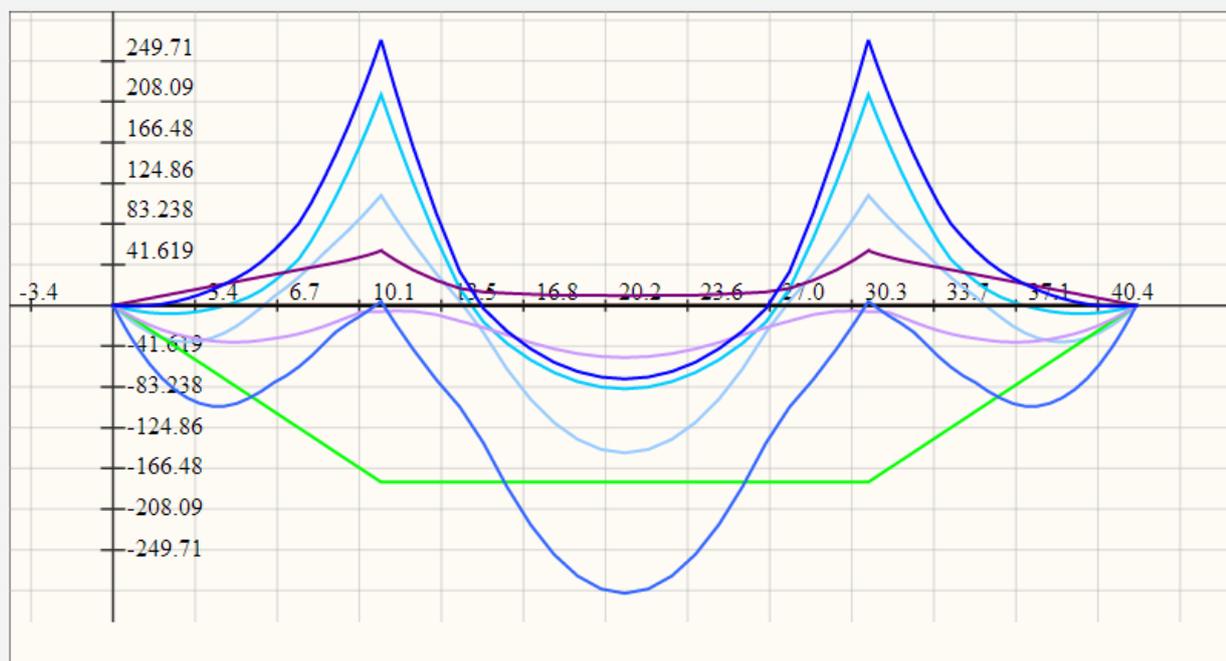
Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, les valeurs étant systématiquement nulles pour les ouvrages sur appuis simples.

13.2. Moments

13.2.1. Profil en travers définitif

- 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 PRÉCONTRAINT

14.1. Efforts normaux

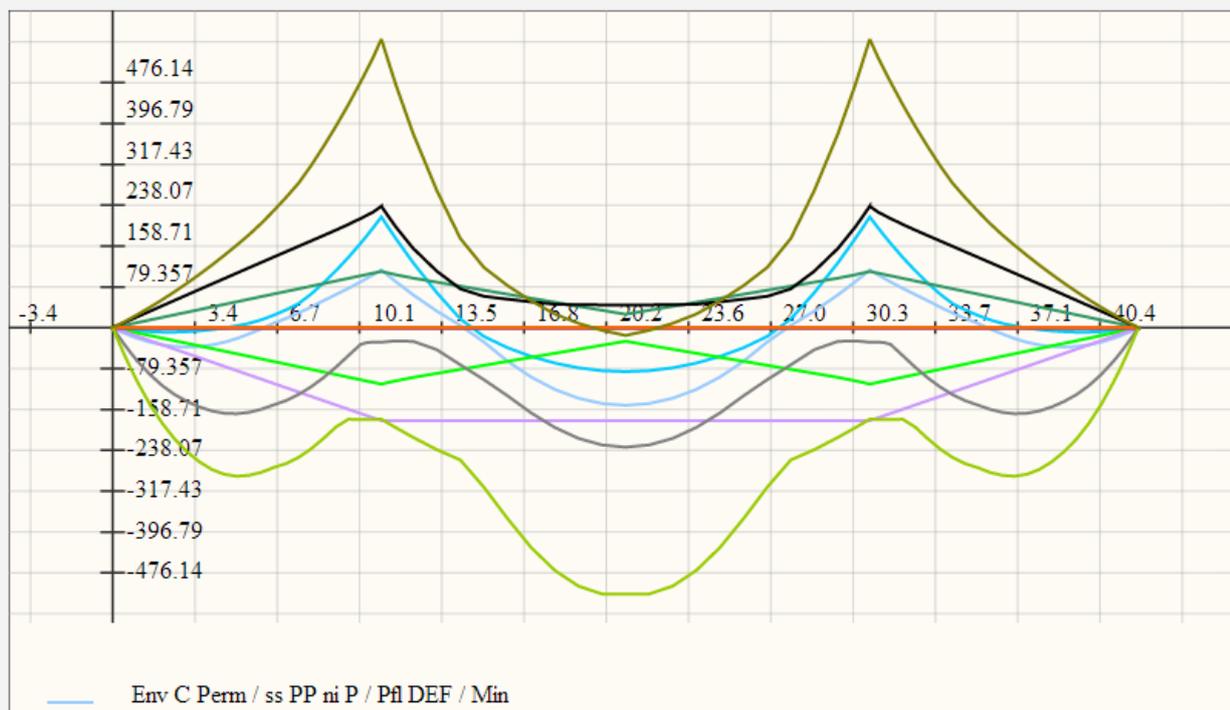
Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, les valeurs étant systématiquement nulles pour les ouvrages sur appuis simples.

14.2. Moments

14.2.1. Profil en travers définitif

- 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 PRÉCONTRAINTÉ

15.1. Efforts normaux

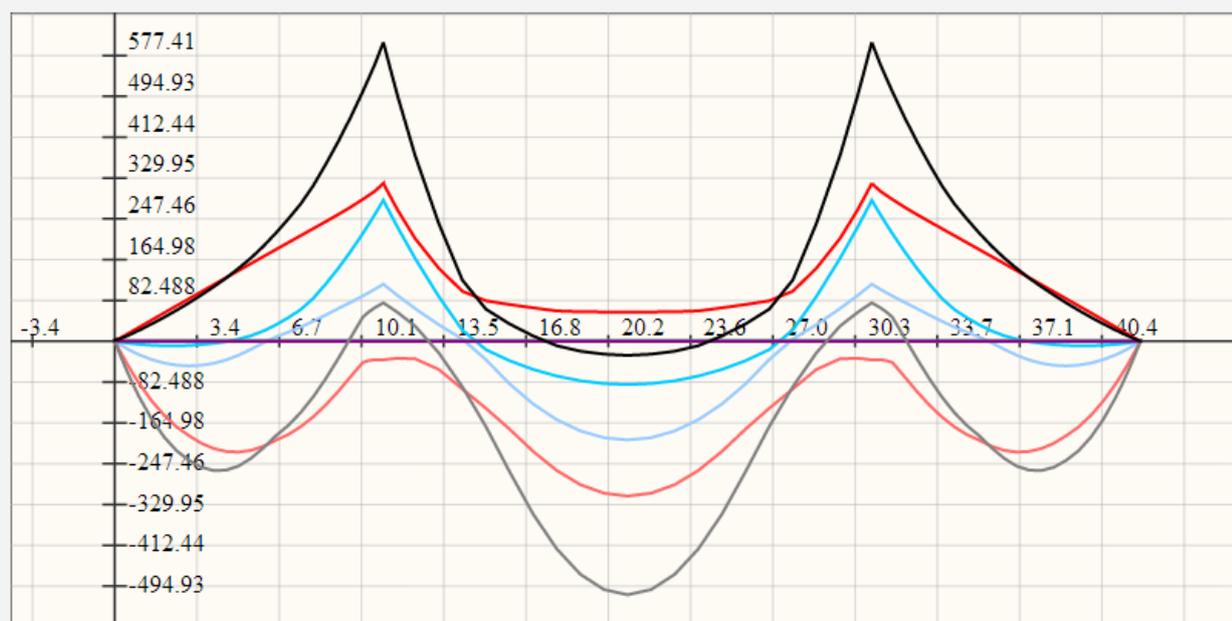
Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, les valeurs étant systématiquement nulles pour les ouvrages sur appuis simples.

15.2. Moments

15.2.1. Profil en travers définitif

- 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 PRÉCONTRAINT

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

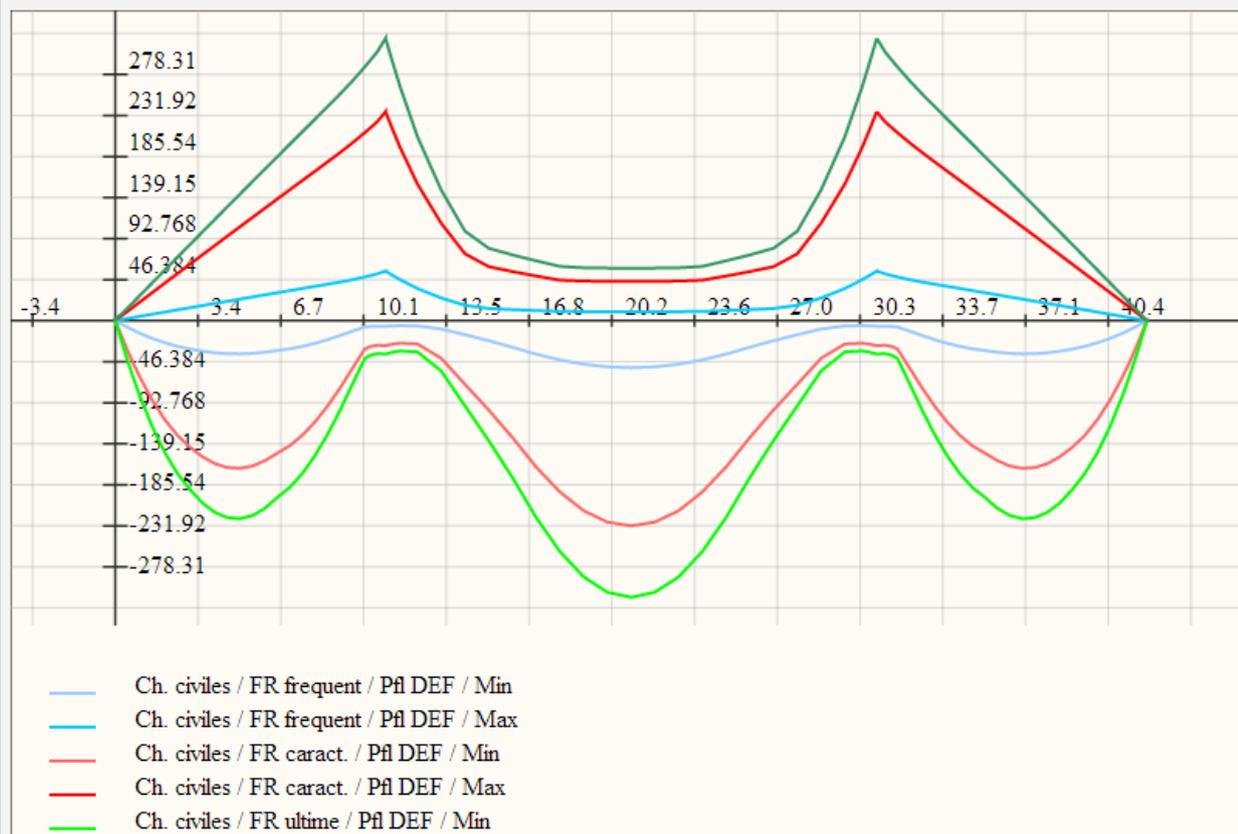
Résultats édités uniquement dans le cas des PRAD portiques, les valeurs étant systématiquement nulles pour les ouvrages sur appuis simples.

17.2. Moments

17.2.1. Profil en travers définitif

- 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 PRÉCONTRAİNTE

6.1. Efforts normaux

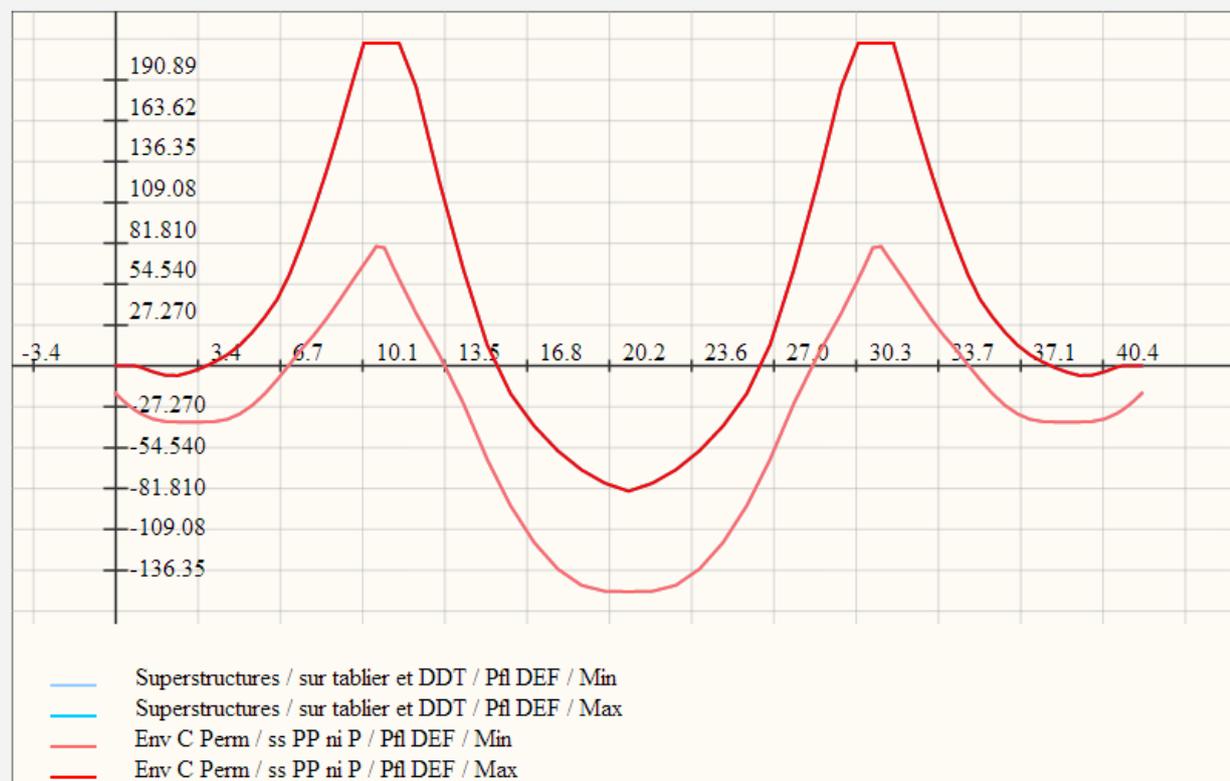
Seuls les moments sont édités dans les NDC avec décalage des moments.

6.2. Moments

6.2.1. Profil en travers définitif

- 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
			Pfi DEF	Pfi 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 PRÉCONTRAINT

7.1. Efforts normaux

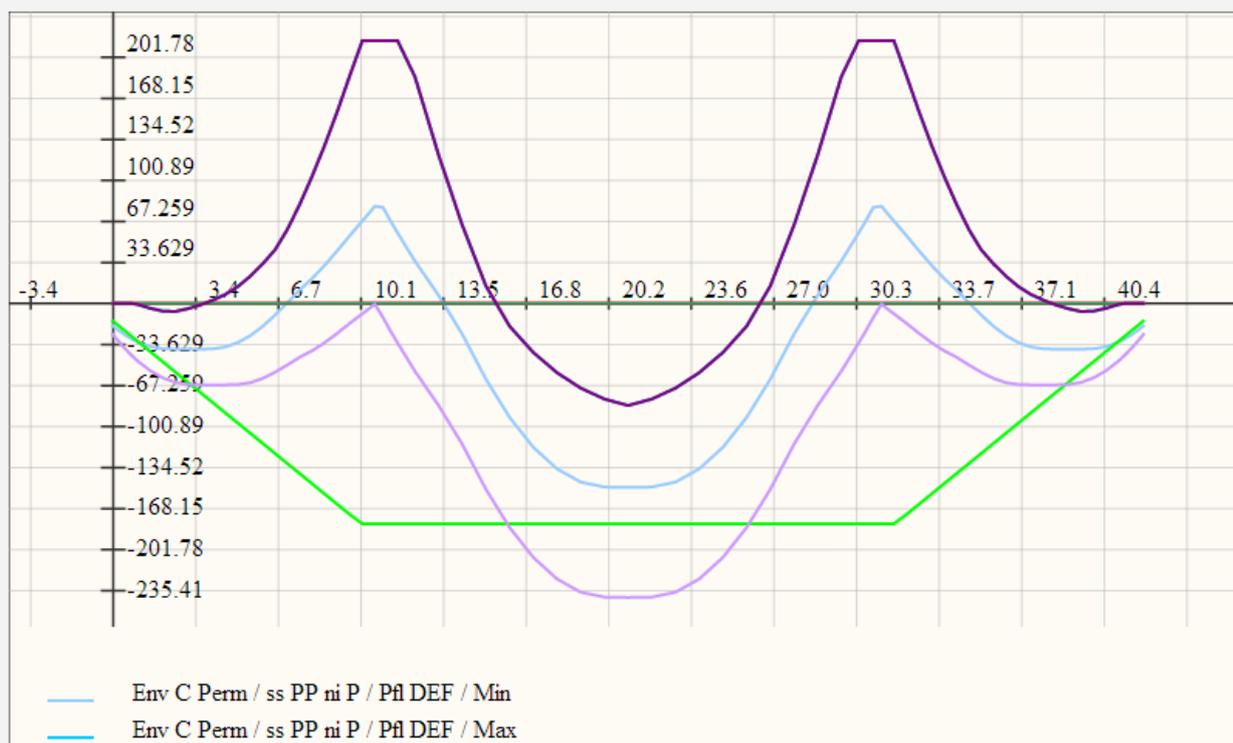
Seuls les moments sont édités dans les NDC avec décalage des moments.

7.2. Moments

7.2.1. Profil en travers définitif

- 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 PRÉCONTRAINT

8.1. Efforts normaux

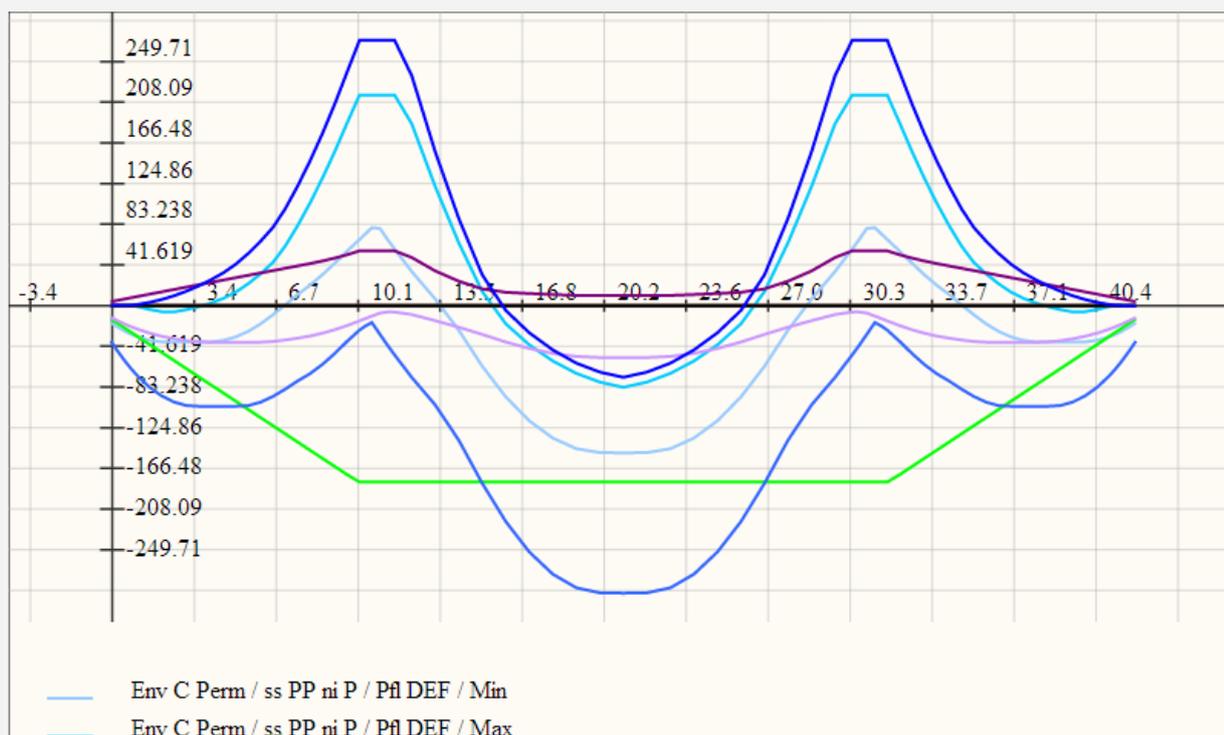
Seuls les moments sont édités dans les NDC avec décalage des moments.

8.2. Moments

8.2.1. Profil en travers définitif

- 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 PRÉCONTRAINTÉ

9.1. Efforts normaux

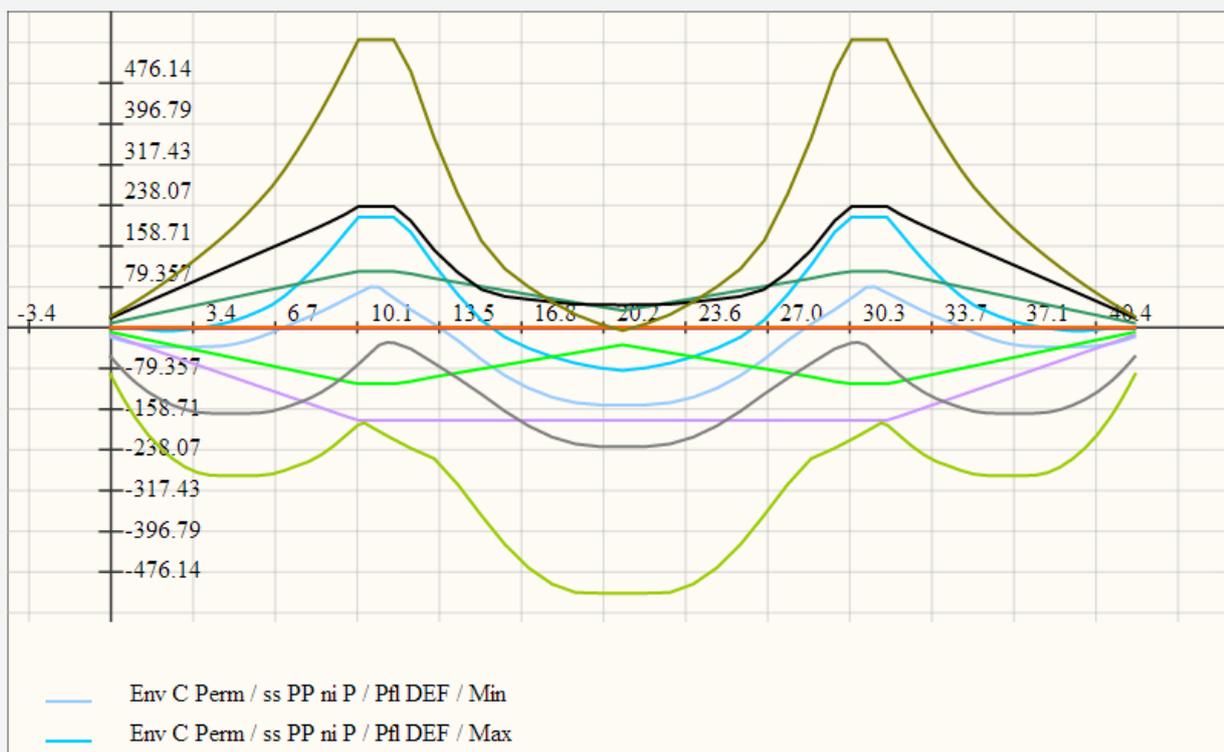
Seuls les moments sont édités dans les NDC avec décalage des moments.

9.2. Moments

9.2.1. Profil en travers définitif

- 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 PRÉCONTRAINT

10.1. Efforts normaux

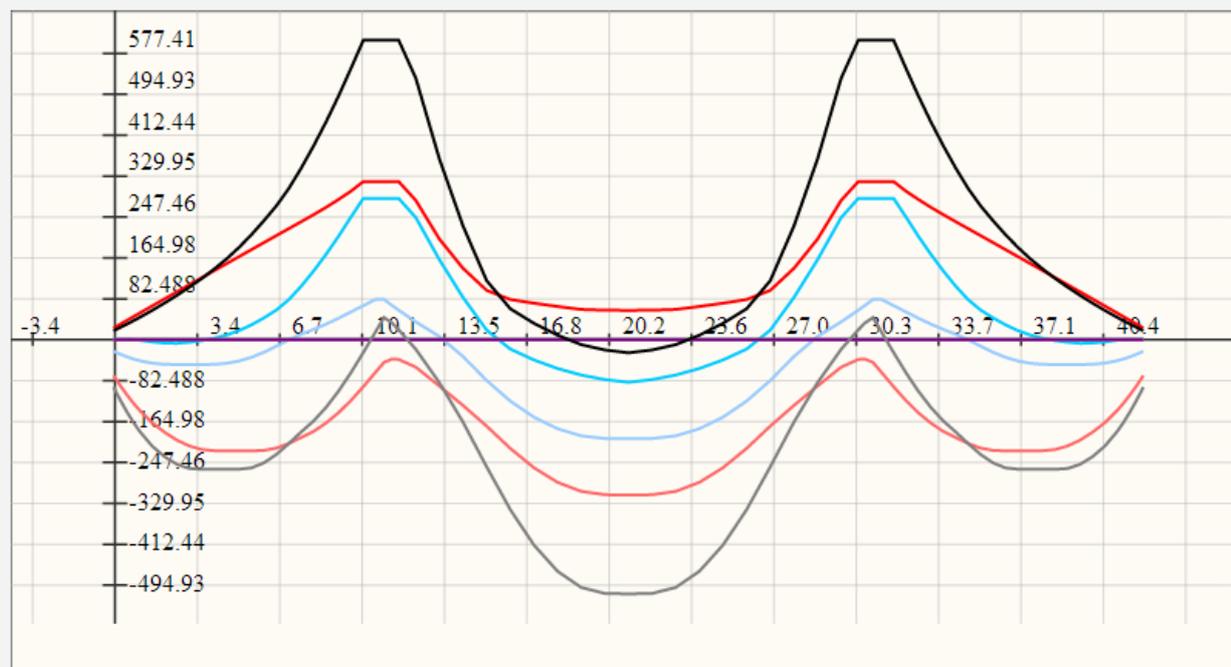
Seuls les moments sont édités dans les NDC avec décalage des moments.

10.2. Moments

10.2.1. Profil en travers définitif

- 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 PRÉCONTRAINT

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

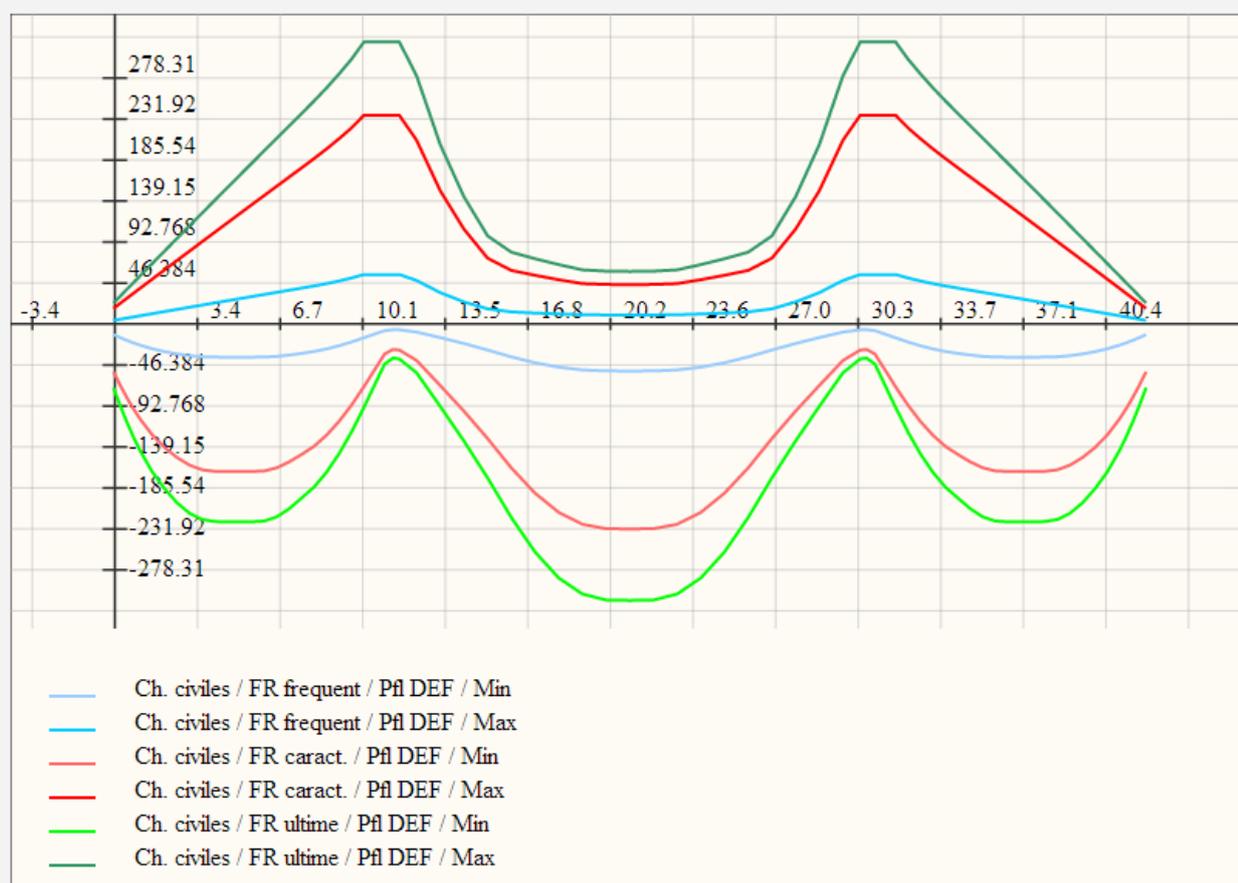
Seuls les moments sont édités dans les NDC avec décalage des moments.

12.2. Moments

12.2.1. Profil en travers définitif

- 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

Retour Accueil Retour haut de page

Réduire le sommaire Imprimer

EFFORTS TRANSVERSAUX
Direction technique infrastructures de transport et matériaux

Note de calcul CHAMOA-P partielle, CEREMA/DTITM

1. TYPE DE CALCUL

Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUE :
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 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

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](#)

1. TYPE DE CALCUL

Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUE :
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

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

1. TYPE DE CALCUL

Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUE :
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 continuité 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.

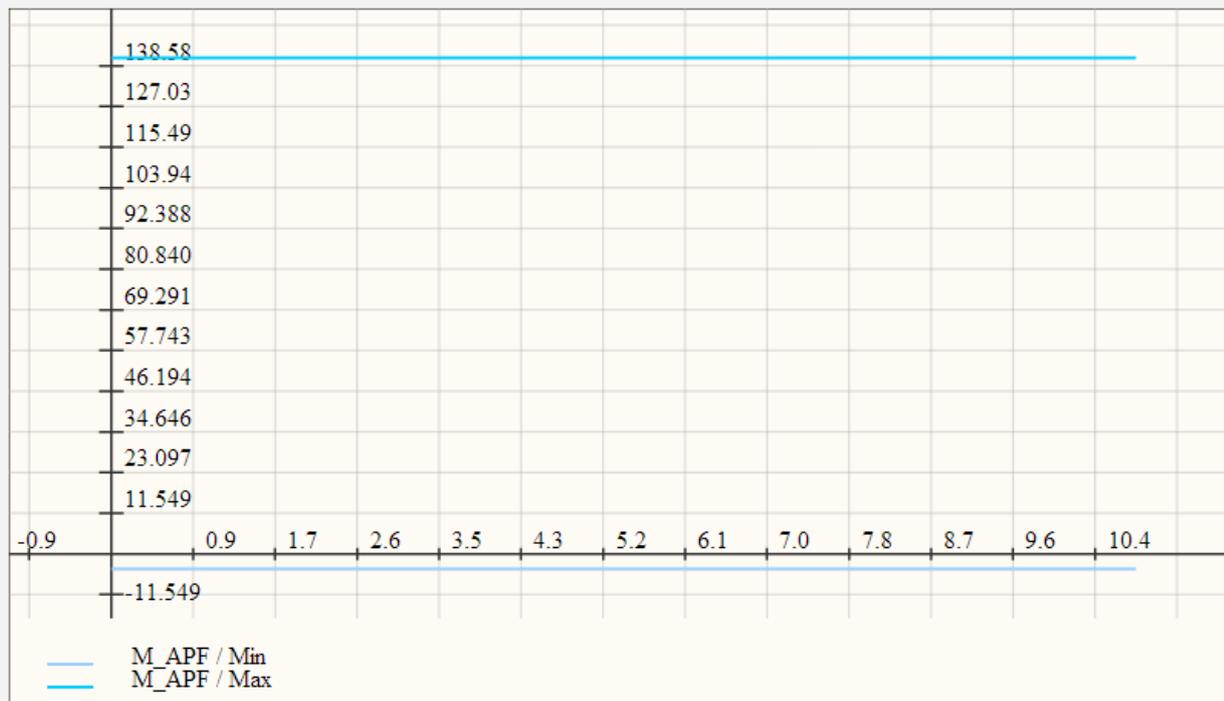
3. MOMENTS TRANSVERSAUX ENVELOPPES

3.1. ELS CARACTÉRISTIQUE

3.1.1. Travée : 1

- Moments fléchissants M_y 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) caractéristique AFF 1 profil DEF
		Max	140.81	LM1 et trottoirs (gr1a) caractéristique AFF 1 profil DEF
2	10.860	Min	-4.2562	LM1 et trottoirs (gr1a) caractéristique AFF 1 profil DEF
		Max	140.81	LM1 et trottoirs (gr1a) caractéristique 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


RÉACTIONS D'APPUI ET FLÈCHES
 Note de calcul CHAMOA-P partielle, CEREMA/DTITM



Sommaire

[TYPE DE CALCUL](#)
[REMARQUES PRÉLIMINAIRES](#)
[DATES DE PHASAGE - Notations](#)
 + [REPERAGE DES APPUIS - Modèle de référence](#)
 Appuis provisoires
 Appuis définitifs
[FLÈCHES À VIDE À L'INFINI](#)
[RÉACTIONS SUR APPUIS PROVISOIRES](#)
 + [RÉACTIONS SUR CHAQUE LIGNE D'APPUI DÉFIN](#)
 Profil en travers définitif
 + [RÉACTIONS SUR CHAQUE LIGNE D'APPUI 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'APPUI 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'APPUI 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'APPUI DÉFIN](#)
 + Pivot V : Réaction Fy et Déplacement Rz
 Pivot V1 : Réaction Fx et Déplacement Rz
 Pivot V2 : Réaction Mz et Déplacement Rz

1. TYPE DE CALCUL

Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUE :
 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' = Bétonnage des poutres.
- 'REL' = Relâchement 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 définitifs.
- '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 CONTINUE :
 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 continuité 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 ' = Bétonnage 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 définitifs.
- '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 (repère général)	Type d'appui
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 (repère général)	Type d'appui
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.

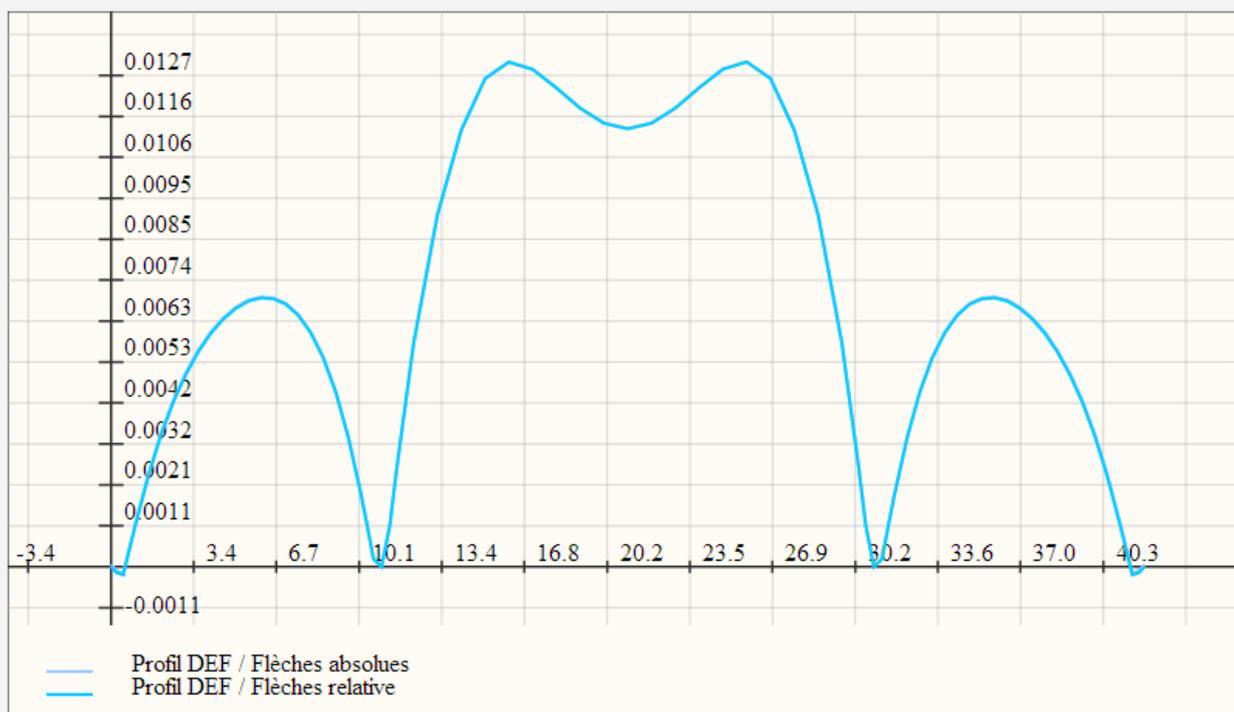
16.7.6 - Flèches à vide à l'infini

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 Flèches absolues	Profil DEF 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.

Travée	Numéro	File Courante			File rive gauche			File rive droite	
		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'APPUI DÉFINITIFS, DUES AUX CHARGES PERMANENTES ET PRÉCONTRAINTES

7.1. Profil en travers définitif

- 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				
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 définitif

- 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 $P_{k,inf} = 0.95 P_m$ et $P_{k,sup} = 1.05 P_m$.

				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'APPUI DÉFINITIFS, À L'ELS FRÉQUENT

9.1. Pivot V : Réaction Fy et Déplacement Rz

9.1.1. Profil en travers définitif

- 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 $P_{k,inf} = 0.95 P_m$ et $P_{k,sup} = 1.05 P_m$.

				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'APPUI DÉFINITIFS, À L'ELS CARACTÉRISTIQUE

10.1. Pivot V : Réaction Fy et Déplacement Rz

10.1.1. Profil en travers définitif

- 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 $P_{k,inf} = 0.95 P_m$ et $P_{k,sup} = 1.05 P_m$.

				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'APPUI DÉFINITIFS, À L'ELU

11.1. Pivot V : Réaction Fy et Déplacement Rz

11.1.1. Profil en travers définitif

- 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

<p>Retour Accueil Retour haut de page</p> <p>Réduire le sommaire Imprimer</p> <p>Sommaire</p> <p>TYPE DE CALCUL REMARQUES PRÉLIMINAIRES DATES DE PHASAGE - Notations REPÉRAGE LONGITUDINAL - Modèle de référence TYPE DE JUSTIFICATION DES SECTIONS + CONTRAINTES SOUS CHARGES PERMANENTES + CONTRAINTES SOUS CHARGES VARIABLES À L' + CONTRAINTES SOUS CHARGES VARIABLES À L' + 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</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <h2 style="margin: 0;">CONTRAINTES BETON - FILE COURANTE</h2> <p style="margin: 0;">Note de calcul CHAMOA-P partielle, CEREMA/DTITM</p> </div>  </div> <p>1. TYPE DE CALCUL</p> <p>Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUE : 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</p> <p>2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES</p> <p>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</p> <p>3. DATES DE PHASAGE - Notations</p> <p>On adopte les notations suivantes pour désigner les différentes dates de phasages.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 'MTB' = Mise en tension des armatures sur banc. • 'BET' = Bétonnage 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 définitifs. • 'TER' = Action des terres (PRV ou DEF). • 'MS' = mise en service (PRV ou DEF). <p>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).</p> <p>4. REPÉRAGE LONGITUDINAL - Modèle de référence</p> <p>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</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Barre</td> <td style="width: 25%;">Abscisse</td> <td style="width: 25%;">Abscisse</td> <td style="width: 25%;">Type de Zone</td> </tr> </table>	Barre	Abscisse	Abscisse	Type de Zone
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 CONTINUE :
 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 continuité 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 ' = Bétonnage des poutres.
- 'REL ' = Relachement des armatures sur banc et mise en prec des poutres.
- 'APP ' = Pose sur appuis (provisaires ou définitifs).
- 'HOU ' = Coulage hourdis et entretoises.
- 'DUR ' = Durcissement hourdis et entretoises.
- 'APD ' = Transfert sur appuis définitifs.
- '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.

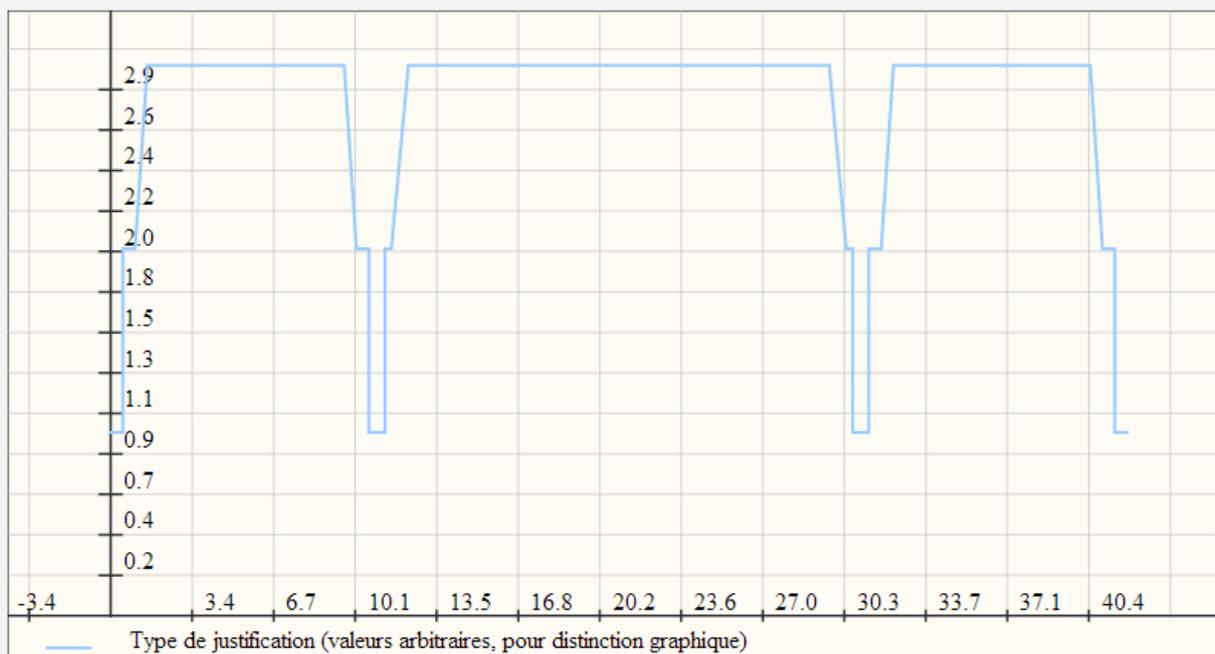
16.8.6 - Type de justification des sections

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 : $\sigma_{tot} = \sigma_{CP} + \sigma_Q$.

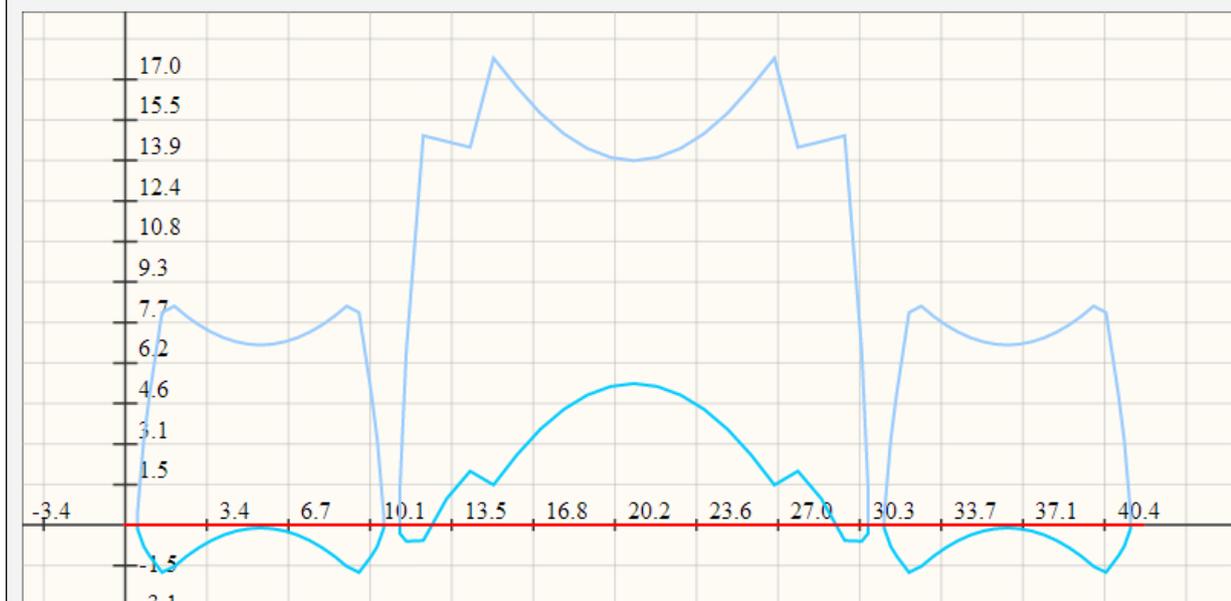
6.1. PHASES AVANT CLAVAGE

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

[...]

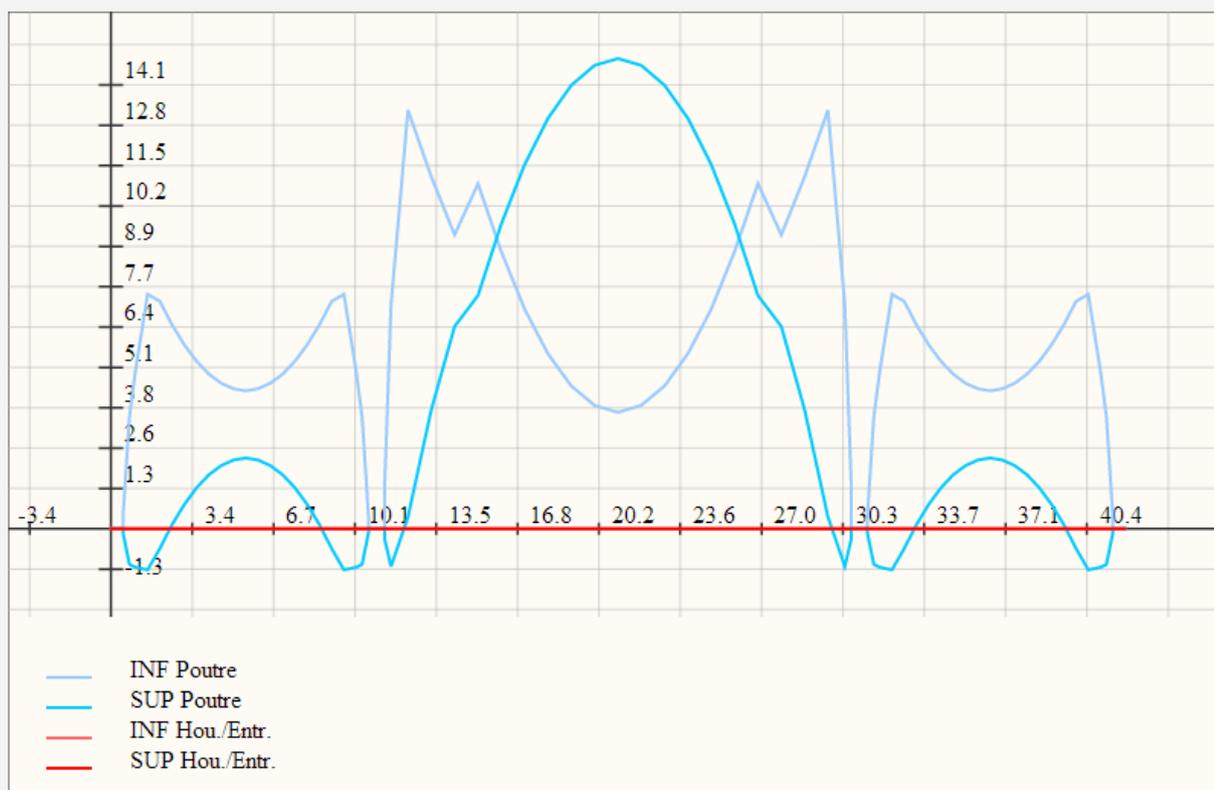
6.2. PHASES APRES CLAVAGE

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

[...]

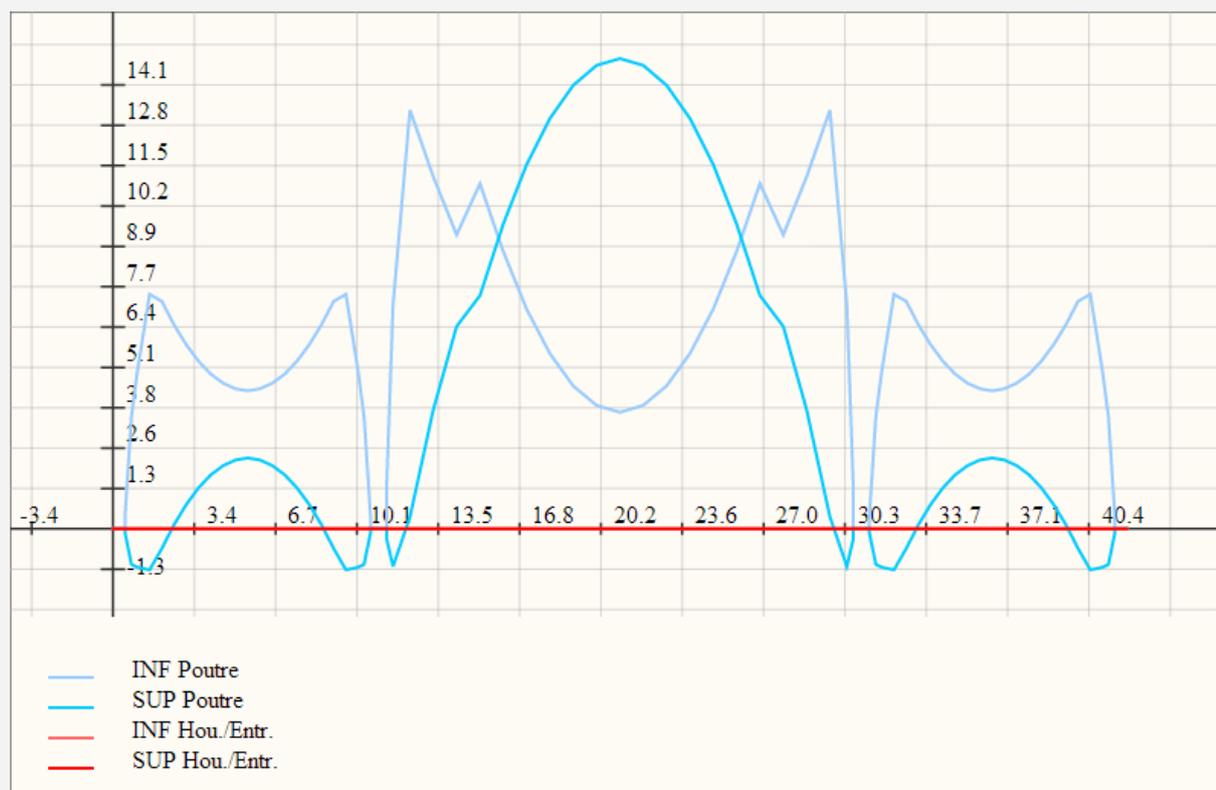
6.2. PHASES APRES CLAVAGE

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.
	-3.4	6.4	-1.3	0	0
	3.4	4.5	1.5	0	0
	6.7	6.5	0	0	0
	10.1	12.8	-1.3	0	0
	13.5	10.2	6.5	0	0
	16.8	14.1	14.1	0	0
	20.2	12.8	12.8	0	0
	23.6	8.9	8.9	0	0
	27.0	6.4	6.4	0	0
	30.3	12.8	-1.3	0	0
	33.7	6.4	1.5	0	0
	37.1	4.5	1.5	0	0
	40.4	6.4	-1.3	0	0

[...]

lignes supprimées

[...]

Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les contraintes 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 dupliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : P_{moy} , P_{min} et P_{max}

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.

16.8.8 - Contraintes sous charges variables, à l'ELS quasi-permanent

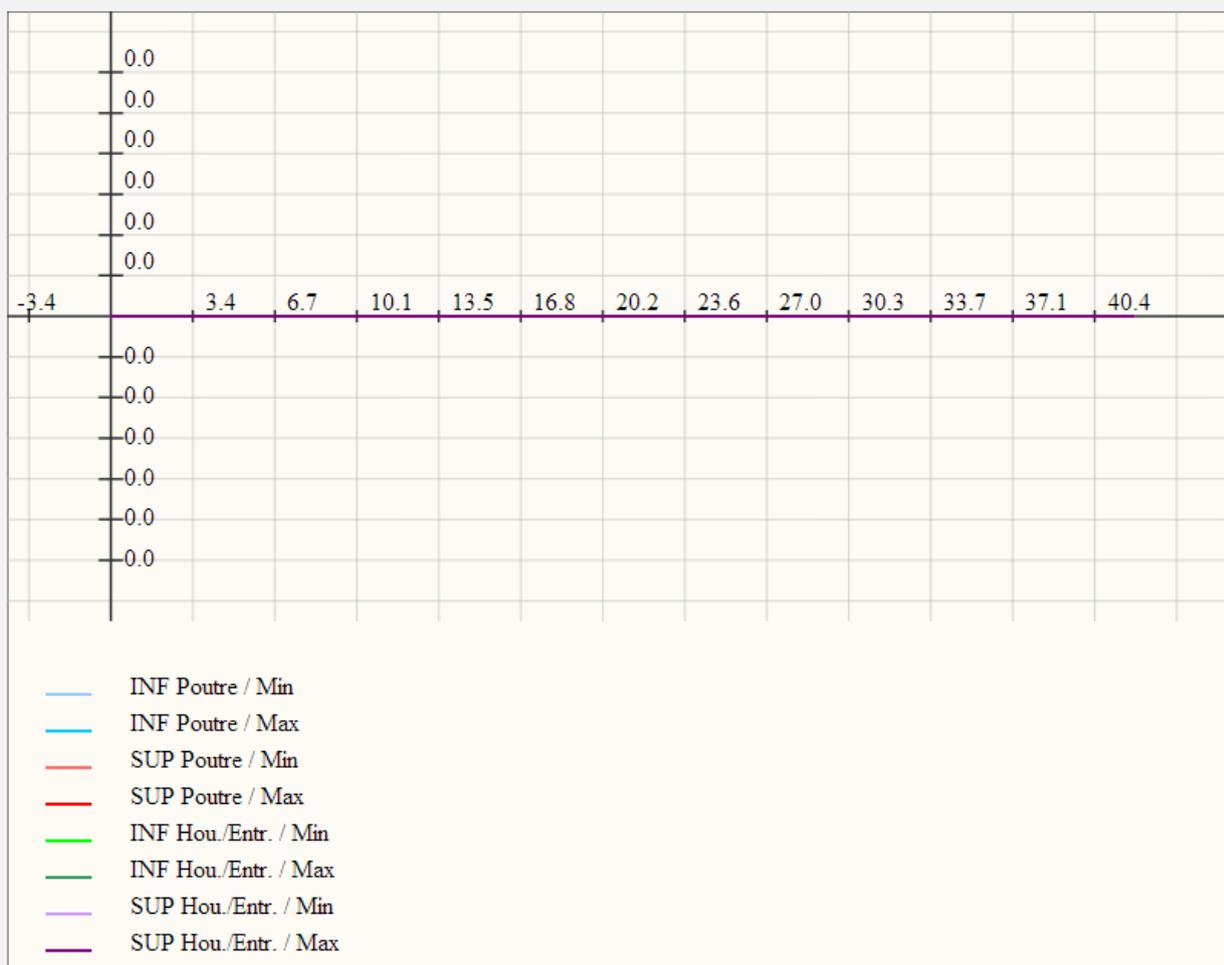
Ouvrage n°1

7. CONTRAINTES SOUS CHARGES VARIABLES, À L'ELS QUASI PERMANENT

7.1. PHASE : T = action terres - Profil en travers définitif - 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 définitif.
- 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](#)



[...]

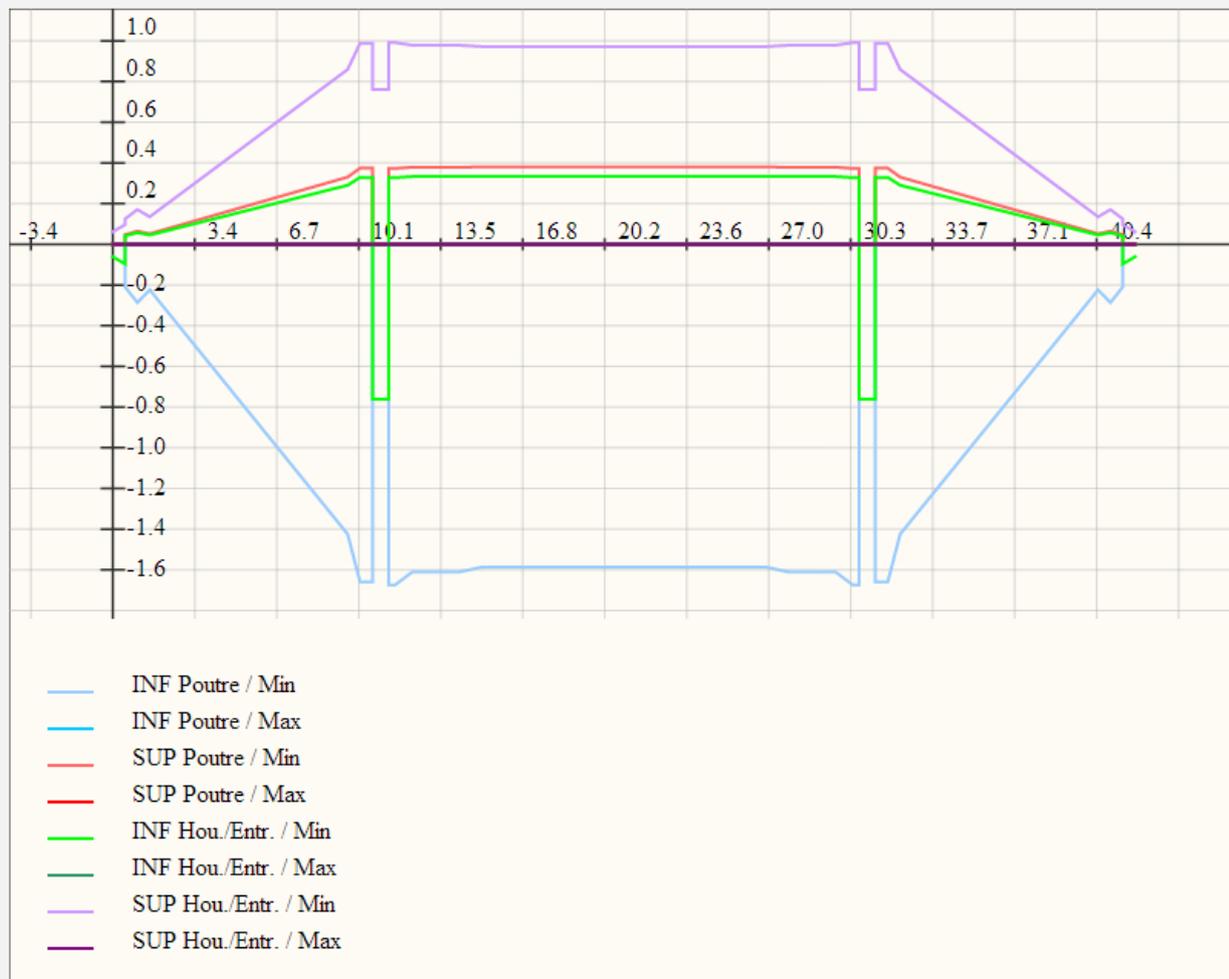
lignes supprimées

[...]

7.3. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers définitif - 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 définitif.
- 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 contraintes 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 dupliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : P_{moy} , P_{min} et P_{max}

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.

16.8.9 - Contraintes sous charges variables, à l'ELS fréquent

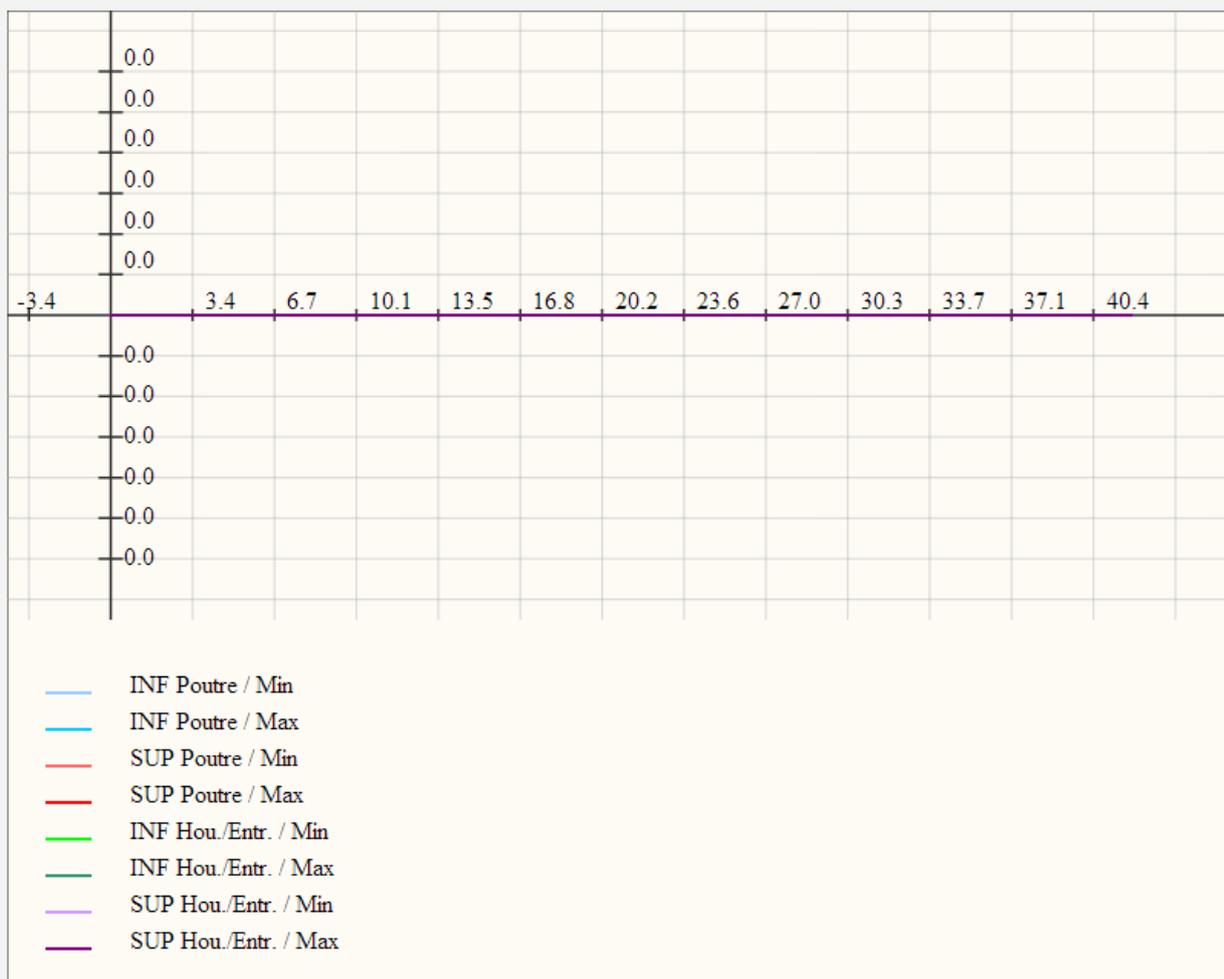
Ouvrage n°1

8. CONTRAINTES SOUS CHARGES VARIABLES, À L'ELS FRÉQUENT

8.1. PHASE : T = action terres - Profil en travers définitif - 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 définitif.
- 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](#)



[...]

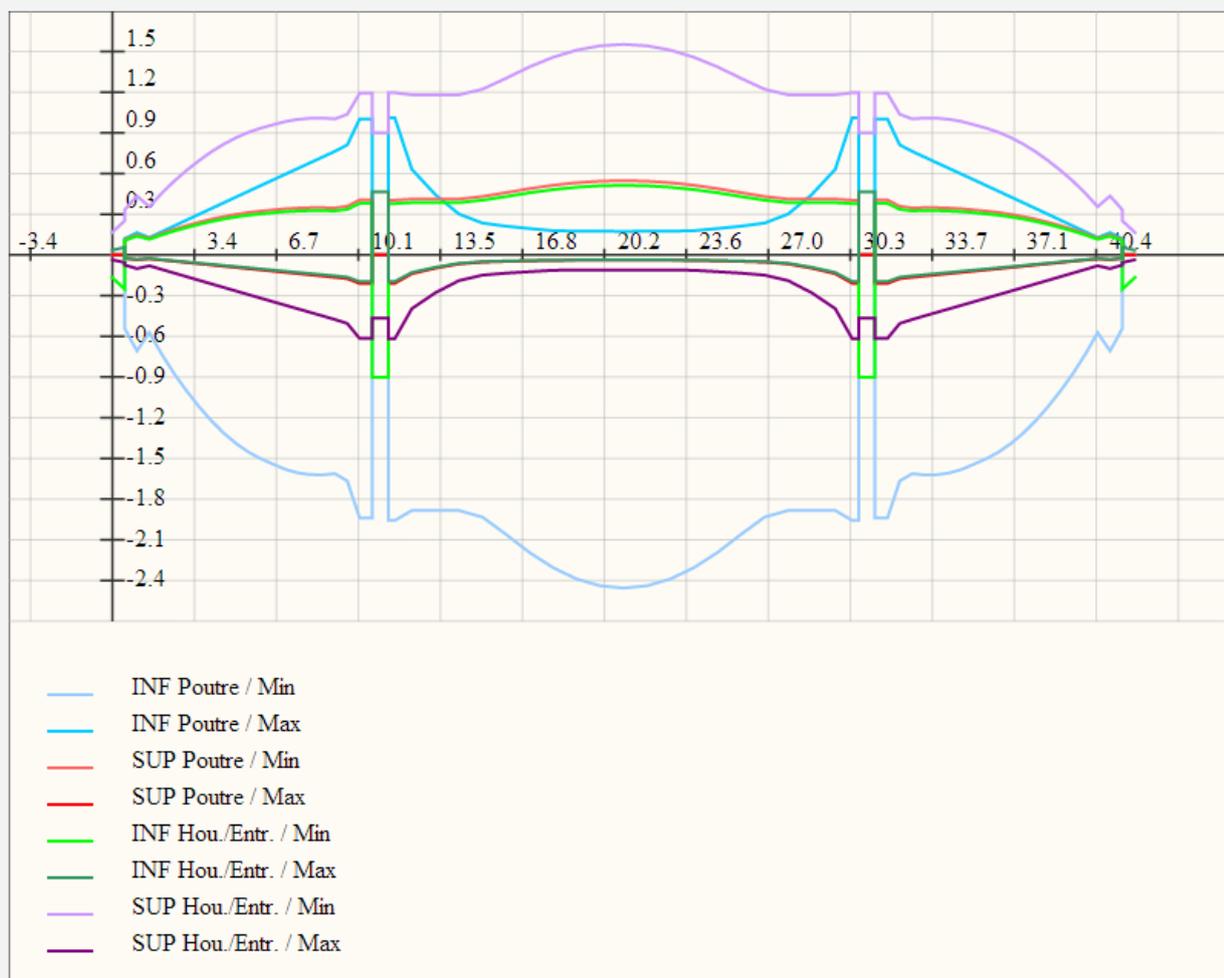
lignes supprimées

[...]

8.5. PHASE : T = INFINI - Profil en travers définitif - 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 définitif.
- 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 contraintes 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 dupliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : P_{moy} , P_{min} et P_{max}

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.

16.8.10 - Contraintes sous charges variables, à l'ELS caractéristique

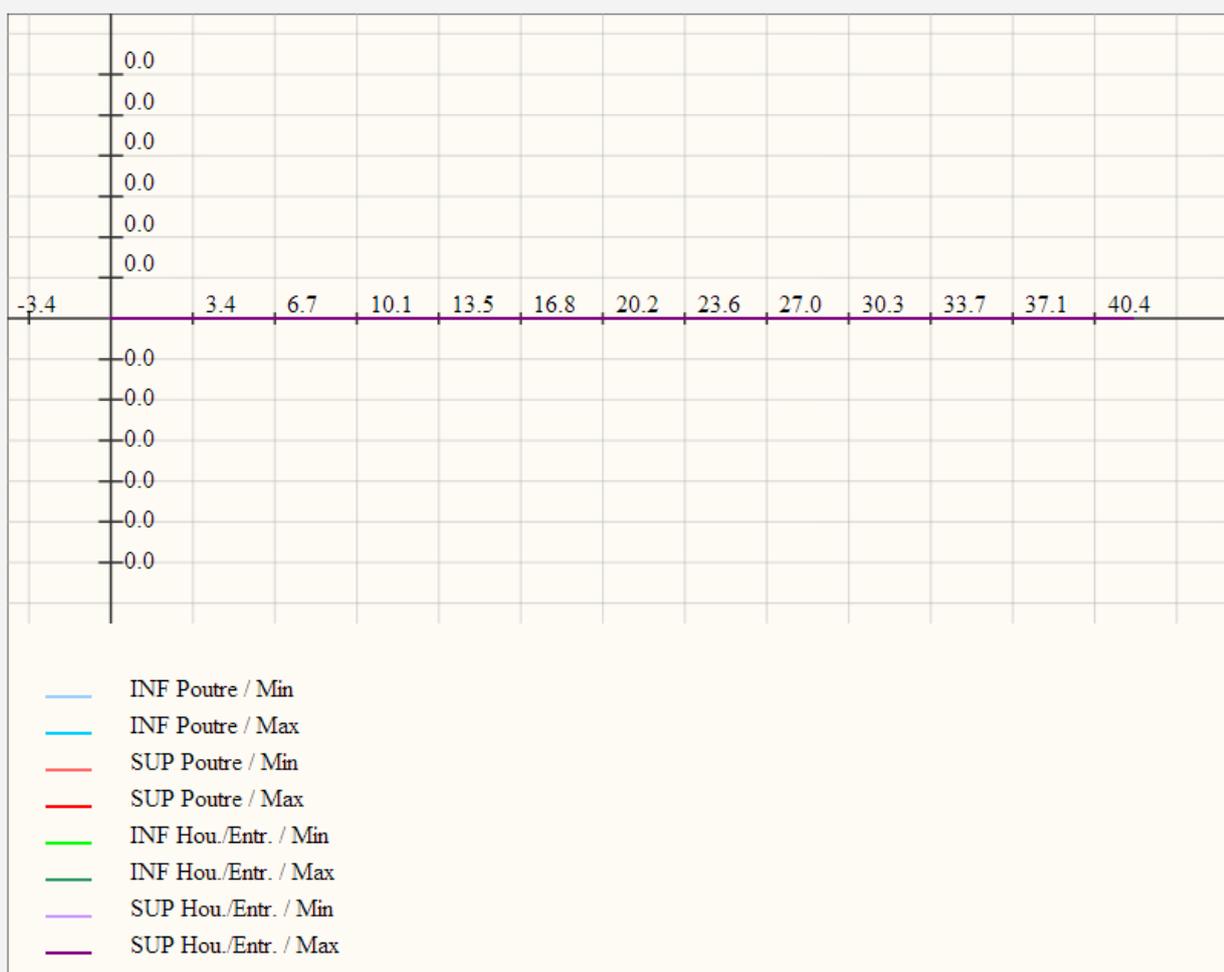
Ouvrage n°1

9. CONTRAINTES SOUS CHARGES VARIABLES, À L'ELS CARACTÉRISTIQUE

9.1. PHASE : T = action terres - Profil en travers définitif - 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 définitif.
- 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](#)



[...]

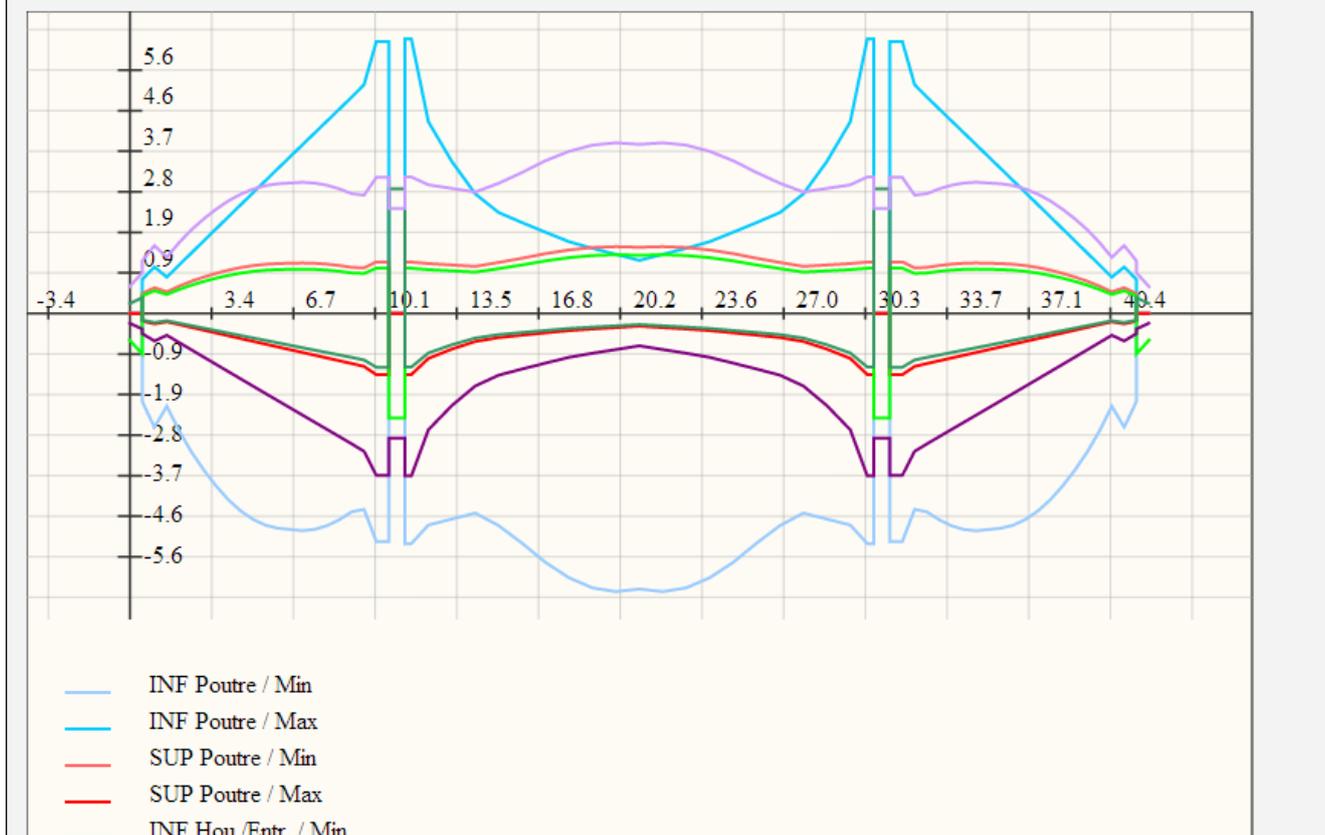
lignes supprimées

[...]

9.3. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers définitif - 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 définitif.
- 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 contraintes 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

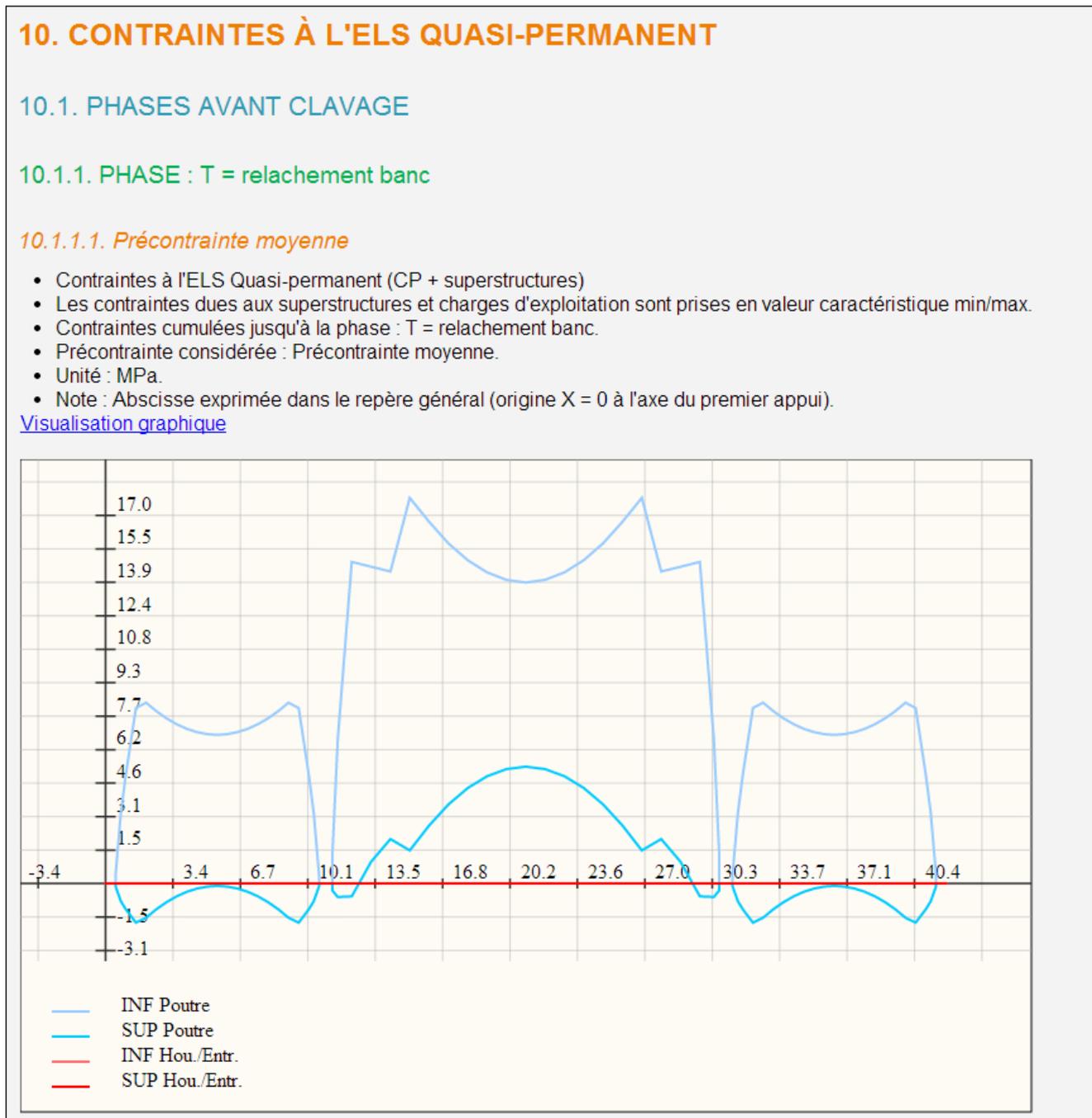
Les résultats sont dupliqués :

- 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



[...]

lignes supprimées

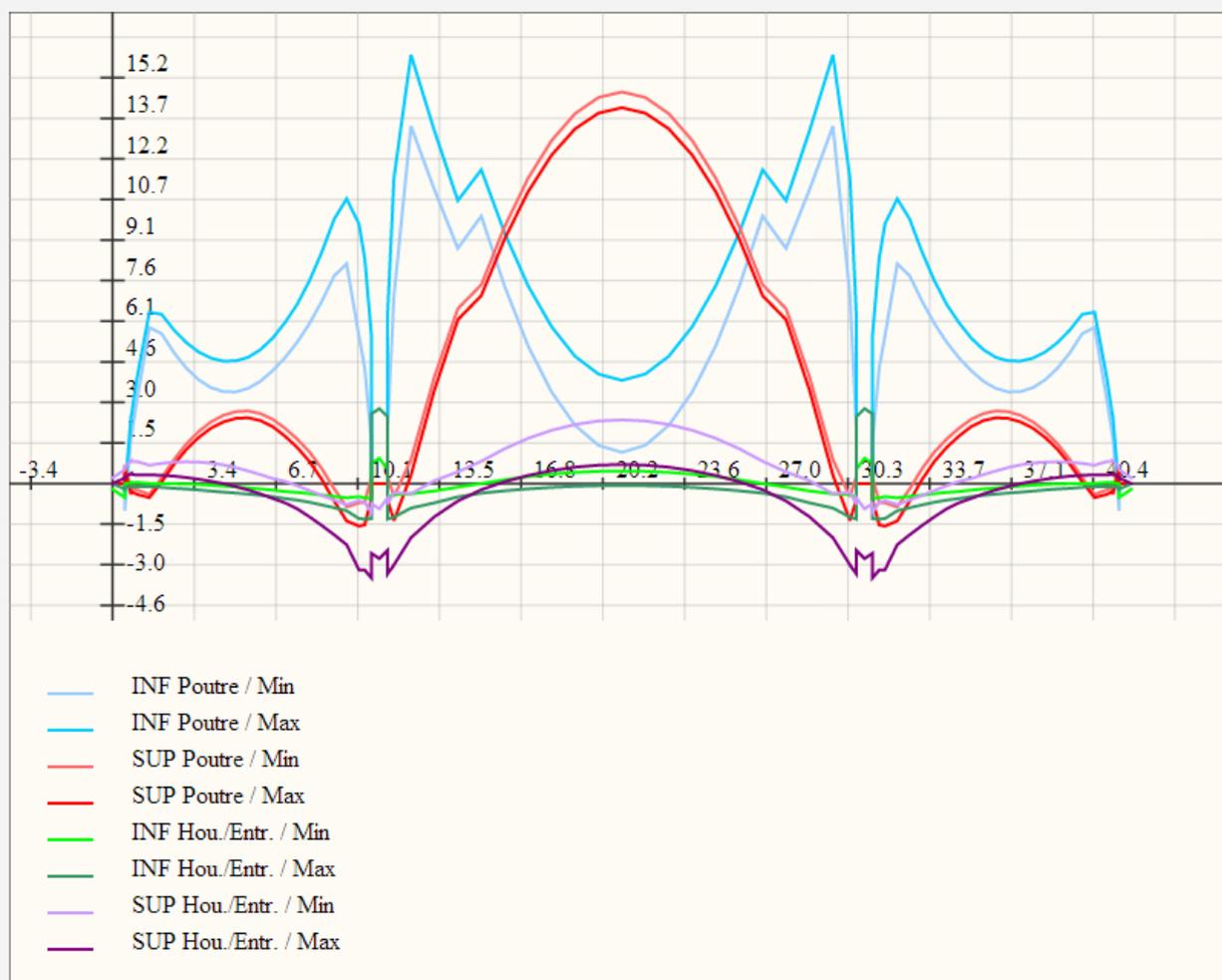
[...]

10.2.5. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers définitif - 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 définitif.
- 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 dupliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : P_{moy} , P_{min} et P_{max}

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.

16.8.12 - Contraintes à l'ELS fréquent

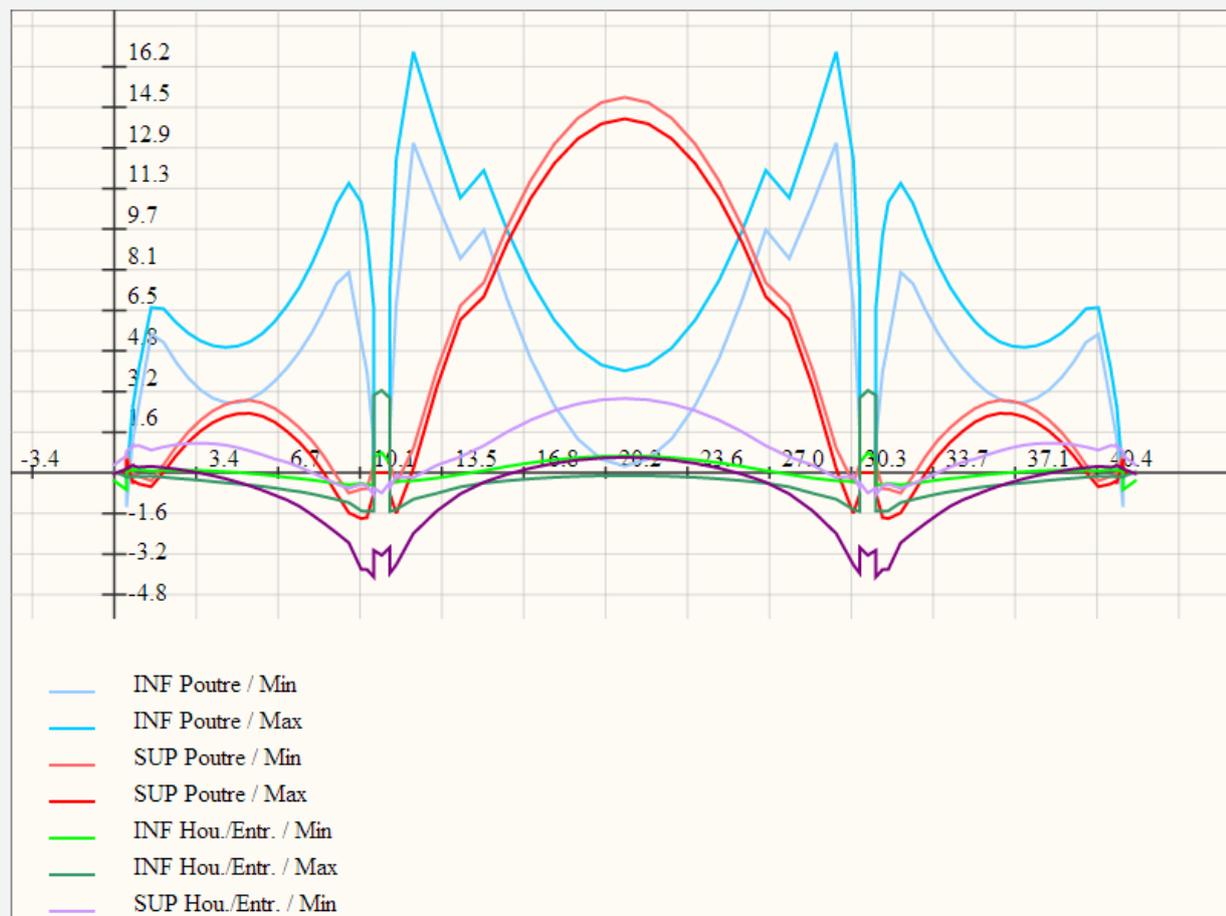
Ouvrage n°1

11.2.4. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers définitif - 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 définitif.
- 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 : P_{moy} , P_{min} et P_{max}

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

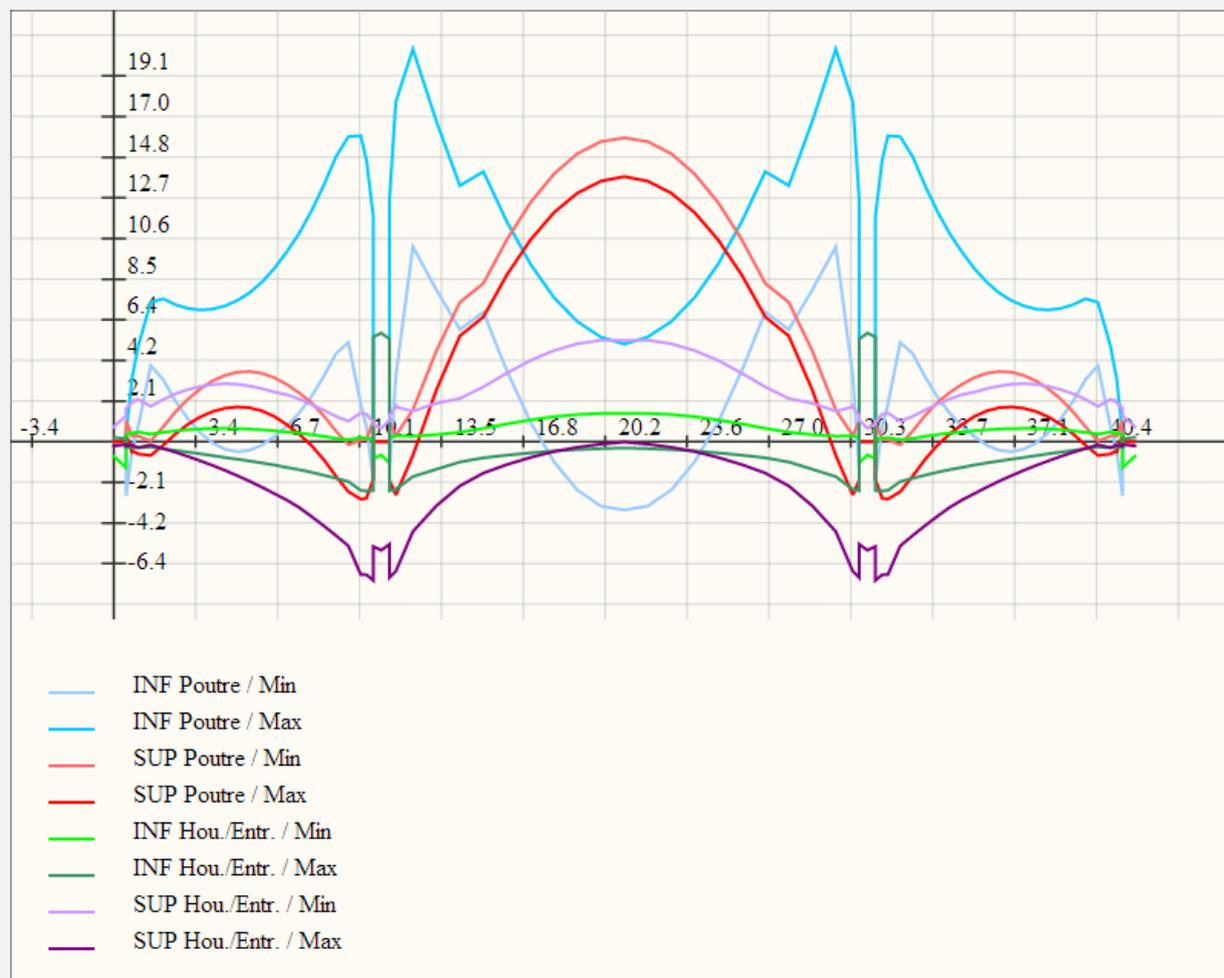
Ouvrage n°1

12.2.4. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers définitif - 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 définitif.
- 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 (dus 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 $-1 \cdot f_{ctm}(t)$

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)

=> Dépassement(s) de contrainte dans le béton : 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)

=> Dépassement(s) de contrainte dans le béton : 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) incluse.
- 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

ACIERS PASSIFS - FILE COURANTE
Direction technique infrastructures de transport et matériaux

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' = Bétonnage 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 définitifs.
- '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 (repère général)	Abscisse (repère local)	Type de Zone
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 continuité 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' = Bétonnage des poutres.
- 'REL' = Relâchement des armatures sur banc et mise en place des poutres.
- 'APP' = Pose sur appuis (provisoires ou définitifs).
- 'HOU' = Coulage hourdis et entretoises.
- 'DUR' = Durcissement hourdis et entretoises.
- 'APD' = Transfert sur appuis définitifs.
- '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 cm ² /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

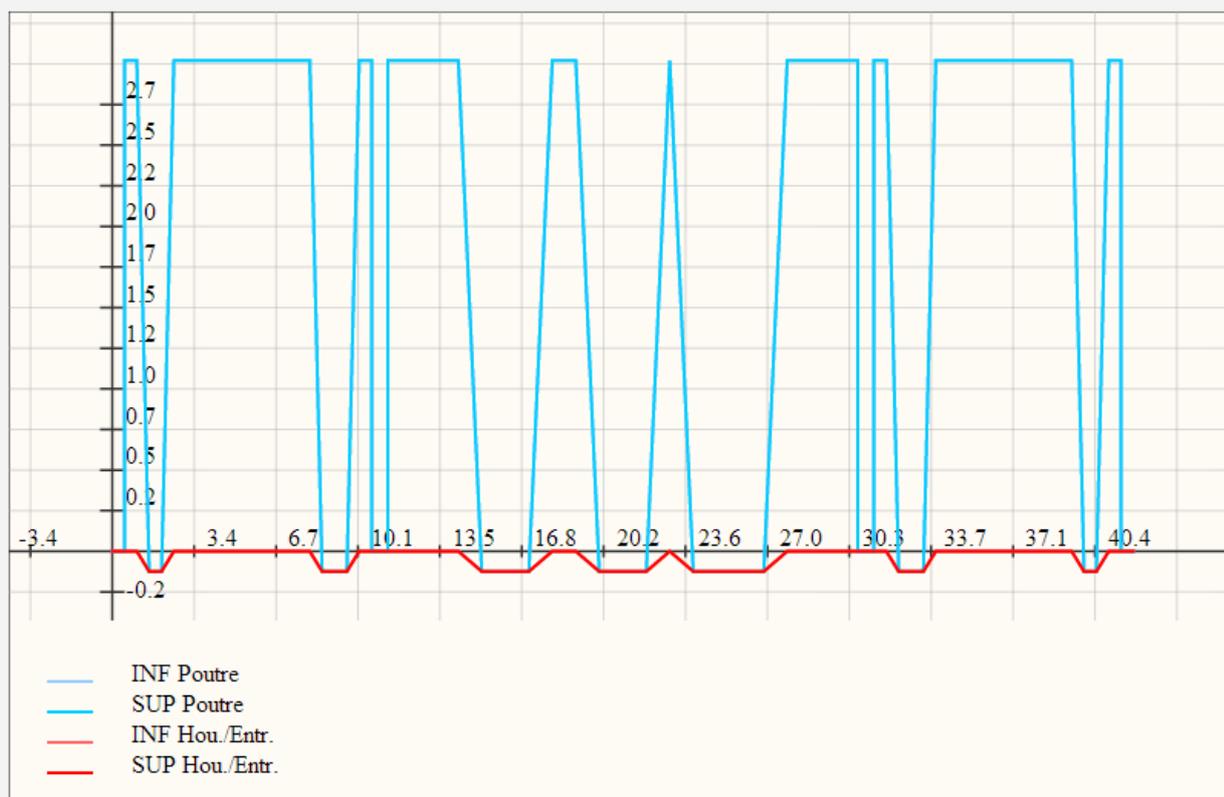
6.1. PHASES AVANT CLAVAGE

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 dupliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : P_{moy} , P_{min} et P_{max}

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 lesquelles 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

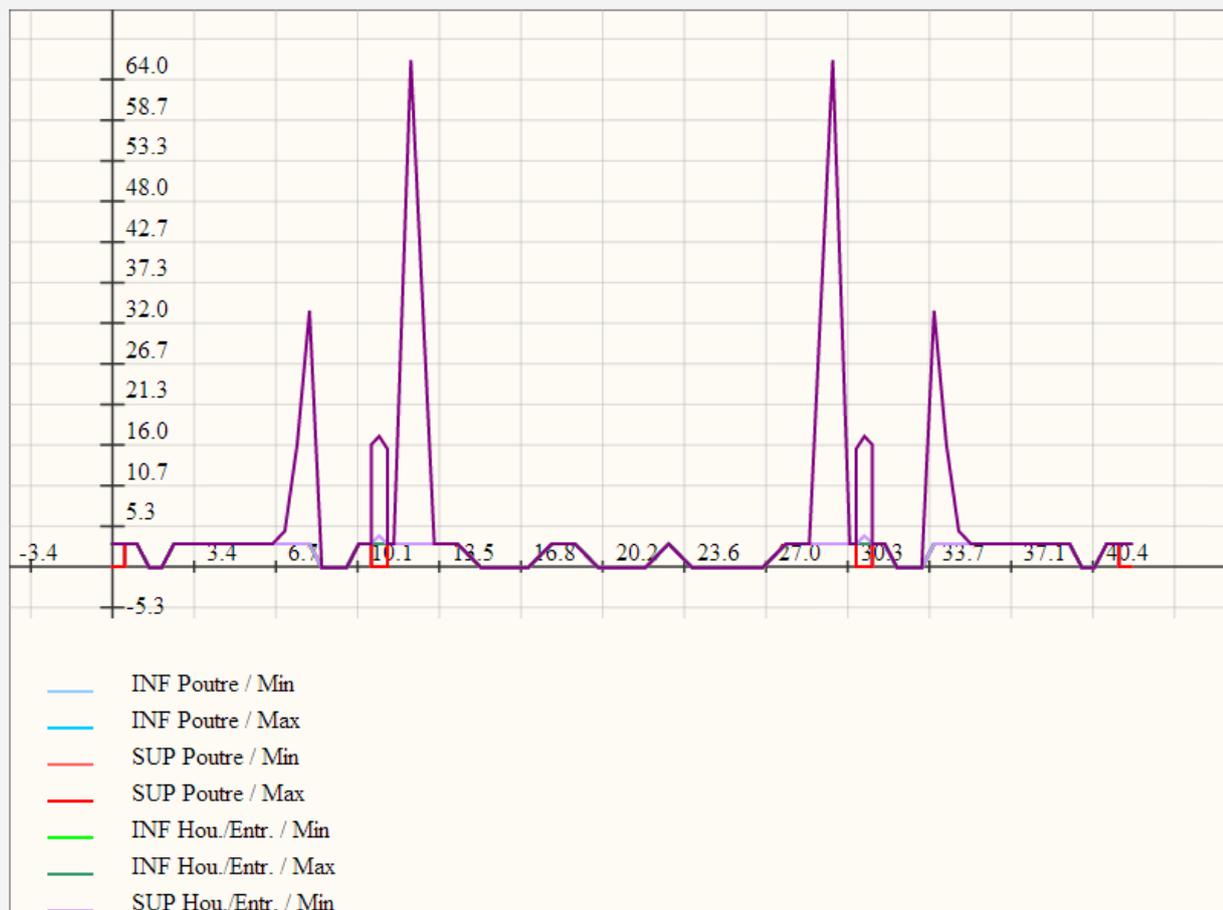
Ouvrage n°1

7.2.4. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers définitif - 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 définitif.
- 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 dupliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : P_{moy} , P_{min} et P_{max}

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 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 lesquelles 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

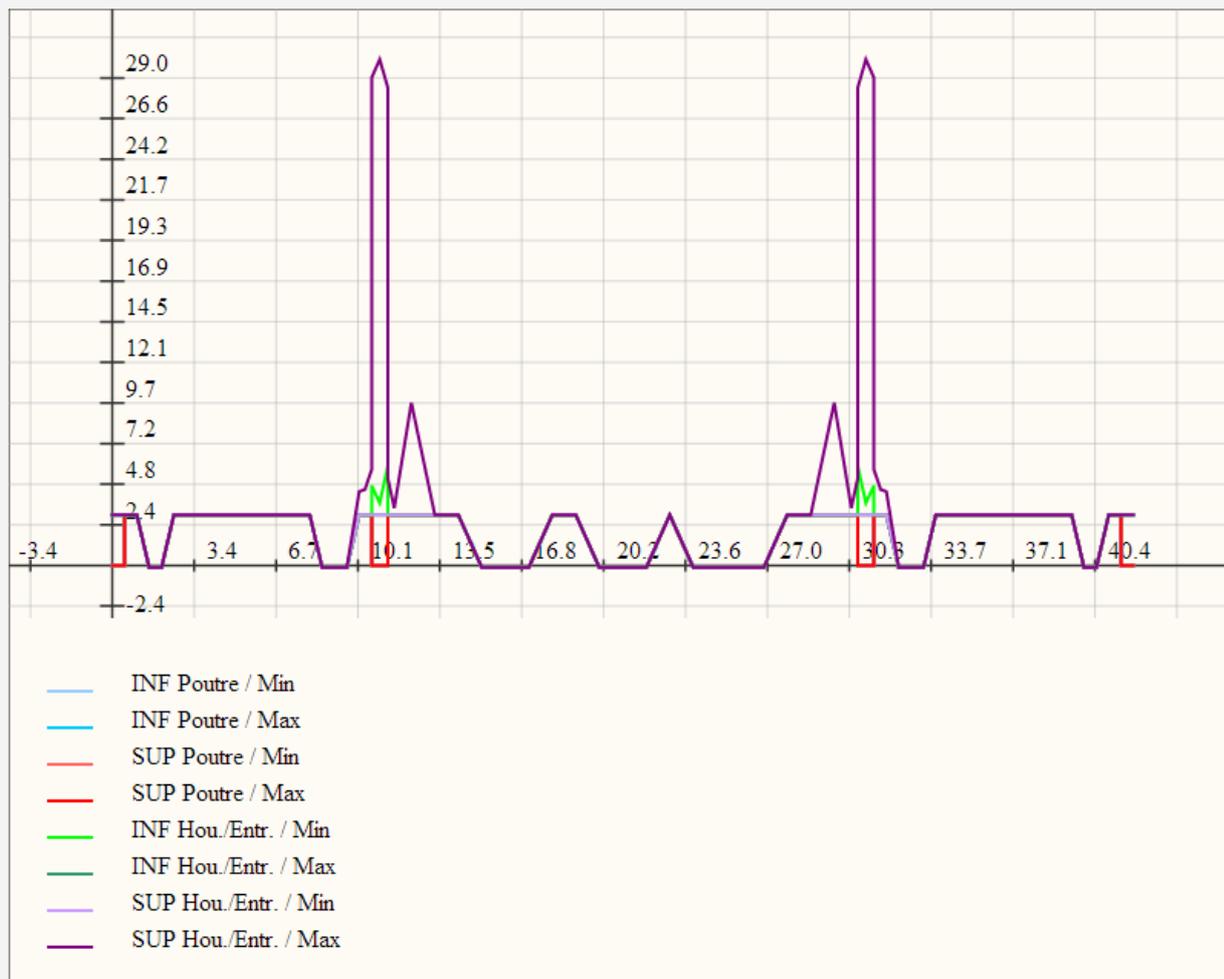
Ouvrage n°1

8.2.4. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers définitif - 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 définitif.
- 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 dupliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- pour chaque valeur de la précontrainte : P_{moy} , P_{min} et P_{max}

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 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 lesquelles 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)

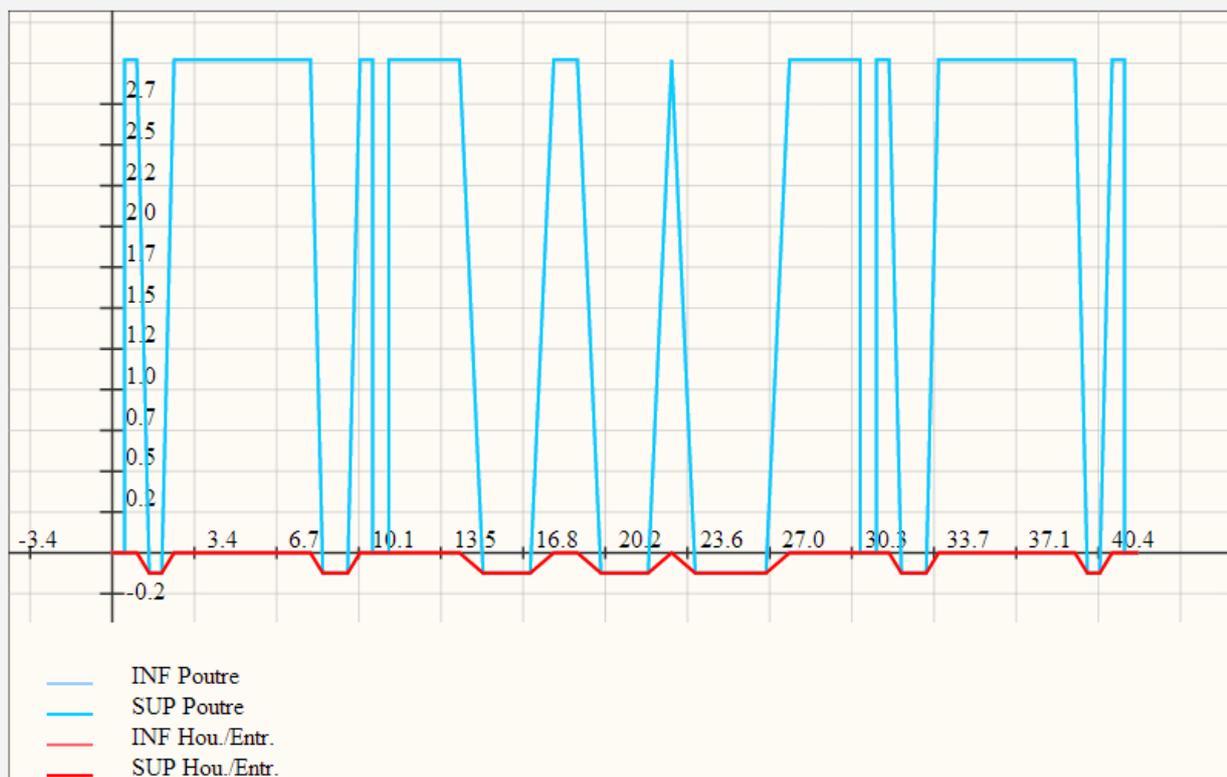
9.1. PHASES AVANT CLAVAGE

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

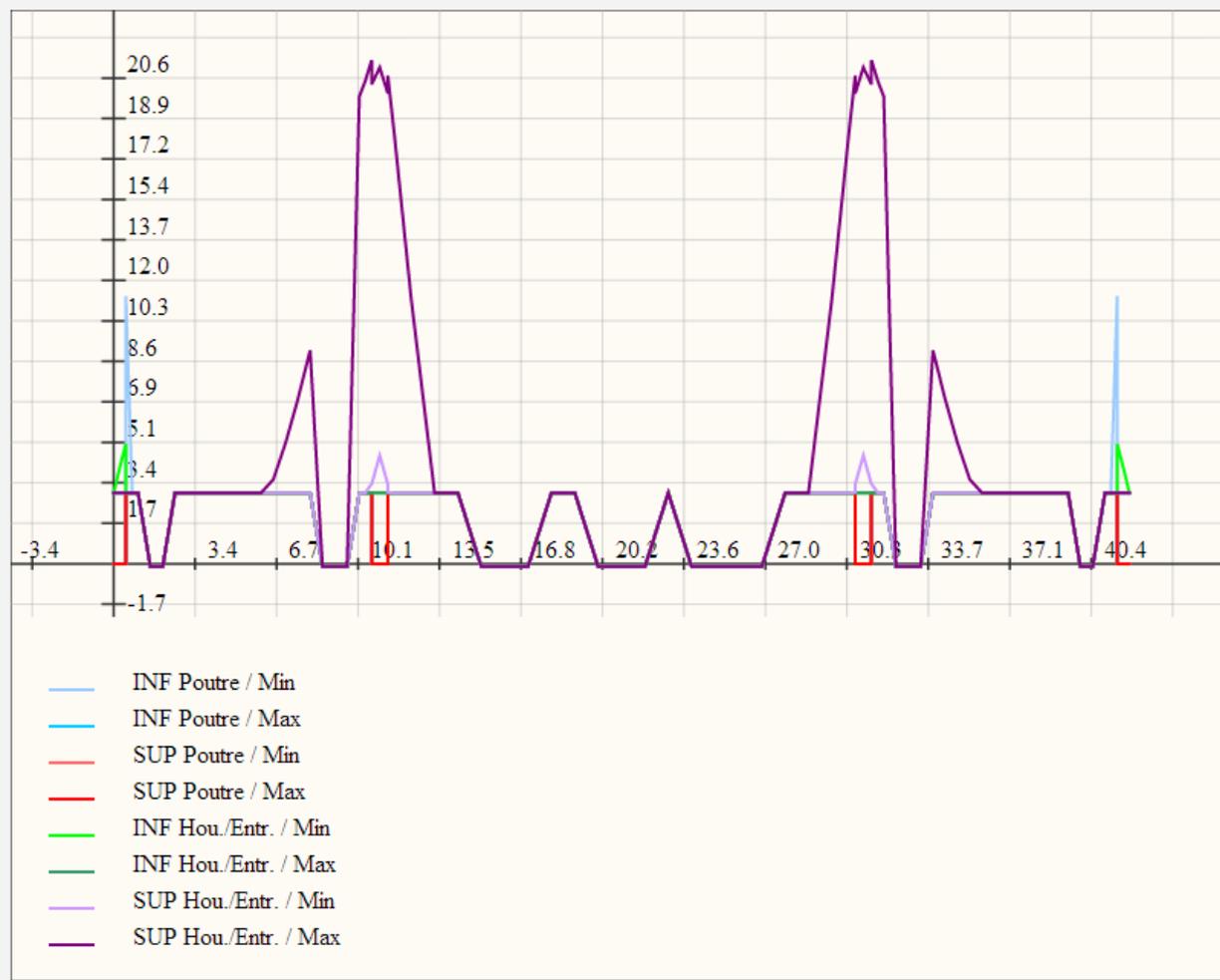
[...]

9.2.5. PHASE : T = Mise en service - Profil en travers définitif - 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 définitif.
- 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 dupliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- uniquement pour la valeur de la précontrainte : P_{moy}

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 lesquelles 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)

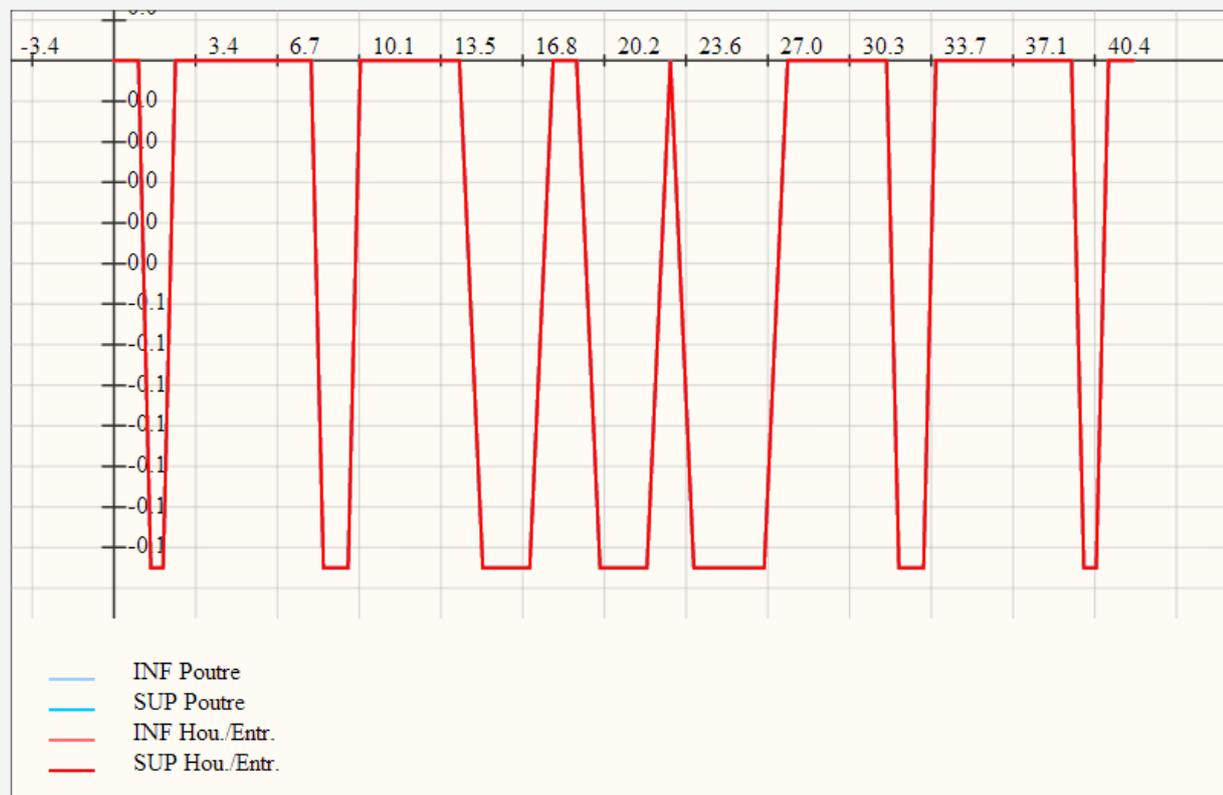
10.1. PHASES AVANT CLAVAGE

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

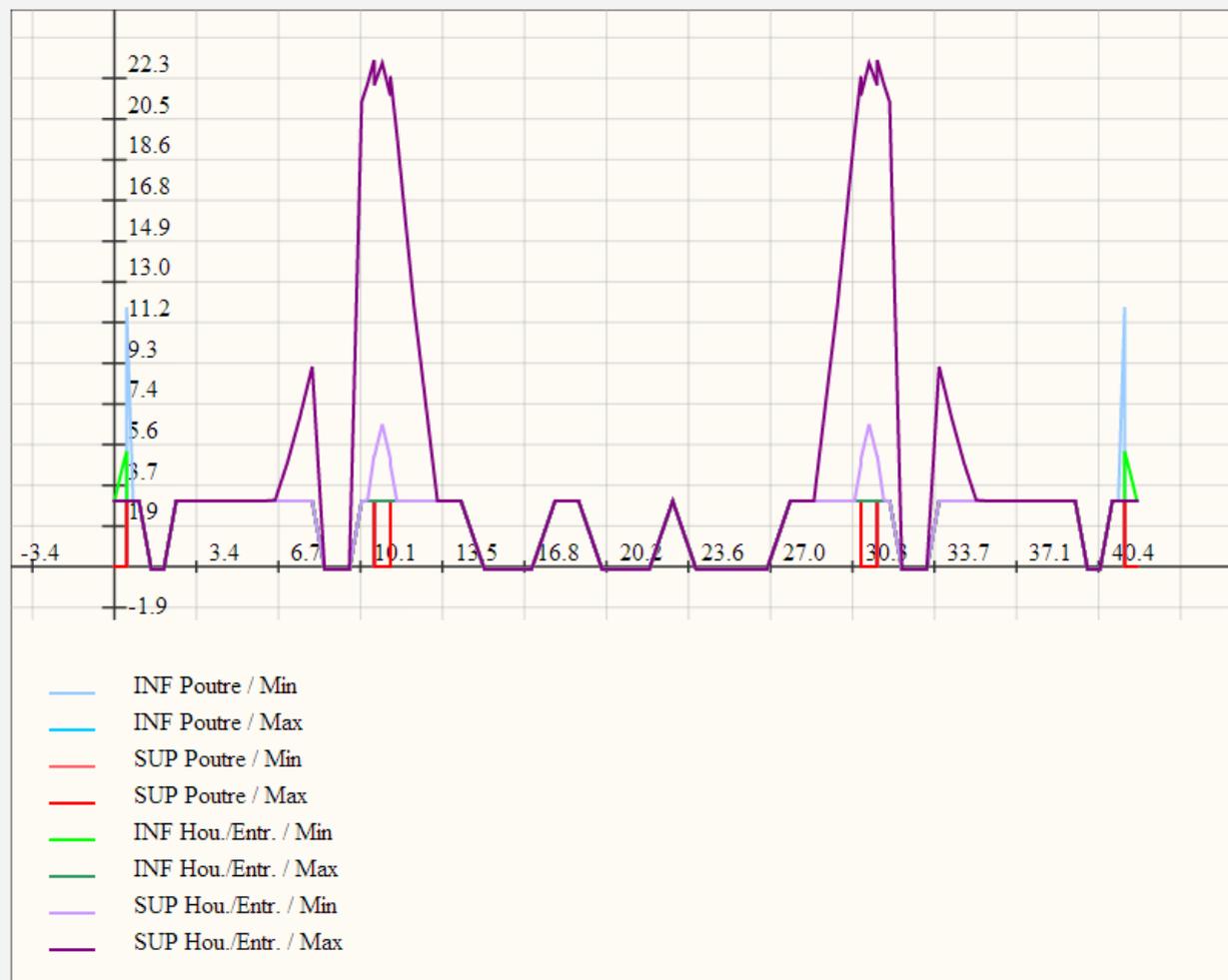
[...]

10.2.7. PHASE : T = INFINI - Profil en travers définitif - 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 définitif.
- 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 : P_{moy}

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 lesquelles 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 : P_{moy}

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 lesquelles 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 dupliqués :

- sur chaque profil : profil provisoire et profil définitif.
- uniquement pour la valeur de la précontrainte : P_{moy}

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 lesquelles 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.

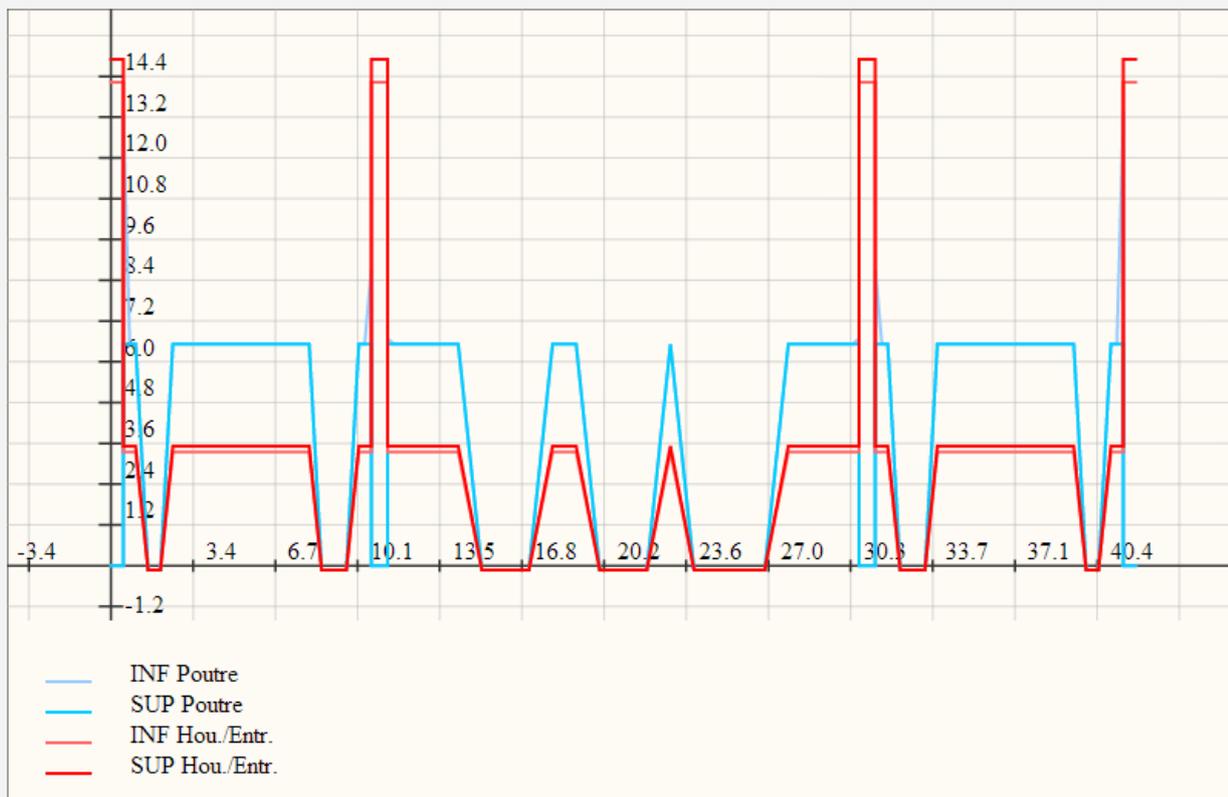
16.9.14 - Aciers minimaux

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 lesquelles 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.

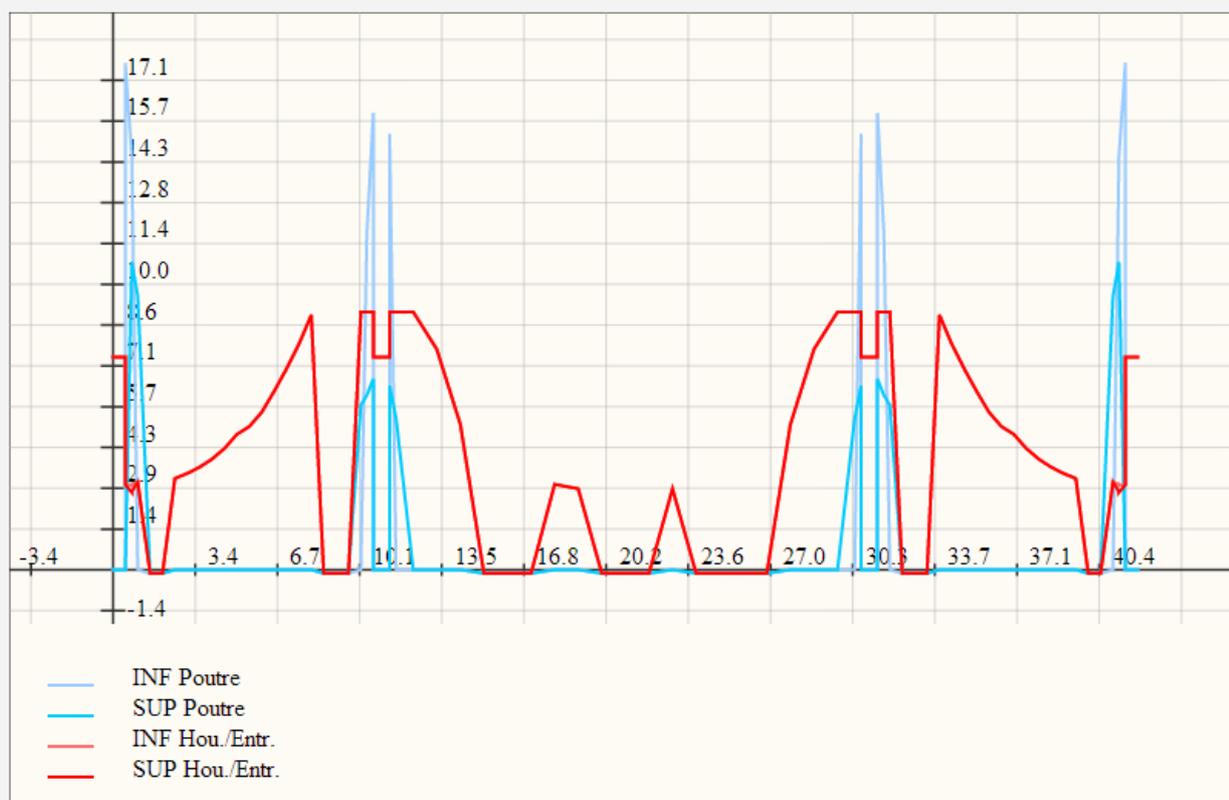
16.9.15 - Aciers de non fragilité

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 lesquelles 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.

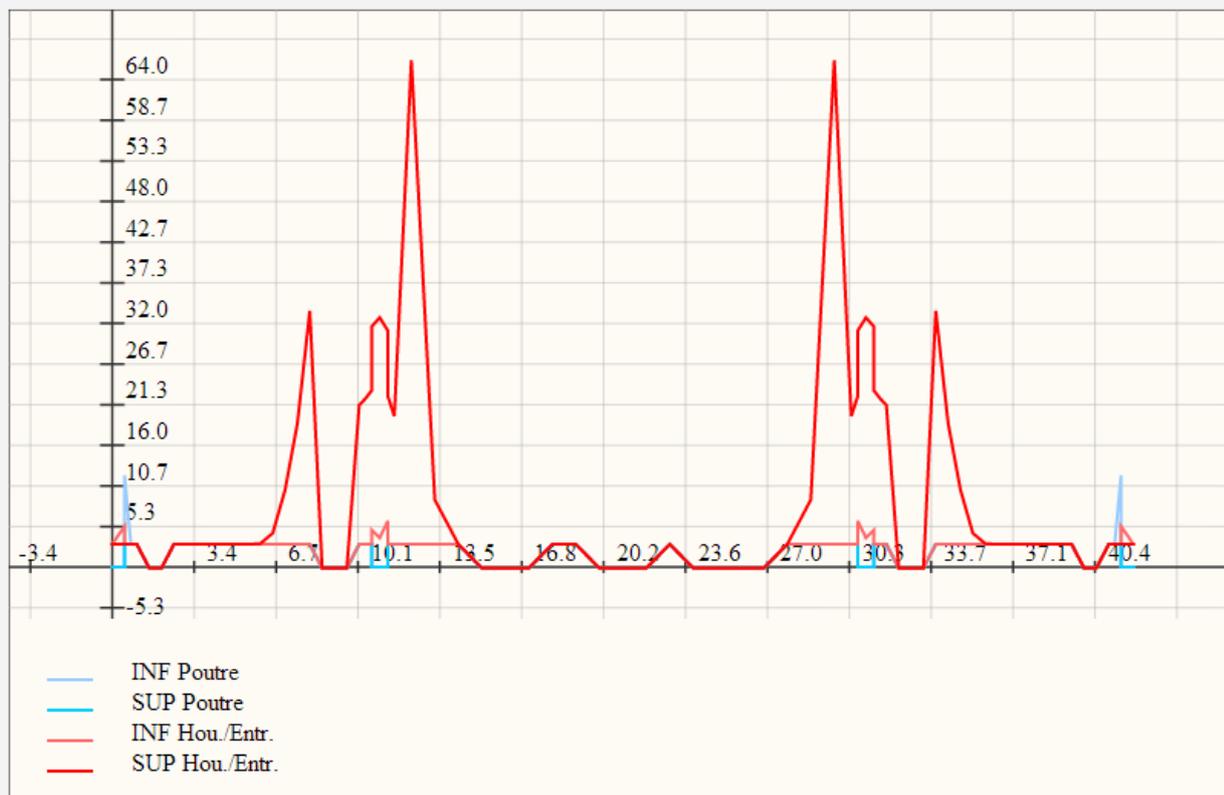
16.9.16 - Synthèse des aciers aux états limite

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 lesquelles 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.

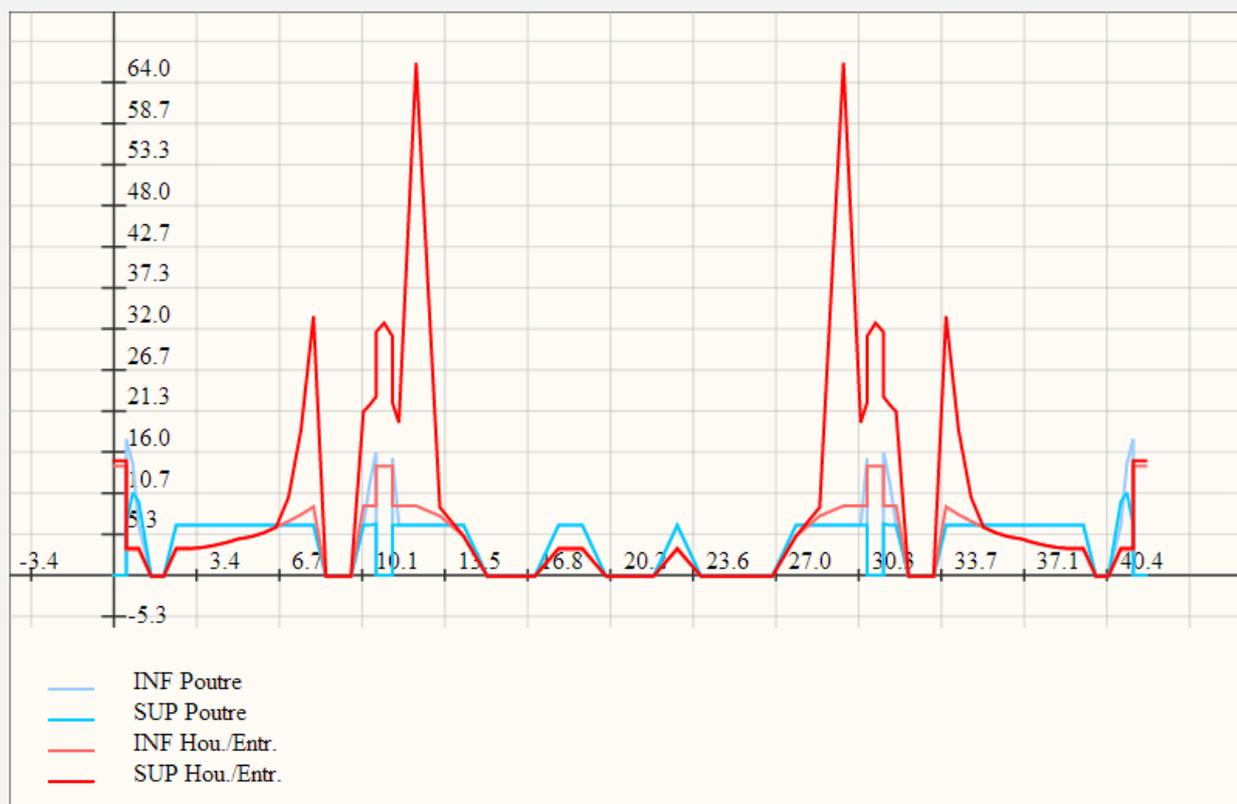
16.9.17 - Synthèse générale des aciers

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

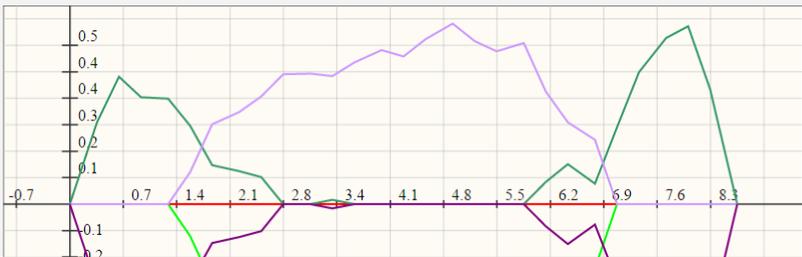
Un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lesquelles 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

<p>Retour Accueil Retour haut de page</p> <p>Réduire le sommaire Imprimer</p> <p>Sommaire</p> <p>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</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <h2 style="margin: 0;">FLEXION TRANSVERSALE - CONTRAINTES BETON - TRAVEE 1</h2> <p style="margin: 0;">Note de calcul CHAMOA-P partielle, CEREMA/DTITM</p> </div>  </div> <p>1. TYPE DE CALCUL</p> <p>Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUE : 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</p> <p>2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES</p> <p>La note de calcul des contraintes fait la synthèse : - des contraintes en section non fissurée</p> <p>3. TYPE DE JUSTIFICATION DES SECTIONS</p> <ul style="list-style-type: none"> Justification en béton armé en flexion transversale <p>4. CONTRAINTES À L'ELS FRÉQUENT</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 définitif. Contraintes enveloppe : min et max du pivot : M. Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne. Unité : MPa. Note : Coordonnée y transversale exprimée dans le repère (origine Y = 0 à droite, Y >= 0 de la droite vers la gauche). <p>Visualisation graphique</p> 
--	--

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 CONTINUE :
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 continuité 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

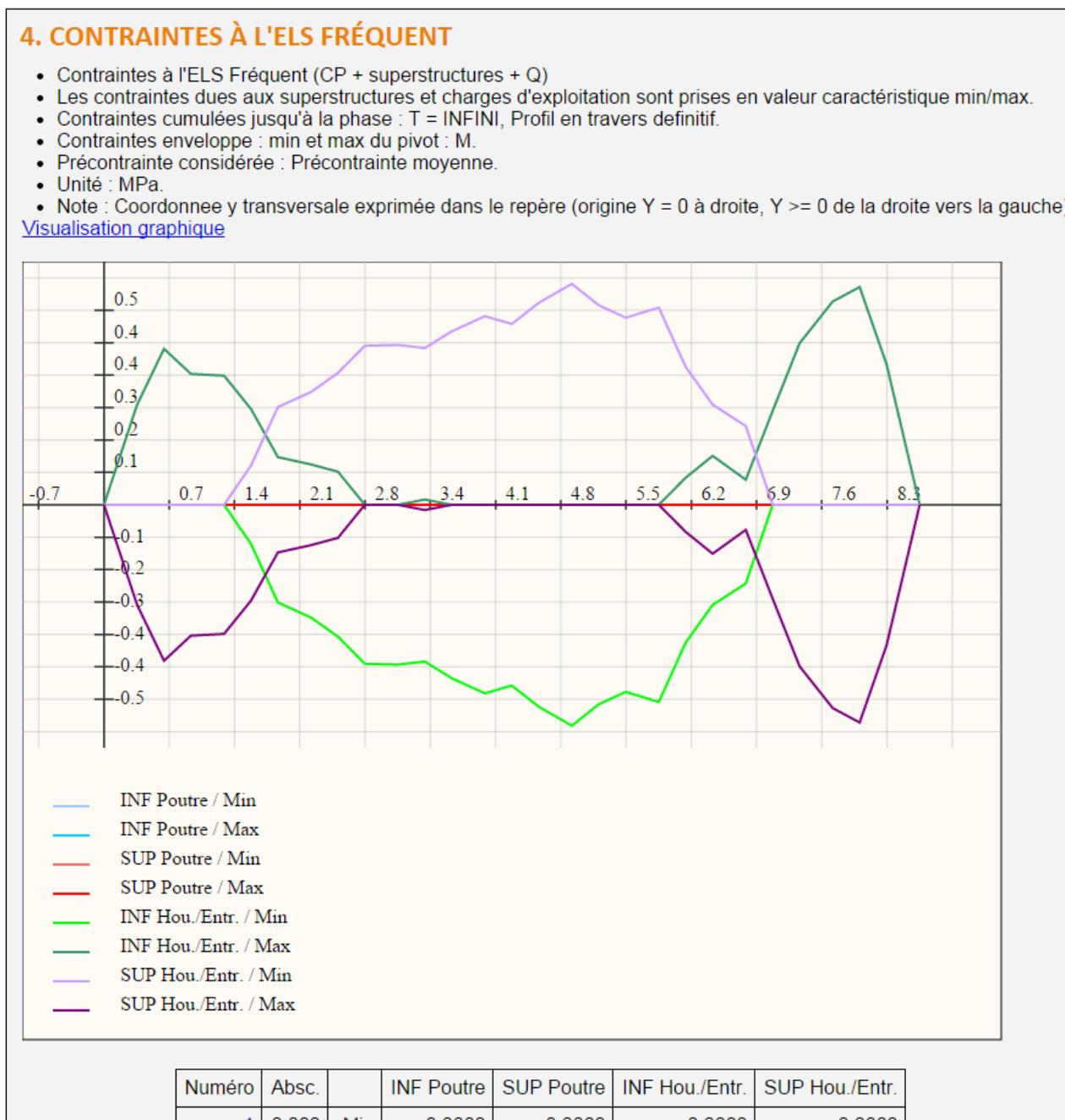
Non édité.

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



[...]

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.

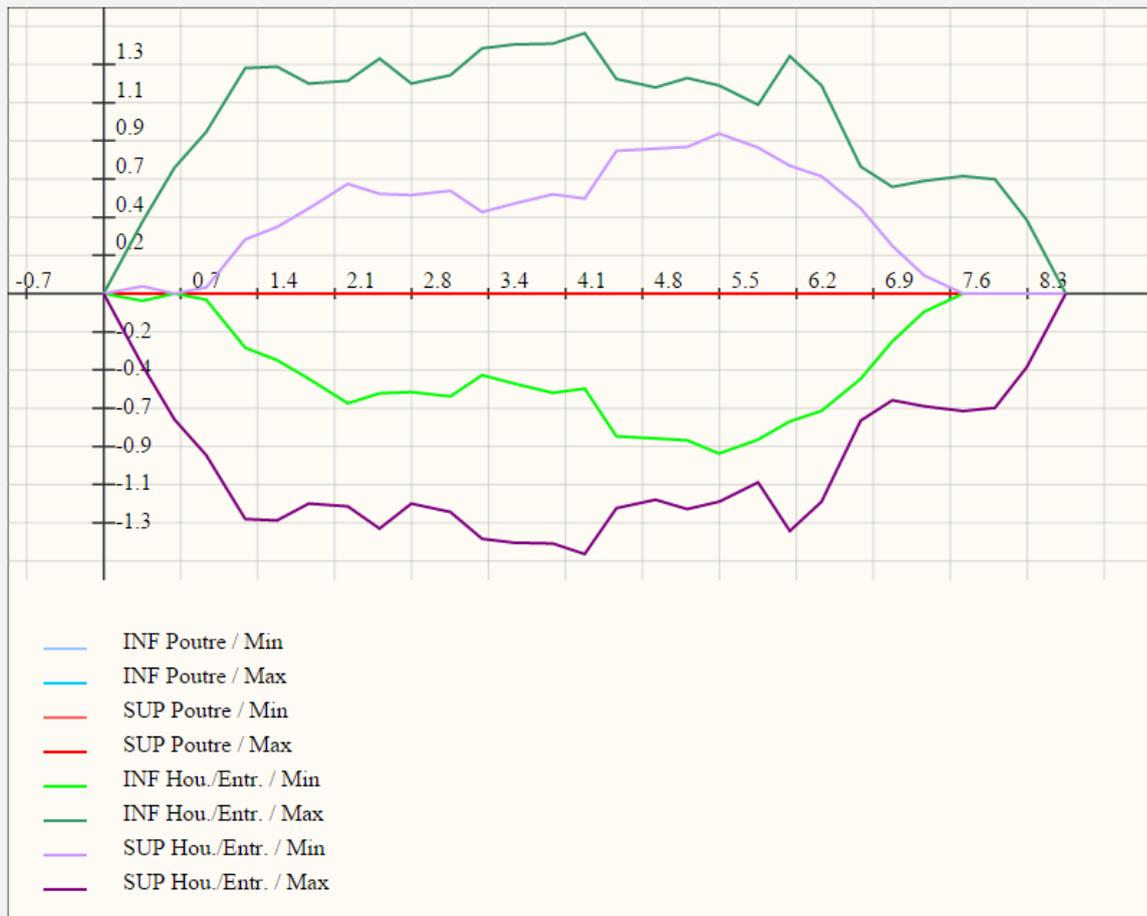
16.10.6 - Contraintes à l'ELS caractéristique

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 définitif.
- Contraintes enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : MPa.
- Note : Coordonnée 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
=> Dépassement de contrainte ELS dans le béton 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)

=> Dépassement de contrainte dans le béton : 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)

=> Dépassement de contrainte dans le béton : 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)

=> Dépassement de contrainte dans le béton : 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)

=> Dépassement de contrainte dans le béton : 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 $-1 \cdot f_{ctm}(t)$

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 ($-f_{ctm}(t)$) 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) incluse.
- 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

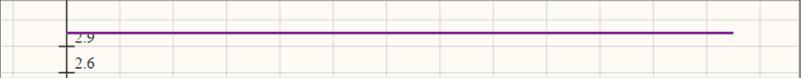
On effectue ici un bilan de fissuration de chaque partie de section en précisant la phase à partir de laquelle la section est considérée comme fissurée.

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

<p>Retour Accueil Retour haut de page</p> <p>Réduire le sommaire Imprimer</p> <p>Sommaire</p> <ul style="list-style-type: none"> TYPE DE CALCUL REMARQUES PRÉLIMINAIRES ACIERS À L'ELS FRÉQUENT ACIERS À L'ELS CARACTÉRISTIQUE ACIERS À L'ELU FONDAMENTAL ACIERS À L'ELU ACCIDENTEL ACIERS MINIMAUX ACIERS DE NON FRAGILITÉ SYNTHÈSE DES ACIERS AUX ÉTATS LIMITES SYNTHÈSE GÉNÉRALE DES ACIERS 	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <h3>FLEXION TRANSVERSALE - ACIERS PASSIFS - TRAVEE 1</h3> <p>Note de calcul CHAMOA-P partielle, CEREMA/DTITM</p> </div>  </div> <p>1. TYPE DE CALCUL</p> <p>Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUE : 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</p> <p>2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES</p> <p>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</p> <p>3. ACIERS À L'ELS FRÉQUENT</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 définitif. • Effets enveloppe : min et max du pivot : M. • Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne. • Unité : cm²/ml. • Note : Coordonnée y transversale exprimée dans le repère (origine Y = 0 à droite, Y >= 0 de la droite vers la gauche). <p>Visualisation graphique</p> 
---	---

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 CONTINUE :
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 continuité 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.

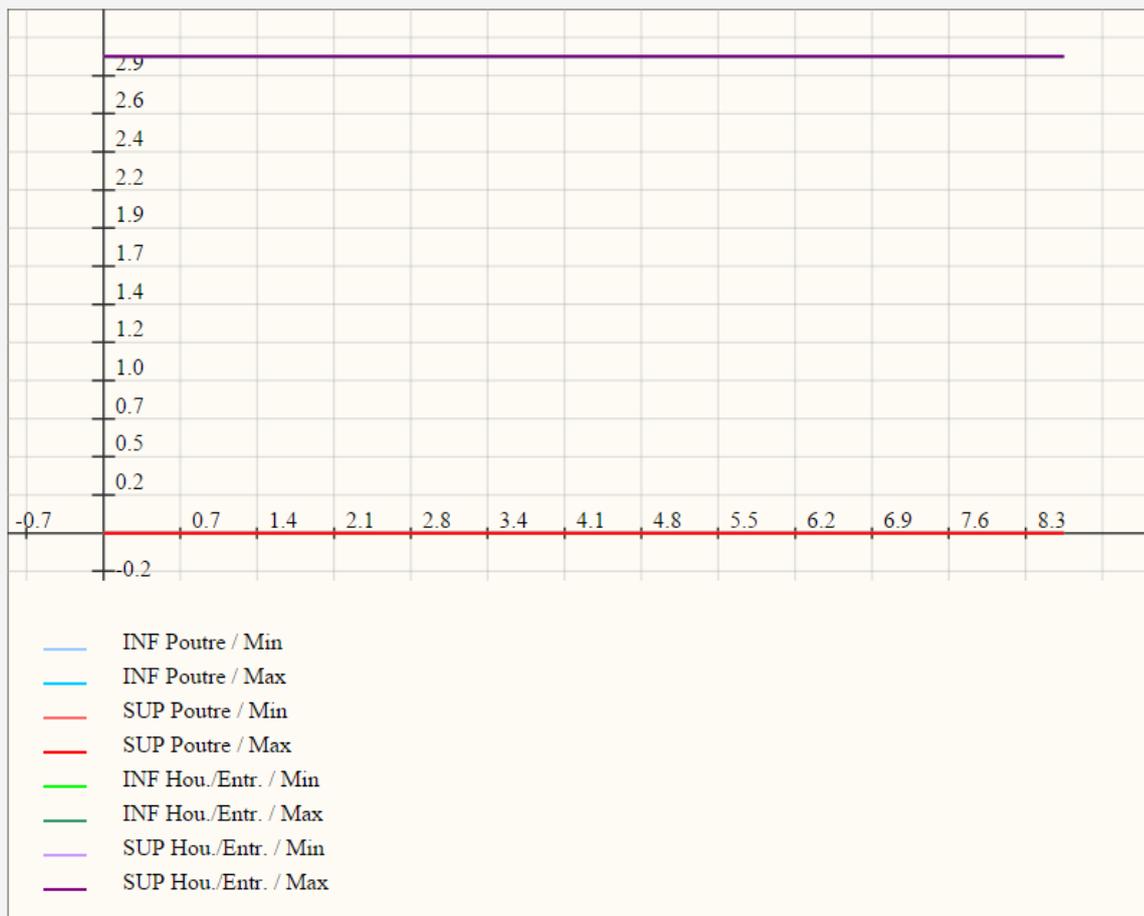
16.11.4 - Aciers à l'ELS fréquent

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 définitif.
- Effets enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : cm²/ml.
- Note : Coordonnée 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.
	-0.7				
	0.7				
	1.4				
	2.1				
	2.8				
	3.4				
	4.1				
	4.8				
	5.5				
	6.2				
	6.9				
	7.6				
	8.3				

[...]

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.

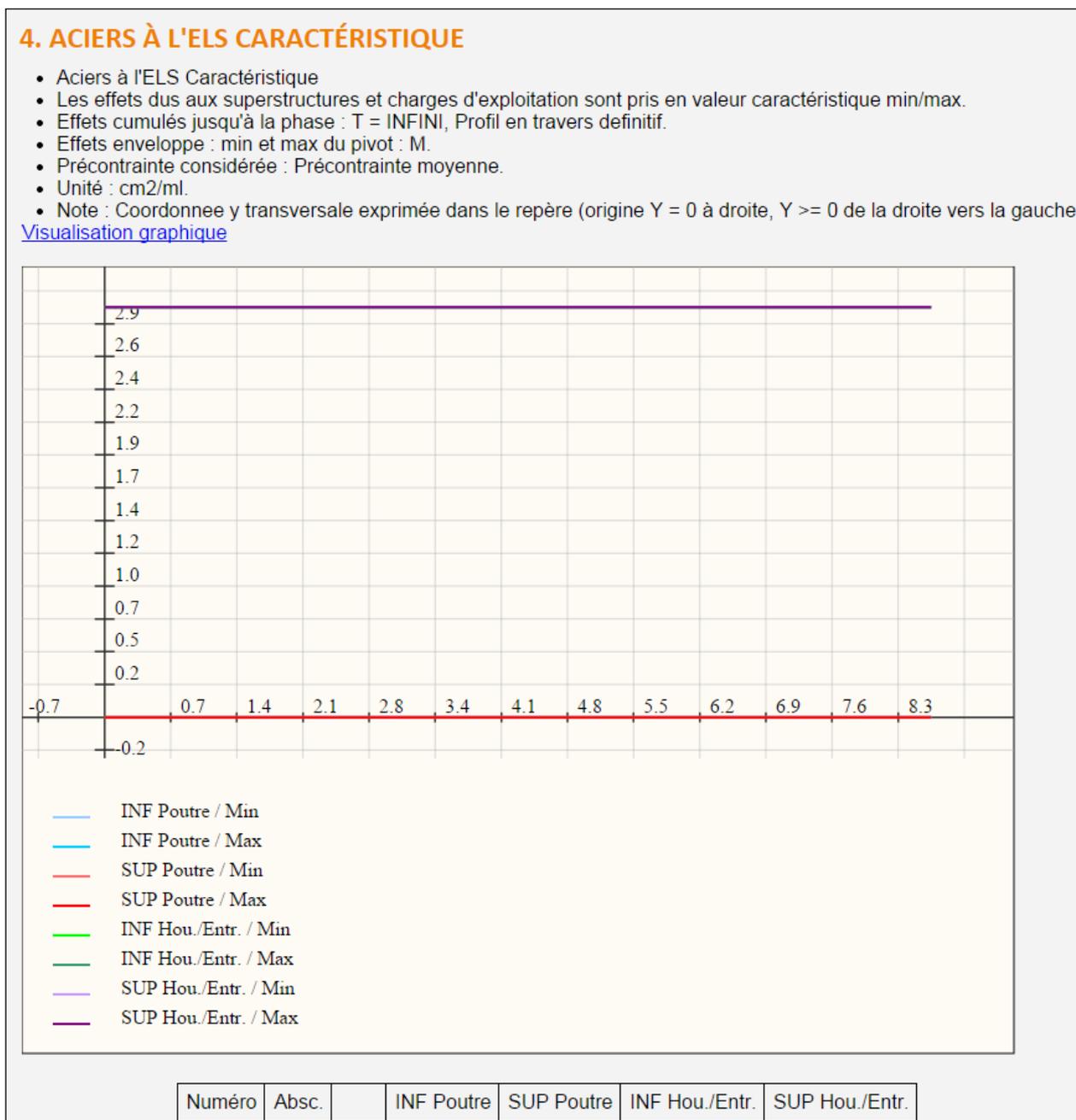
Seule la phase de service définitif à l'INFINI est traitée.

Les résultats sont enveloppes de chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lesquelles 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



[...]

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 lesquelles 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.

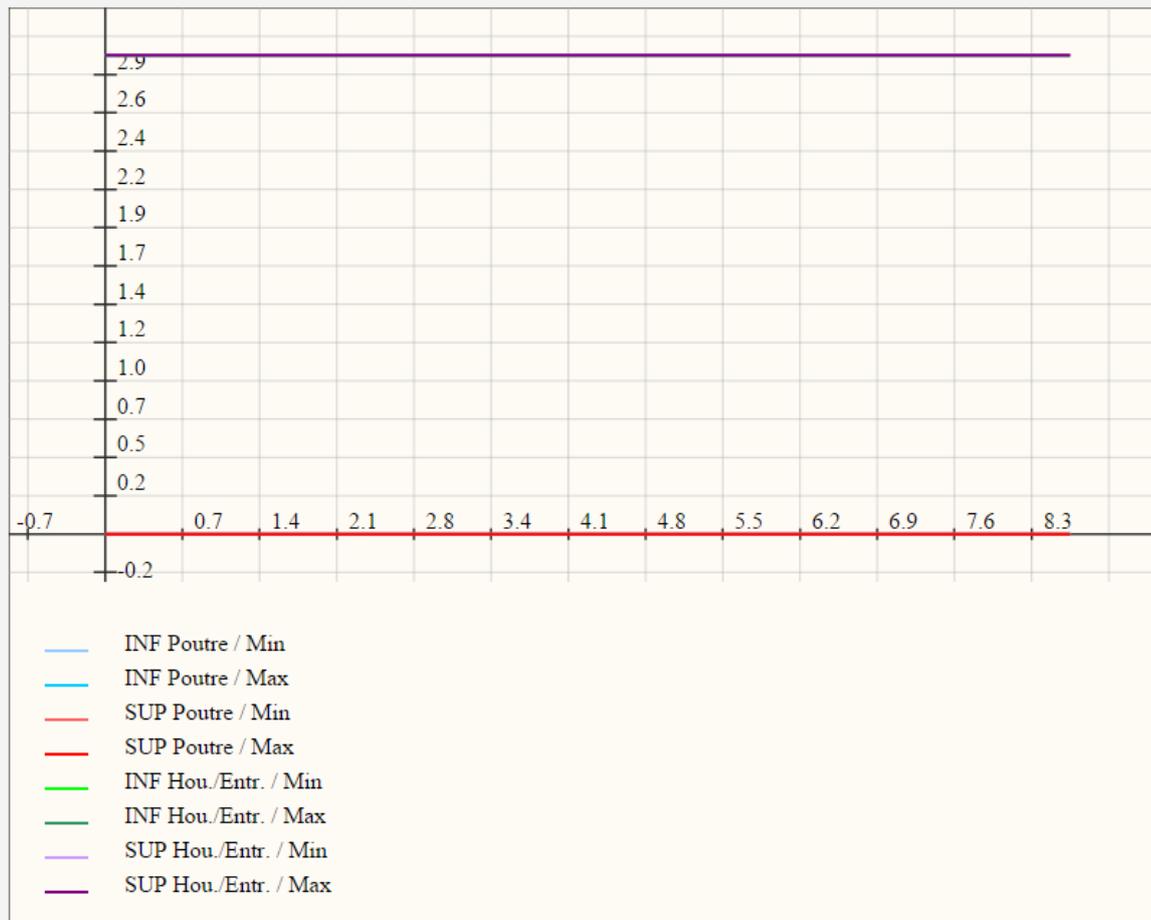
16.11.6 - Aciers à l'ELU fondamental

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 définitif.
- Effets enveloppe : min et max du pivot : M.
- Précontrainte considérée : Précontrainte moyenne.
- Unité : cm²/ml.
- Note : Coordonnée 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 lesquelles 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.

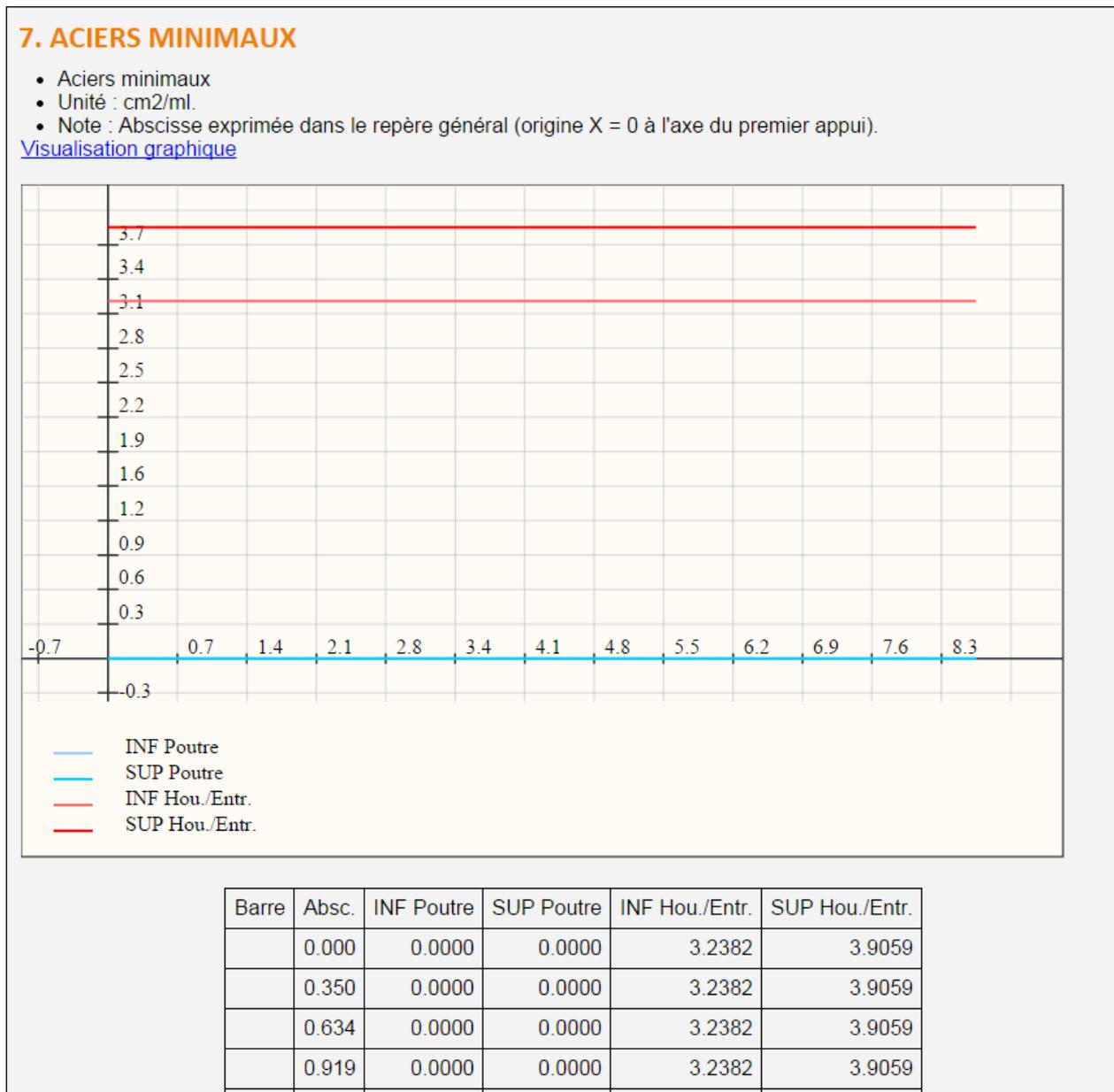
Seule la phase de service définitif à l'INFINI est traitée.

Les résultats sont enveloppes de chaque profil : profil provisoire et profil définitif.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lesquelles 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



Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs minimaux à mettre en place sont fournis.

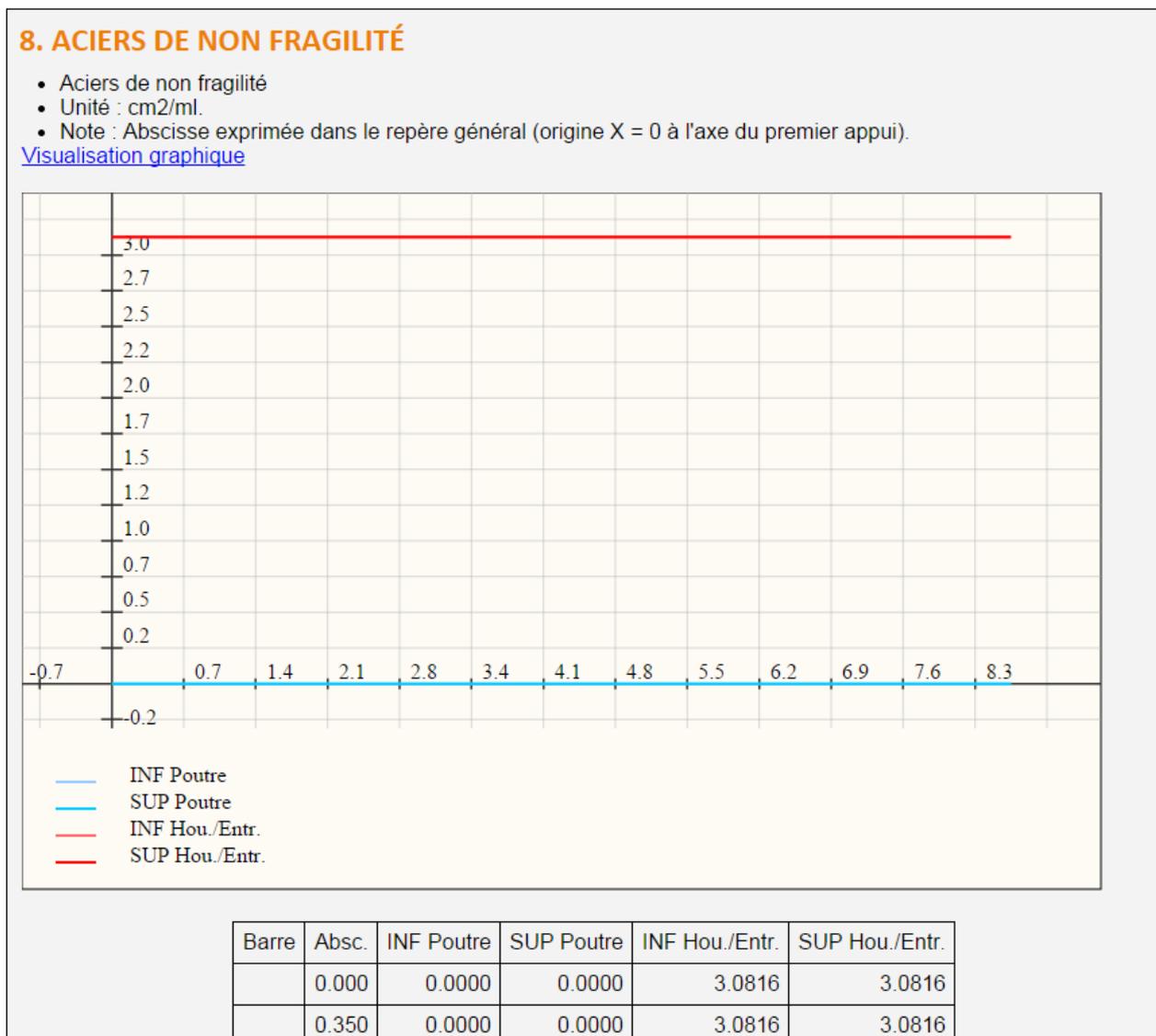
Un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lesquelles 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



Ouvrage n°2

Non édité.

Ouvrage n°3

Non édité.

Commentaires

Les aciers passifs de non fragilité à mettre en place sont fournis.

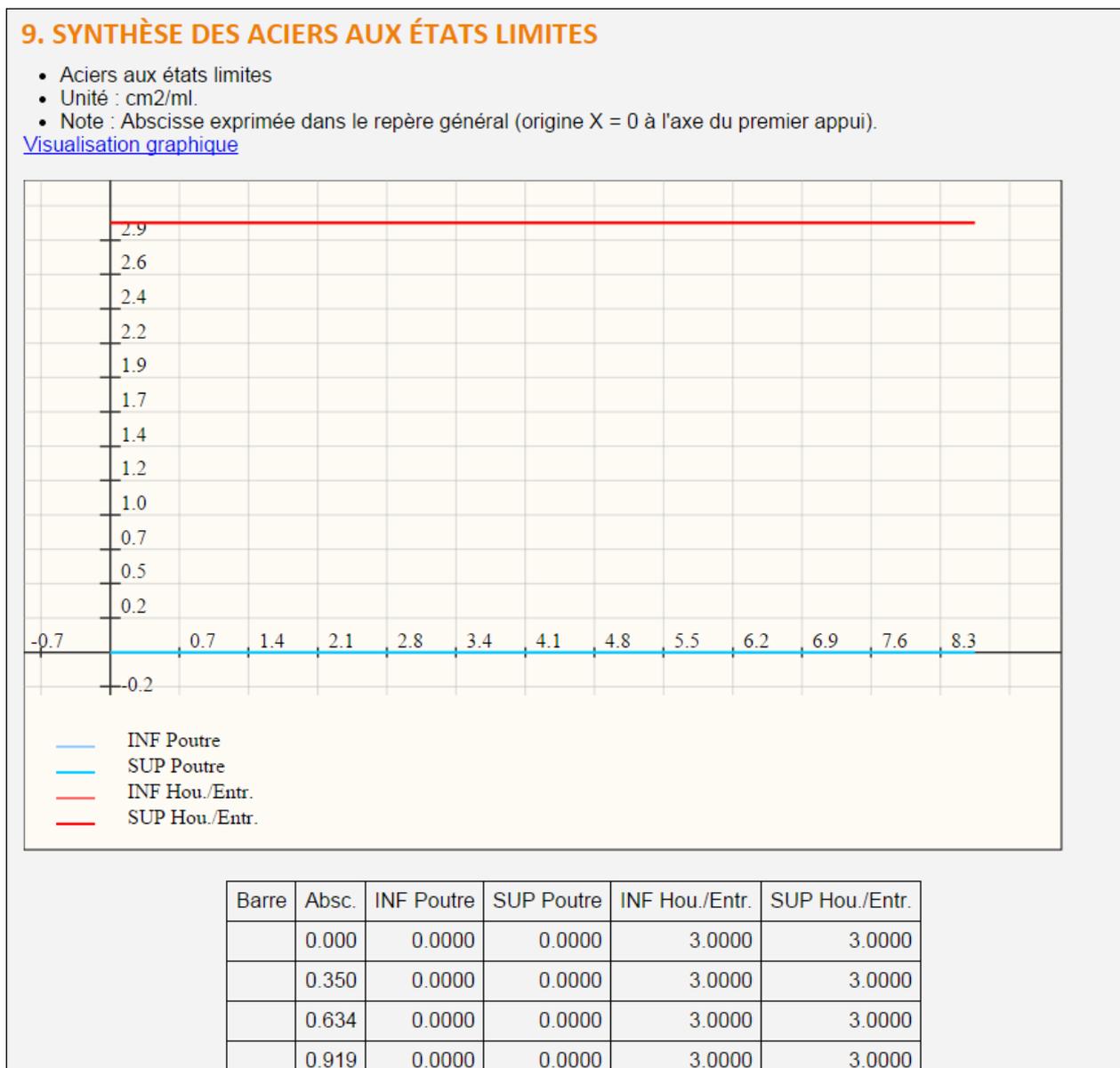
Un graphique des résultats est donné en plus du tableau de valeurs numériques.

Les valeurs négatives correspondent aux sections pour lesquelles 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



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 lesquelles 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.

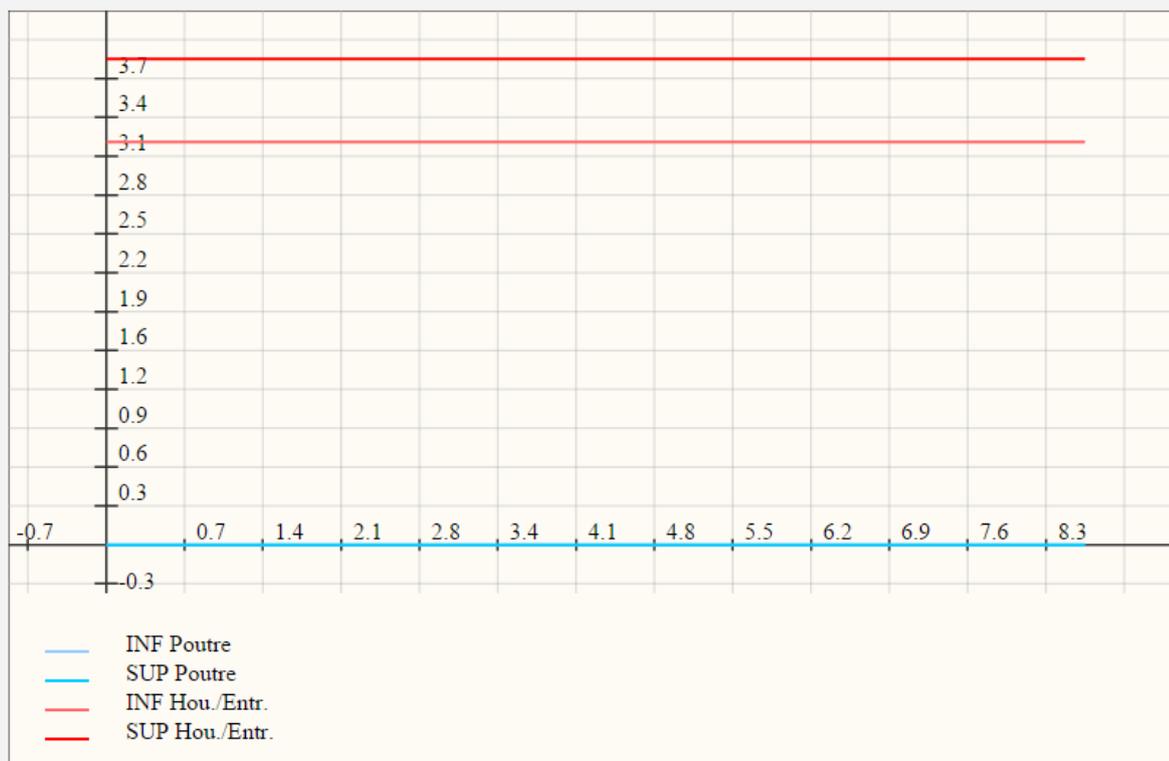
16.11.11 - Synthèse générale des aciers

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 lesquelles 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

<p>Retour Accueil Retour haut de page</p> <p>Réduire le sommaire Imprimer</p>	<div style="text-align: right;">  <p>JUSTIFICATION SOUS SOLLICITATIONS TANGENTES - FILE COURANTE</p> <p>Direction technique infrastructures de transport et matériaux</p>  </div> <p style="text-align: center;">Note de calcul CHAMOA-P partielle, CEREMA/DTITM</p> <h3>1. TYPE DE CALCUL</h3> <p>Un seul calcul a été demandé dans le bloc CONTINUE : 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</p> <h3>2. REMARQUES PRÉLIMINAIRES</h3> <p>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 reprendre 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</p> <h3>3. DATES DE PHASAGE - Notations</h3> <p>On adopte les notations suivantes pour désigner les différentes dates de phasages.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 'MTB' = Mise en tension des armatures sur banc. • 'BET' = Bétonnage 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 définitifs. • 'TER' = Action des terres (PRV ou DEF). • 'MS' = mise en service (PRV ou DEF). <p>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).</p>
<p>Sommaire</p> <p>TYPE DE CALCUL REMARQUES PRÉLIMINAIRES DATES DE PHASAGE - Notations REPERAGE 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</p>	

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 reprendre 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 indisponibles pour les files de rive des PRAD TDC si la largeur de l'interface est inférieure 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'armature 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

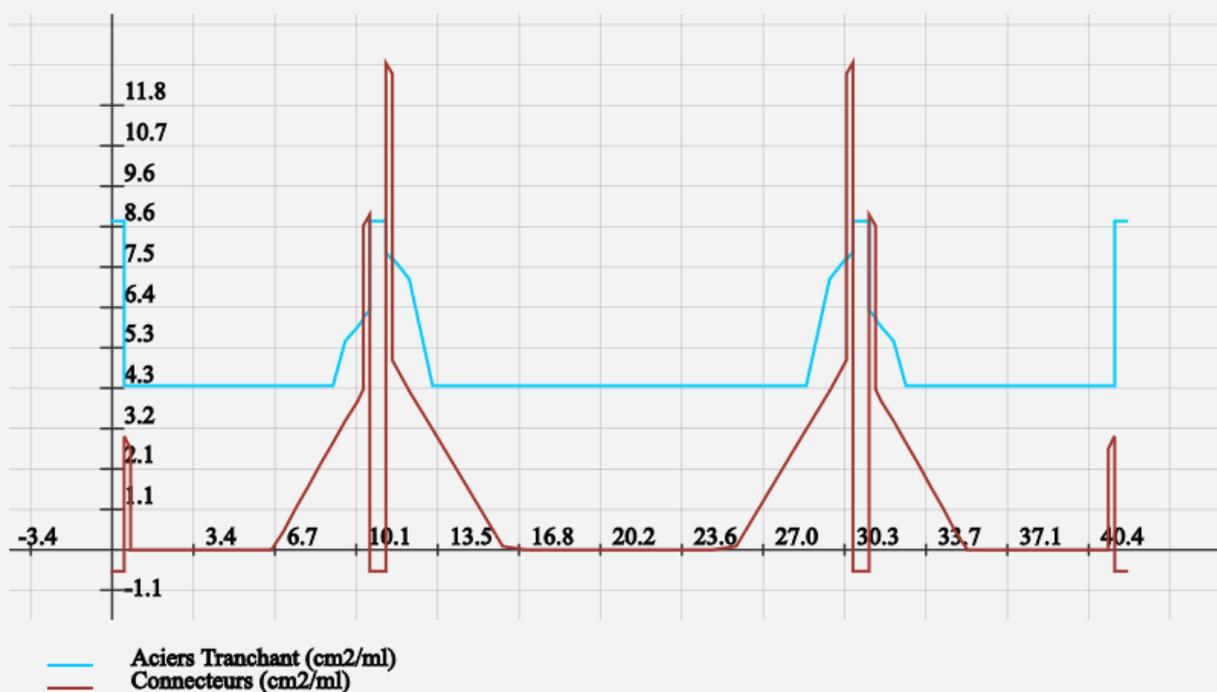
Ouvrage n°1

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
- μ_{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 lesquelles 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).

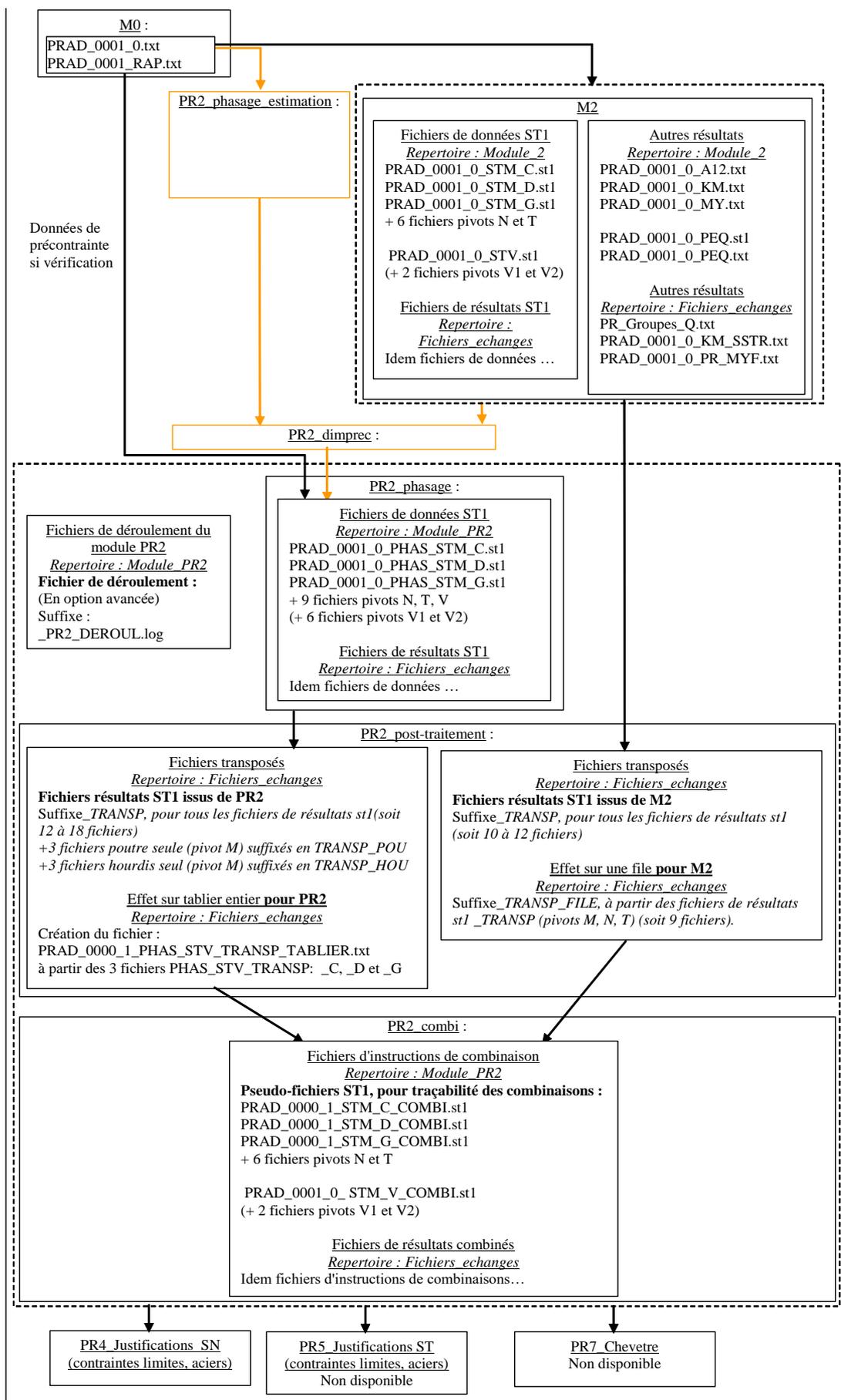
17 - Fichiers intermédiaires

17.1 - Liste et organisation des fichiers intermédiaires

17.1.1 - Fichiers intermédiaires 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).

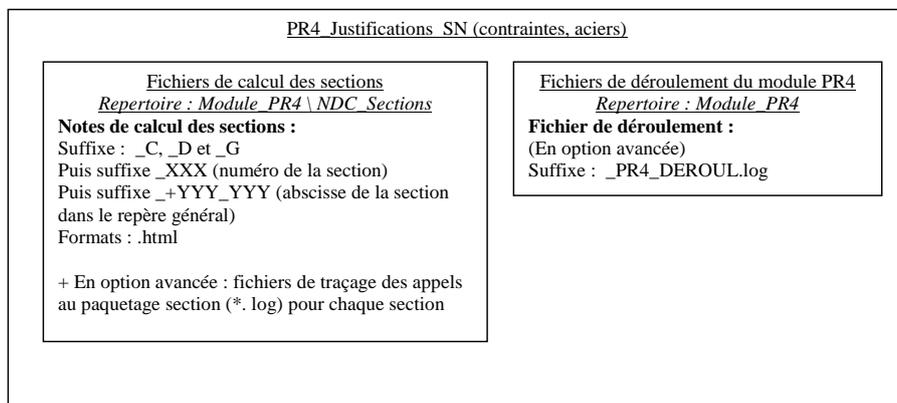
Le logigramme suivant récapitule l'ensemble des fichiers intermédiaires générés et fournis au client dans le dossier du projet.



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).

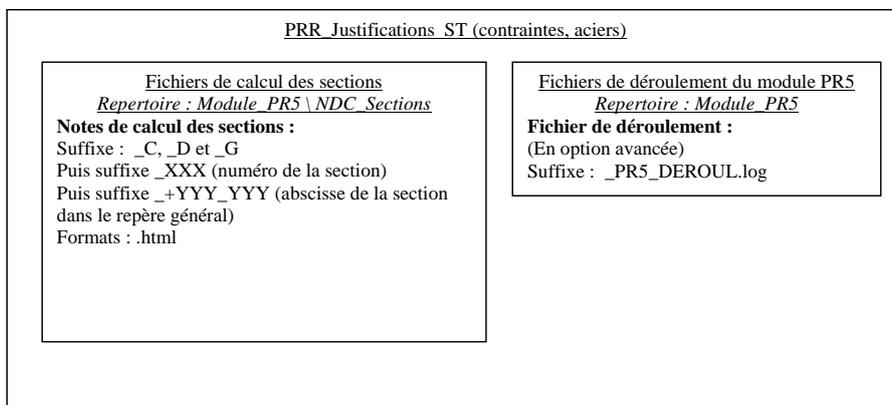
Le logigramme suivant récapitule l'ensemble des fichiers intermédiaires générés et fournis au client dans le dossier du projet.



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 page
```

<i># NEUDS</i>				
NOEUD	10	0.000000	0.000000	<i># Noeud about gauche</i>

```

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 7.9856	Y1	0.0000	0.63444	1.5533	2.4722	3.3911	4.3100	5.2289	6.1478	7.0667
8.6200	Y2	0.63444	1.5533	2.4722	3.3911	4.3100	5.2289	6.1478	7.0667	7.9856
0.52058		1.0257	0.98646	1.1542	1.2648	1.2895	1.2170	1.0537	0.82650	0.58983
TRAVEE_1 7.9856	Y1	0.0000	0.63444	1.5533	2.4722	3.3911	4.3100	5.2289	6.1478	7.0667
8.6200	Y2	0.63444	1.5533	2.4722	3.3911	4.3100	5.2289	6.1478	7.0667	7.9856
0.52058		1.0257	0.98646	1.1542	1.2648	1.2895	1.2170	1.0537	0.82650	0.58983
TRAVEE_2 7.9856	Y1	0.0000	0.63444	1.5533	2.4722	3.3911	4.3100	5.2289	6.1478	7.0667
8.6200	Y2	0.63444	1.5533	2.4722	3.3911	4.3100	5.2289	6.1478	7.0667	7.9856
0.74208		1.2083	1.0487	1.1009	1.1292	1.1203	1.0685	0.97695	0.85727	0.72939
TRAVEE_3 7.9856	Y1	0.0000	0.63444	1.5533	2.4722	3.3911	4.3100	5.2289	6.1478	7.0667
8.6200	Y2	0.63444	1.5533	2.4722	3.3911	4.3100	5.2289	6.1478	7.0667	7.9856
0.52058		1.0257	0.98646	1.1542	1.2648	1.2895	1.2170	1.0537	0.82650	0.58983
ABOUT_D 7.9856	Y1	0.0000	0.63444	1.5533	2.4722	3.3911	4.3100	5.2289	6.1478	7.0667
8.6200	Y2	0.63444	1.5533	2.4722	3.3911	4.3100	5.2289	6.1478	7.0667	7.9856
0.52058		1.0257	0.98646	1.1542	1.2648	1.2895	1.2170	1.0537	0.82650	0.58983

--- 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 "Béton 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 # P1 = 24.0670   Km = 0.956792
  Lst_Travee_1   UNIFORME FY -23.0272   GLO # P1 = 24.0670   Km = 0.956792
  Lst_Travee_2   UNIFORME FY -23.2625   GLO # P1 = 24.0670   Km = 0.966570
  Lst_Travee_3   UNIFORME FY -23.0272   GLO # P1 = 24.0670   Km = 0.956792
  Lst_About_D    UNIFORME FY -23.0272   GLO # P1 = 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 # P1 = 17.9600   Km = 2.61727
  Lst_Travee_1   UNIFORME FY -47.0061   GLO # P1 = 17.9600   Km = 2.61727
  Lst_Travee_2   UNIFORME FY -39.5065   GLO # P1 = 17.9600   Km = 2.19970
  Lst_Travee_3   UNIFORME FY -47.0061   GLO # P1 = 17.9600   Km = 2.61727
  Lst_About_D    UNIFORME FY -47.0061   GLO # P1 = 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 # P1 = 10.4100   Km = -0.564416E-01
  Lst_Travee_1   UNIFORME FY 0.587557   GLO # P1 = 10.4100   Km = -0.564416E-01
  Lst_Travee_2   UNIFORME FY -0.152713  GLO # P1 = 10.4100   Km = 0.146698E-01
  Lst_Travee_3   UNIFORME FY 0.587557   GLO # P1 = 10.4100   Km = -0.564416E-01
  Lst_About_D    UNIFORME FY 0.587557   GLO # P1 = 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
  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 # P1 = 24.0670   Km = 0.953880
  Lst_Travee_1   UNIFORME FY -22.9571   GLO # P1 = 24.0670   Km = 0.953880
  Lst_Travee_2   UNIFORME FY -23.1371   GLO # P1 = 24.0670   Km = 0.961362
  Lst_Travee_3   UNIFORME FY -22.9571   GLO # P1 = 24.0670   Km = 0.953880
  Lst_About_D    UNIFORME FY -22.9571   GLO # P1 = 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 # P1 = 17.9600   Km = -0.345917E-01
  Lst_Travee_1   UNIFORME FY 0.621266   GLO # P1 = 17.9600   Km = -0.345917E-01
  Lst_Travee_2   UNIFORME FY -1.27362   GLO # P1 = 17.9600   Km = 0.709140E-01
  Lst_Travee_3   UNIFORME FY 0.621266   GLO # P1 = 17.9600   Km = -0.345917E-01
  Lst_About_D    UNIFORME FY 0.621266   GLO # P1 = 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 # P1 = 10.4100   Km = 2.57690
  Lst_Travee_1   UNIFORME FY -26.8255   GLO # P1 = 10.4100   Km = 2.57690
  Lst_Travee_2   UNIFORME FY -22.2445   GLO # P1 = 10.4100   Km = 2.13684
  Lst_Travee_3   UNIFORME FY -26.8255   GLO # P1 = 10.4100   Km = 2.57690
  Lst_About_D    UNIFORME FY -26.8255   GLO # P1 = 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'APPUI
# 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 # Chaussée

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 # Chaussée

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 # Chaussée

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 fondamentale enveloppe
ENV      4100      "ELU fondamentale sans prec. profil DEF"
  EFFORT MZ
  REAC  MZ
ENV      4010      # ELU fondamentale sans prec. Q base T oui profil DEF
ENV      4040      # ELU fondamentale sans prec. Q base T non profil DEF
ENV      4070      # ELU fondamentale 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  0.00000000  RELATIF RZ 1.000
FIN
CHARGE   6840      "Cassure angulaire 1.00 appui 3"
  DEFORMATION
    302 CONCENTRE XL  0.00000000  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 480.000000
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

# Matériau cree pour la modelisation:

MATERIAU 10 "Matériau Poutres - Long terme"
E 13033.291
FIN

# Matériau cree pour la modelisation:

MATERIAU 11 "Matériau Hourdis et Entretoises - Long terme"
E 11359.049
FIN

# Matériau cree pour la modelisation:

MATERIAU 12 "Matériau 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 # Matériau 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 # Matériau 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 PRECONTRAINTTE

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 PRECONTRAINTTE 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 PRECONTRAINTTE

```

```

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 betonage poutres"
  PHASAGE 8640 1.000000 # Ch. perm. NONPREC : evolution avant betonage poutres
  PHASAGE 8630 -1.000000 # Ch. perm. NONPREC : T = tension banc
FIN

COMB 9210 "Ch. perm. NONPREC DELTAPH : T = betonage poutres"
  PHASAGE 8650 1.000000 # Ch. perm. NONPREC : T = betonage poutres
  PHASAGE 8640 -1.000000 # Ch. perm. NONPREC : evolution avant betonage 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 betonage 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 = betonage 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'encastresments 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 définitifs) 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 :

$$\begin{pmatrix} f_x \\ f_y \\ m_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \boxed{R1} & R2 & \boxed{R4} \\ R2 & R3 & R5 \\ \boxed{R4} & R5 & \boxed{R6} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} dx \\ dy \\ r_z \end{pmatrix}$$

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

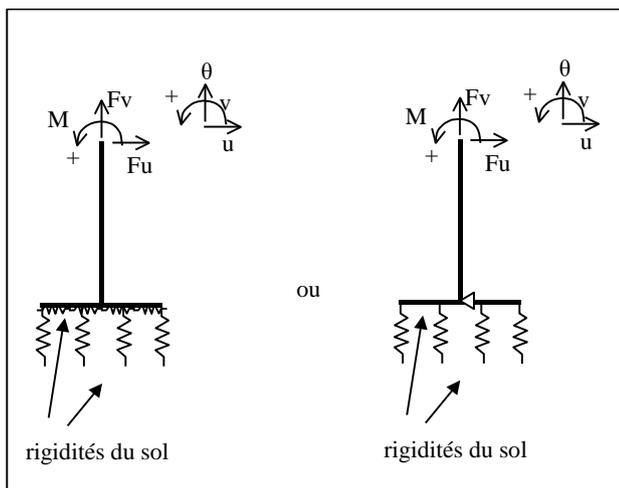
Les cas présentés ci-dessous respectent eux la convention ST1.

19.4 - Méthode de calcul des rigidités

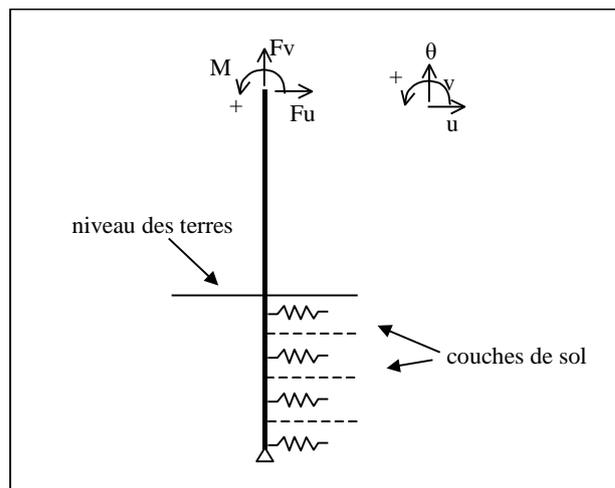
19.4.1 - Principe

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 présenter 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

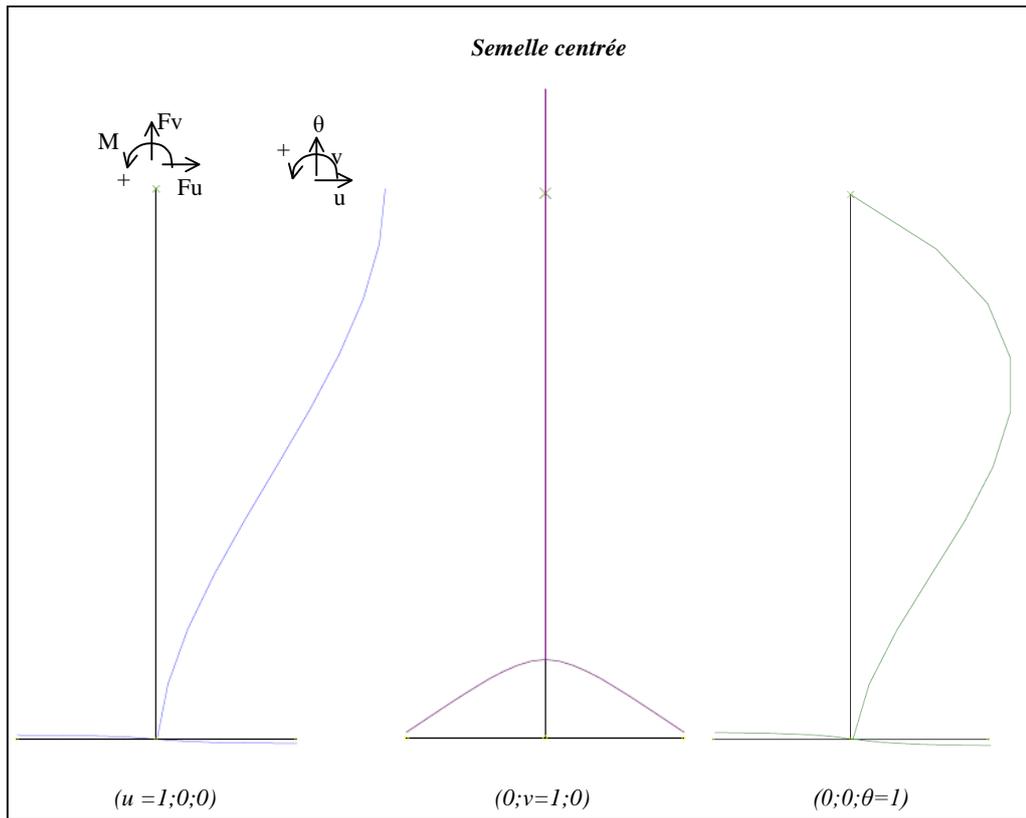
Pour $(d_x, d_y, r_z) = (1, 0, 0)$ imposé les efforts sont : $f_x > 0$, $f_y = 0$ (autant de forces vers le haut sur la semelle gauche que vers le bas sur la semelle droite car pas d'excentrement) et $m_z > 0$, on en déduit donc $R1 > 0$, $R2 = 0$, et $R4 > 0$.

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 :

$$\begin{bmatrix} R1 (+) & R2 = 0 & R4 (+) \\ R2 = 0 & R3 (+) & R5 = 0 \\ R4 (+) & R5 = 0 & R6 (+) \end{bmatrix}$$



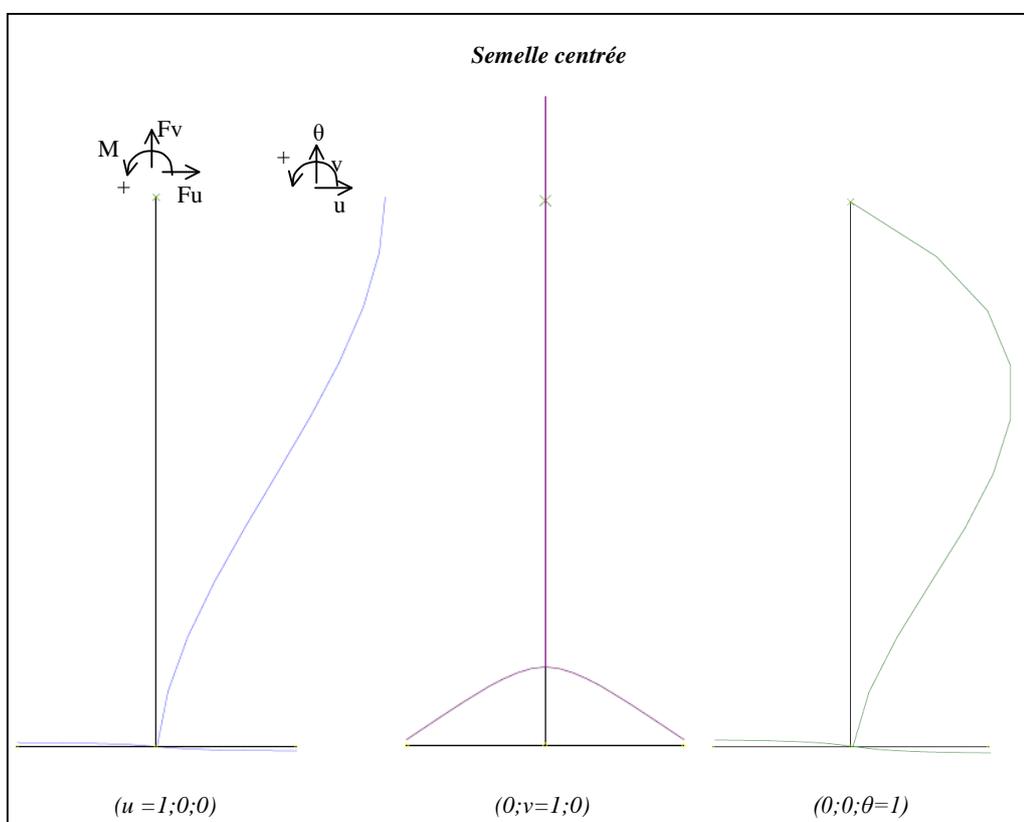
Cas d'une semelle excentrée vers la gauche

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

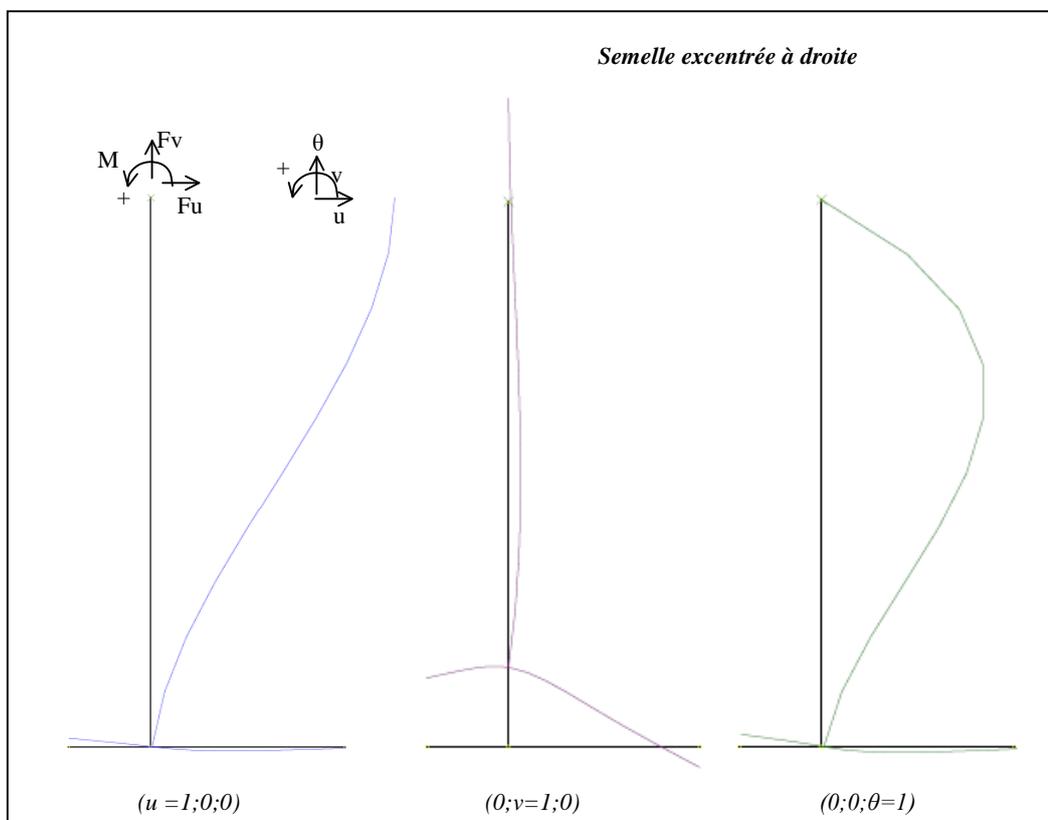
Pour $(d_x, d_y, r_z) = (1, 0, 0)$ imposé les efforts sont : $f_x > 0$, $f_y < 0$ (la base du voile est encastrée à gauche du centre de rotation de la semelle, donc le voile monte) et $m_z > 0$, on en déduit donc $R1 > 0$, $R2 < 0$, et $R4 > 0$.

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) KII=12*EM/(4/3*0.6/B*(2.65*B/0.6)**alpha_1+alpha_1)
sinon KII=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 KII*largeur_voile KFY KII*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 Chamoia-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 constitué 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 PRÉCONTRAITE**, **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 PRÉCONTRAITE**, **11.1. Efforts normaux**, **11.1.2. PHASES APRES CLAVAGE - Profil en travers définitif**, 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				
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 PRÉCONTRAITE**, **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 PRÉCONTRAITE**, **11.2. Moments**, **11.2.2. PHASES APRES CLAVAGE - Profil en travers définitif**, 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, PRÉCONTRAITE 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, PRÉCONTRAITE INCLUSE**, **12.1. Efforts normaux**, **12.1.2. PHASES APRES CLAVAGE - Profil en travers définitif**, 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				
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, PRÉCONTRAITE 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, PRÉCONTRAITE INCLUSE**, **12.2. Moments**, **12.2.2. PHASES APRES CLAVAGE - Profil en travers définitif**, 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				
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 PRÉCONTRAINTÉ**, **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 PRÉCONTRAINTÉ**, **16.2. Moments**, **16.2.1. Profil en travers définitif**, 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 PRÉCONTRAINTÉ**, **9.1. Efforts normaux**, dans la note d'effort avec décalage des moments, aucun effort 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 PRÉCONTRAINTÉ**, **9.2. Moments**, **9.2.1. Profil en travers définitif**, 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 reconstruire 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 instantané Ecm

On cherche à re-calculer :

$$\mathbf{ELS_cara = enveloppe(Cara_T_oui, Cara_T_non, Cara_T_base)}$$

On a :

$$\mathbf{Cara_T_oui = CP + Tp + Ta + 0,6*Tk + Q_T_oui}$$

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 :

$$\mathbf{Cara_T_non = CP + Tp + Ta + 0*Tk + Q_T_non}$$

Soit :

$$Cara_T_non = Cara_T_non_VariSeul + Cara_T_non_PermSeul$$

Avec

$$Cara_T_non_PermSeul = CP + Tp$$

$$\text{Cara_T_non_VariSeul} = \text{Ta} + 0 \cdot \text{Tk} + \text{Q_T_non}$$

Enfin on a :

$$\text{Cara_T_base} = \text{CP} + \text{Tp} + \text{Ta} + 1 \cdot \text{Tk} + \text{Q_combi}$$

Soit :

$$\text{Cara_T_base} = \text{Cara_T_base_VariSeul} + \text{Cara_T_base_PermSeul}$$

Avec

$$\text{Cara_T_base_PermSeul} = \text{CP} + \text{Tp}$$

$$\text{Cara_T_base_VariSeul} = \text{Ta} + 0 \cdot \text{Tk} + \text{Q_T_non}$$

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 retrouvées
- de calculer manuellement les valeurs des effets « PermSeul » et « VariSeul » qui pour l'instant ne sont pas édités 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 récapitulatif tous les torseurs d'efforts sollicitants (M,N) utilisés pour calculer les contraintes non fissurées, puis les aciers passifs éventuels.

Dans la partie **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 dus à tous les effets différés de fluage, retrait, relaxation, y compris les pertes de précontrainte engendrées, après clavage.	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	Obtenu par cumul des variations d'efforts de chacune des phases d'évolution (c'est-à-dire les phases intermédiaires 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.	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 dus 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 : $N = N_{pou} + N_{hou}$ $M = M_{pou} + M_{hou} + N_{pou} * levier_{pou} + N_{hou} * levier_{hou}$	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 (include).

Pour les efforts de précontrainte seule, on cumule les résultats d'efforts dus à la précontrainte tels qu'édités dans la note de calcul d'efforts. On obtient :

$$M_Pmin_Avant_Clav = 17,151 \text{ kN.m}$$

$$N_Pmin_Avant_Clav = 54,761 \text{ kN}$$

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 :

$$\text{Effort_Non_Prec_Avant_Clav} =$$

$$(\text{Cumul des efforts dus aux CP, précontrainte incluse}) - \text{Effort_Pmin_Avant_Clav}$$

Soit :

$$M_{\text{Non_Prec_Avant_Clav}} = (-3,0506 + 20,202 + 0,0 + 0,94238^E-5 + 0,0) - 17,151$$

$$= 4,094^E-4 \text{ kN.m}$$

= 0,0 kN.m (négligeable), ce qui est dû au fait que l'on est à l'about de la poutre

$$N_{\text{Non_Prec_Avant_Clav}} = (-9,8713+64,632+0,0) - 54,761$$

$$= -3^e-4 \text{ kN}$$

= 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 retranscrits ci-dessous.

Pour Tab_MN_Apres_Clav_Poutre_Pmin, on effectue l'opération $k_{inf} * Tab_MN_Après_Clav_Poutre_Pmoy$. 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 (Après 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 :

$$M_Après_Clav_Poutre_Pmin = -2,3308 + 0,0 - 11,079 = -13,4098 \text{ kN.m}$$

$$N_Après_Clav_Poutre_Pmin = 182,52 + 0,0 + 172,54 = 355,06 \text{ kN}$$

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 :

$$M_Après_Clav_Hourdis_Pmin = 0,19656 + 0,0 - 0,39762 = -0,20106 \text{ kN.m}$$

$$N_Après_Clav_Hourdis_Pmin = -182,52 + 0,0 - 172,54 = -355,06 \text{ kN}$$

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 (Après 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 concernée 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 précontrainte 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 précontrainte 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 édités dans la note de calcul d'effort).

Application numérique :

$$M_{\text{Après_Clav_Externe_Pmin}} = 0,0 + 23,881 + 0,0 = 23,881 \text{ kN.m}$$

$$N_{\text{Après_Clav_Externe_Pmin}} = 0,0 + 0,0 + 0,0 = 0,0 \text{ kN}$$

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 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

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

On en déduit $Y_{cdg_pou} = W_{y_pou} = 0,4739$ 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 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

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

On en déduit $Y_{cdg_hou} = Y_{inf_hou} + W_{y_hou} = 0,95 + 0,125 = 1,075$ m

De ces informations on peut calculer rapidement les coordonnées du centre de gravité brut de la section complète :

$$Y_{cdg_tot} = (Y_{cdg_pou} \cdot A_{pou} + Y_{cdg_hou} \cdot A_{hou}) / (A_{pou} + A_{hou})$$

$$Y_{cdg_tot} = (0,4739 \cdot 0,30245 + 1,075 \cdot 0,302) / (0,30245 + 0,302)$$

$$Y_{cdg_tot} = 0,774226$$
 m

Distance entre le CDG poutre seule et le CDG de la section complète :
 $D_{pou_tot} = \text{ABS}(Y_{cdg_pou} - Y_{cdg_tot}) = \text{ABS}(0,4739 - 0,774226) = 0,3003$ m

Distance entre le CDG hourdis seul et le CDG de la section complète :
 $D_{hou_tot} = \text{ABS}(Y_{cdg_hou} - Y_{cdg_tot}) = \text{ABS}(1,075 - 0,774226) = 0,3008$ m

20.4.5 - Calculateur de section : reconstitution du torseur résultant

Principe du calcul en sectionphasée

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 exemple 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_{trafic} et N_{trafic}).

La subtilité du calculateur de section est qu'il faut appliquer à la section complète non pas le seul torseur supplémentaire (M_{trafic} , N_{trafic}), mais le torseur total résultant, soit avec les notations utilisées localement ici :

$$N_{total} = N_{trafic} + N_{pou}$$

$$M_{total} = M_{trafic} + M_{pou} + M_{hou} + (N_{pou} \cdot levier_{pou}) + (N_{hou} \cdot levier_{hou})$$

Signe des bras de levier

Le signe des bras de levier est important. Pour le déterminer, on 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 :

$$Levier_{pou} = +D_{pou_tot} = 0,3003 \text{ m}$$

$$Levier_{hou} = -D_{hou_tot} = -0,3008 \text{ m}$$

Reconstitution du torseur résultant

A partir du tableau récapitulatif des 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 :

$$N_{pou} = 0,0 + 54,761 + 355,06 = 409,821 \text{ kN}$$

$$M_{pou} = 0,0 + 17,151 - 13,41 = 3,741 \text{ kN.m}$$

Efforts pour déformation de la zone hourdis seul :

$$N_{hou} = N_{Apres_Clav_Hourdis_Pmin}$$

$$M_{hou} = M_{Apres_Clav_Hourdis_Pmin}$$

Application numérique :

$$N_{hou} = -355,06 \text{ kN}$$

$$M_{hou} = -0,20106 \text{ kN.m}$$

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 :

$$N_{total} = 409,821 - 355,06 + 0,0 + 0,0 + 0,0 = 54,761 \text{ kN}$$

Pour le couple (Mmin, N) :

$$M_{total_min} = 3,741 + (-0,20106) + 409,821 * 0,3003 + (-355,06) * (-0,3008) + 23,142 + 35,722 + (-915,61) = -623,335 \text{ kN.m}$$

Pour le couple (Mmax, N) :

$$M_{total_max} = 3,741 + (-0,20106) + 409,821 * 0,3003 + (-355,06) * (-0,3008) + 23,142 + 107,71 + 1131,9 = 1496,253 \text{ kN.m}$$

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 Chamo-P PRAD. Il est possible d'éditer un fichier de traçage des appels (entrées et sorties) lancés au calculateur de section depuis le programme Chamo-P PRAD.

Edition du fichier de traçage des appels

Dans le fichier bloc, le gestionnaire peut ajouter :

```
BLOC MODIFICATIONS_DEFAULT
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] ! [2] ! principal !
! ! PHASE_BET ! [1] ! [2] ! ELS Freq ! CP + sstr QP + Pmin ! [2] !
! ! [2] ! Profil ! verif fissuree ! [3] ! [03] ! [3] ! etat permanent !
! ! PHASE_REL ! provisoire ! [3] ! ELS Cara ! CP + sstr QP + Pmax ! utilise pour !
! ! [3] ! [2] ! dimensionnement ! [4] ! [04] ! [4] ! calcul !
! ! PHASE_APP ! Profil ! aciers ! ELU Fond ! Exploit Q seules ! principal !
! ! [4] ! definitif ! ! [5] ! [05] ! [5] !
! ! PHASE_HOU ! ! ! ! ELU Fond PP135 ! CP + sstr + Pmoy + Q !
```



```

    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) =     0.54761000000000002E-01
      Tab_Efforts ( 2) =    -1.496163994317917
      Tab_Efforts ( 3) =     0.0000000000000000
  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 chaque 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 Chamois-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 $0.7 f_{ctm}$ 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 :

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{trac} \leq 0.8 * f_{yk} \\ \sigma_{trac} \leq 1 * f_{yk} \text{ (déformation imposée)} \\ \sigma_{trac} \leq 1000 * w_{PRAD} \text{ (critère simplifié)} \\ \sigma_{trac} \leq 300 \text{ MPa (ELS caractéristique)} \end{array} \right\} \leq \left\{ \begin{array}{l} \text{EN1992 - 1 - 1 §7.2 (5) + AN} \\ \text{EN1992 - 1 - 1 §7.2 (5) + AN} \\ \text{EN1992 - 2 §7.3.1(105) + AN} \\ \text{EN1992 - 2 §6.8.1(102) + AN} \end{array} \right.$$

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 P_m.

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 :

$$\sigma_p \leq \min(k_1 * f_{pk}, k_2 * f_{p0,1k}) \text{ (EN 1992-1-1 §5.10.2.1 (1P) + AN, } k_1 = 0.8 \text{ et } k_2 = 0.9)$$

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) :

$$\sigma_p \leq k_3 * f_{p0,1k} \text{ (EN 1992-1-1 §5.10.2.1 (2) + AN, } k_3 = 0.95)$$

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 :

$$\sigma_p \leq \min(k_7 * f_{pk}, k_8 * f_{p0,1k}) \text{ (EN 1992-1-1 §5.10.3 (2) + AN, } k_7 = 0.8 \text{ et } k_8 = 0.9)$$

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

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)

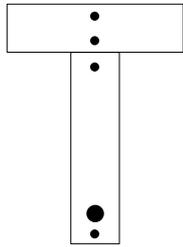
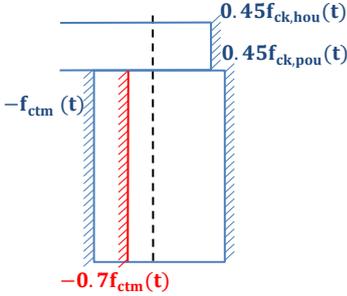
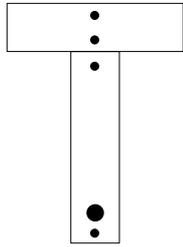
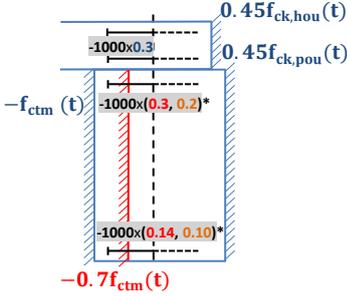
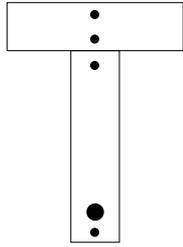
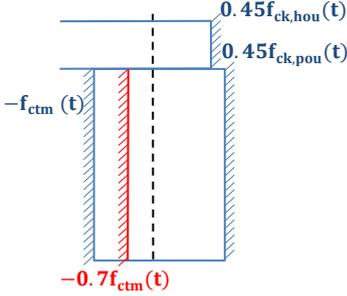
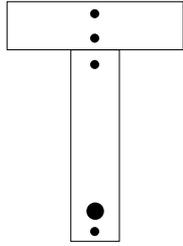
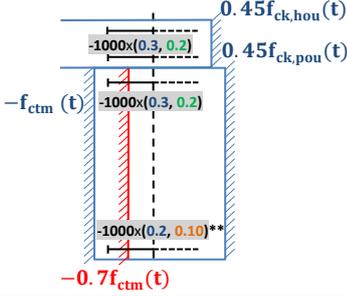
21.4 - Phase de construction avant clavage

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 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 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 Chamoia 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.