

Poutre Béton Armé

Version 3.0

Exemple n°3

*Poutres sous charges quelconques
Exemple d'un bâtiment scolaire*



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

(Page laissée intentionnellement blanche ...)



Tables des matières

1	<i>Présentation de l'exemple</i>	5
1.1	Généralité.....	5
1.2	Description du projet	5
1.3	Description des longrines	6
1.3.1	Eléments communs à l'ensemble des longrines	6
1.3.2	File 1 - Longrines LG7-LG8	6
1.3.3	File 2 - Longrines LG9-LG10	7
1.3.4	File 3 - Longrines LG12-LG13	7
1.3.5	File 4 - Longrines LG14-LG15	7
1.3.6	Longrines C2-LG11.....	8
1.3.7	File C - Longrines LG1 à LG3	8
1.3.8	File A - Longrines LG4 à LG6	9
2	<i>Plans</i>	10
2.1	Plan Architecte du rez-de-chaussée :	10
2.2	Plan architecte du 1 ^{er} étage :.....	11
2.3	Plan de coffrage des fondations et longrines:.....	12
2.4	Plan de coffrage du niveau haut du rez-de-chaussée :	13
3	<i>Entrée des données</i>	14
3.1	Formulaire Géométrie.....	14
3.1.1	File 4 - Longrines LG14-LG15	14
3.1.2	File 3 - Longrines LG12-LG13	15
3.1.3	File 2 - Longrines LG9-LG10	15
3.1.4	File 1 - Longrines LG7-LG8	15
3.1.5	Longrines C2-LG11.....	16
3.1.6	Longrines Lg1 – Lg2 – Lg3	17
3.2	Formulaire Charges et Combinaisons	19
3.2.1	File 4 - Longrines LG14-LG15	19
3.2.1.1	Onglet partie charges :	19
3.2.1.2	Onglet partie combinaisons :	19
3.2.2	File 3 - Longrines LG12-LG13	20
3.2.2.1	Onglet partie charges :	20
3.2.2.2	Onglet partie combinaisons :	21
3.2.3	File 2 - Longrines LG9-LG10	22
3.2.3.1	Onglet partie charges :	22
3.2.3.2	Onglet partie combinaisons :	24
3.2.4	File 1 - Longrines LG7-LG8	24
3.2.4.1	Onglet partie charges :	24
3.2.4.2	Onglet partie combinaisons :	25
3.2.5	Longrines C2-LG11.....	26
3.2.5.1	Onglet partie charges :	26
3.2.5.2	Onglet partie combinaisons :	27



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

3.2.6	Longrines Lg1 – Lg2 – Lg3	27
3.2.6.1	Onglet partie charges :	27
3.2.6.2	Onglet partie combinaisons :	28
3.3	Formulaire Matériaux	29
3.4	Formulaire Ferrailage	31
3.4.1	Onglet Armature - Mandrin :	31
3.4.2	Onglet Longitudinal – Critères de choix	31
3.4.3	Onglet Longitudinal – Critères de forme	32
3.4.4	Onglet Transversal.....	33
3.4.5	Onglet Console/ Suspente.....	33
3.4.6	Table poutre en Té	34
3.4.7	Ferrailage imposé.....	34
3.5	Formulaire Modélisation – Environnement	34
3.5.1	Onglet ELU - Flexion	34
3.5.2	Onglet ELU - Effort tranchant	36
3.5.3	Onglet ELS Contraintes.....	37
3.5.4	Onglet ELS Fissuration	37
3.5.5	Onglet ELS Flèche	38
3.5.6	Onglet Membrure	38
3.5.7	Onglet Durabilité	38
3.5.8	Onglet Sécurité Incendie	38
3.5.9	Onglet Résistance sismique.....	39
3.6	Présentation finale.....	39
4	Note de calcul.....	40
5	Plans de ferrailage.....	40
6	Comparaison des résultats.....	40
6.1	Calcul des armatures de flexion à l'ELU	40
6.1.1	Détermination des armatures	40
6.1.1.1	Longrines LG14 – LG15	40
6.1.1.2	Longrines LG12 – LG13	41
6.1.1.3	Longrines LG9 – LG10.....	44
6.1.1.4	Longrines LG7 – LG8.....	47
6.1.1.5	Longrines C2-LG11.....	48
6.1.1.6	Longrines LG1 – LG2 – LG3	50
6.1.2	Epure des aciers	52
6.1.2.1	Longrines LG14 – LG15	52
6.1.2.2	Longrines LG12 – LG13	53
6.1.2.3	Console C2 – Longrine LG11.....	53
6.2	Vérification à l'Etat limite de Service	54
6.2.1	Limitation des contraintes.....	54
6.2.1.1	Longrines LG14 – LG15	54
6.2.1.2	Longrines LG12 – LG13	54
6.2.1.3	Longrines LG9 – LG10.....	55
6.2.2	Maitrise de la fissuration.....	55



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

6.2.2.1	Longrines LG14 – LG15	55
6.2.2.2	Longrines LG12 – LG13	55
6.2.2.3	Longrines LG9 – LG10	56
6.2.2.4	Console C2 – longrine LG11	56
6.2.3	Flèche	56
6.2.3.1	Longrines LG14 – LG15	56
6.2.3.2	Longrines LG12 – LG13	56
6.2.3.3	Longrines LG9 – LG10	57
6.2.3.4	Console C2 – longrine LG11	57
6.3	Effort Tranchant.....	57
6.3.1.1	Longrines LG14 – LG15	57
6.3.1.2	Longrines LG12 – LG13	58
6.3.1.3	Longrines LG10 – LG9	59
6.3.1.4	Longrines LG7 – LG8	60
6.3.1.5	Longrines C2 – LG11	61
6.4	Vérification bielle d'appui	62
6.5	Réactions d'appui	64
6.6	Capacité de rotation.....	65
6.7	Boucles de levage et acier de préfabrication	65
6.8	Sécurité incendie	65
6.9	Métré	65
7	Fichiers de données.....	66

[Annexe : Note de calcul établie par le logiciel « Poutre BA »](#)



1 Présentation de l'exemple

1.1 Généralité

Il s'agit de dimensionner toutes les longrines en béton armé de fondation d'une école primaire en France.

Le logiciel établira la note de calcul et les plans d'exécution de ces longrines. Cet exemple est dans la suite logique des exemples n°4 et n°6 pour le calcul de plancher béton armé et ayant servi de support pour le logiciel **Plancher BA™** que vous trouverez sur le même site.

Les plans de cette structure figurent au §2 et ont servi de base à l'épreuve BTS Bâtiment session 2000. Le sujet BTS est fourni avec la présente note de calcul pour vous permettre de mieux comprendre la structure.

Cet exemple montre les possibilités de ce logiciel pour le calcul de cas concrets, et non pas seulement des cas académiques comme l'ont montré les exemples précédents.

Toutefois, je rappelle que le but de ce logiciel est pédagogique et que toute utilisation à titre professionnel ne saurait engager la responsabilité de l'auteur. Toute utilisation de ce logiciel se fait sous la seule, unique et entière responsabilité de son utilisateur.

Le chapitre [Entrée des données](#) présente l'entrée des données ayant servi au calcul.

Puis il sera déroulé :

- La note de calcul réalisée par le logiciel – Chapitre [Note de calcul](#)
- Les plans de ferrailage de chaque travée de poutre édité par le logiciel – Chapitre [Plans de ferrailage](#)
- La comparaison des résultats établis par Poutre BA™ avec d'autres logiciels du commerce - Chapitre [Comparaison des résultats](#)

Nota Bene 1 :

Il est possible que quelques différences apparaissent entre les captures d'écran figurant dans le présent document et ceux qui apparaîtront dans le logiciel « Poutre BA » V3.0 que vous aurez entre les mains. En effet, le logiciel est en constante évolution et il est possible que quelques points, ici ou là, aient été modifiés avant la diffusion définitive en V3.0. Ces quelques modifications seront mineures et ne remettront pas en cause ce qui est indiqué dans la suite du présent document.

Cet exemple de calcul s'appuie sur la version 3.0 et une version ultérieure peut voir des changements importants. Il vous faudra donc vérifier que votre version correspond bien à la V3.0 ou supérieure sinon certains éléments indiqués ci-après peuvent s'avérer caducs.

Nota Bene 2 :

Comme j'ai été amené à modifier le système de sauvegarde des données au cours de la rédaction de cet exemple, j'ai dû modifier l'ensemble des sauvegardes. Et je n'ai pas pu prendre le temps de vérifier toutes les sauvegardes. Il est donc possible que certaines sauvegardes ne donnent pas les résultats affichées dans la présente notice. Je remercie le lecteur de bien vouloir me les signaler et je corrigerais le fichier en conséquence.

1.2 Description du projet

Dimensionnement et édition des plans de ferrailages des longrines du plan de fondation d'un bâtiment scolaire construit en région nantaise.

Bâtiment scolaire type école primaire situé dans l'agglomération Nantaise (Loire Atlantique)



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

ERP de type R 4^{ème} catégorie et dernier plancher accessible < 8m ce qui impose ossature SF1/2h et plancher CF1/2h

Voir sujet BTS pour une meilleure visualisation. Attention, le sujet BTS était en concordance avec le BAEL (2000). Des modifications légères ont été apportées pour la prise en compte des Eurocodes.

Code de calcul :

Seul le code de calcul Eurocode 2 avec l'Annexe Nationale Française sera utilisé. Les recommandations professionnelles ne seront pas utilisées sauf pour le calcul de flèche en raison des imprécisions de l'Eurocode.

Durée d'utilisation du projet : 50 ans soit une catégorie d'utilisation de 50 ans

Classe de conséquence et classe de fiabilité :

- Conséquence : CC2
- Fiabilité : RC2 avec contrôle d'exécution : IL2 et supervision du projet : DSL2 soit pas de modification des coefficients partiels EN1990 et EN1992-1-1

1.3 Description des longrines

1.3.1 Eléments communs à l'ensemble des longrines

- Géométrie :
 - Les semelles de pieux font 80x80cm.
 - Les longrines reposent sur une profondeur de 30cm pour les semelles de pieux d'extrémité et sur toute la longueur de la semelle (=80cm) pour la semelle intermédiaire.
- Charges :
 - Voir la feuille de linéarisation attachée à chaque longrine ainsi que la note de calcul manuscrite.
 - Exploitation :
 - Charge pour les classes de type C1 soit 250 daN/m²
 - Pour les coursives : la surface occupée par la charge de 400 daN/m² étant petite par rapport à celle de 250daN/m², une seule charge est prise en compte : 250daN/m² (distinguo entre NF P06-001 et EN1991-1-1)
 - Pour l'escalier : l'épreuve BTS prend 400daN/m² car basée sur la NF P06-001 alors que l'EN1991-1-1 prévoit 250daN/m². C'est cette dernière valeur qui est prise en compte dans cet exemple.
- Matériaux :
 - Béton classe C30/37: $f_{ck} = 30$ Mpa
 - Acier : $f_{yk} = 500$ Mpa classe B
- Divers :
 - Environnement : XC4 car les longrines peuvent être partiellement enterrées.
 - Enrobage : Il sera calculé par le logiciel suivant la classe XC4 demandée.
 - Résistance au feu : SF1/2h
 - Pas de résistance sismique

1.3.2 File 1 - Longrines LG7-LG8

- Dispositions géométriques :
 - Longrine raccordée à un plancher béton armé sur un seul côté
 - Portée : 4,28m entre nus d'appuis.
 - Ame : largeur 30cm hauteur 70cm
 - Hauteur du plancher : 20 cm
 - Longrines coulées sur place pour permettre la mise en œuvre du ferrailage de la longrine



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

LG11-C2 venant prendre appui sur la présente longrine. Pas de reprise de bétonnage.

- Lg8 : Appui gauche : 30cm et appui droit : 80cm. La longrine s'appuie sur les semelles de pieux, en béton C30/37
- Lg7 : Appui gauche : 80cm et appui droit : 30cm. La longrine s'appuie sur les semelles de pieux, en béton C30/37
- Charge :
 - Voir la feuille de linéarisation des charges
 - Attention au changement de sens de portée des planchers
 - Voir §3.2.4 File 1 - Longrines LG7-LG8

1.3.3 **File 2 - Longrines LG9-LG10**

- Dispositions géométriques :
 - Longrine raccordée à un plancher béton armé des 2 côtés
 - Portée : 4,28m entre nus d'appuis.
 - Ame : largeur 30cm hauteur 70cm
 - Hauteur du plancher : 20 cm
 - Longrines coulées sur place pour permettre la mise en œuvre du ferrailage de la longrine LG11-C2 venant prendre appui sur la présente longrine. Pas de reprise de bétonnage.
 - Lg11 : Appui gauche : 30cm et appui droit : 80cm. La longrine s'appuie sur les semelles de pieux, en béton C30/37
 - Lg10 : Appui gauche : 80cm et appui droit : 30cm. La longrine s'appuie sur les semelles de pieux, en béton C30/37
- Charge :
 - Voir la feuille de linéarisation des charges
 - Attention au changement de sens de portée des planchers
 - Voir §3.2.3 File 2 - Longrines LG9-LG10

1.3.4 **File 3 - Longrines LG12-LG13**

- Dispositions géométriques :
 - Longrine raccordée à un plancher béton armé des 2 côtés
 - Portée : 4,28m entre nus d'appuis.
 - Ame : largeur 30cm hauteur 70cm
 - Hauteur du plancher : 20 cm
 - On prévoit une reprise de bétonnage pour couler la dalle du plancher BA sur un fond de poutre préfabriqué (30x50^{ht})
 - Lg13 : Appui gauche : 30cm et appui droit : 80cm. La longrine s'appuie sur les semelles de pieux, en béton C30/37
 - Lg12 : Appui gauche : 80cm et appui droit : 30cm. La longrine s'appuie sur les semelles de pieux, en béton C30/37
- Charge :
 - Voir la feuille de linéarisation des charges
 - Voir §3.2.2 File 3 - Longrines LG12-LG13

1.3.5 **File 4 - Longrines LG14-LG15**

- Dispositions géométriques :
 - Longrine raccordée à un plancher béton armé sur un seul côté
 - Portée : 4,28m entre nus d'appuis.
 - Ame : largeur 30cm hauteur 70cm
 - Hauteur du plancher : 20 cm
 - On prévoit une reprise de bétonnage pour couler la dalle du plancher BA sur un fond de poutre préfabriqué (30x50^{ht})



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

- Toutes les longrines sont préfabriquées avec un appui de 10 cm sur chaque semelle de pieux.
- Lg15 : Appui gauche : 30cm et appui droit : 80cm. La longrine s'appuie sur les semelles de pieux, en béton C30/37
- Lg14 : Appui gauche : 80cm et appui droit : 30cm. La longrine s'appuie sur les semelles de pieux, en béton C30/37
- Charge :
 - Voir la feuille de linéarisation des charges
 - Voir [§3.2.1](#) File 4 - Longrines LG14-LG15

1.3.6 Longrines C2-LG11

Longrine servant de support bas au départ de la volée d'escalier. C2 est le support de la volée et Lg11 sert de culasse.

- Dispositions géométriques :
 - Longrine Lg11 raccordée à un plancher béton armé des 2 côtés et console C2 raccordée sur un seul côté au départ de la volée (simulée dans le logiciel par raccordement à un plancher)
 - Portée : 6.57m m entre nus d'appuis pour Lg11 et 1.42m pour la console.
 - Ame : largeur 40cm hauteur 70cm
 - Hauteur du plancher : 20 cm
 - Eléments coulés sur place pour permettre la mise en œuvre du ferrailage. Reprise de bétonnage car le bétonnage sera réalisé en 2 phase :
 - Phase 1 : coulage du fond des longrines Lg7 à Lg10 + C2 pour permettre l'appui du ferrailage du plancher
 - Phase 2 : coulage du plancher et de la partie supérieure des longrines évoquées ci-dessus. D'où l'importance de bien se coordonner avec le bureau des méthodes (même si en l'occurrence pour un petit chantier comme celui-ci, c'est le conducteur de travaux ou le chef de chantier qui fait office de bureau des méthodes).
 - C2 : appui droit : 20cm soit la largeur de la longrine Lg8
 - Lg11 : Appui gauche : 20cm soit la largeur de la longrine Lg8 et appui droit : 30cm soit la largeur de la longrine Lg10
- Charge :
 - Voir la feuille de linéarisation des charges
 - Attention au changement de sens de portée des planchers
 - Voir [§3.2.5 Longrines C2-LG11](#) page 26

1.3.7 File C - Longrines LG1 à LG3

- Dispositions géométriques :
 - Longrine raccordée à un plancher béton armé sur un seul côté
 - Portée : 6.02m, 5.94m et 6.02m entre nus d'appuis.
 - Ame : largeur 20cm hauteur 70cm
 - Hauteur du plancher : 20 cm
 - On prévoit une reprise de bétonnage pour couler la dalle du plancher BA sur un fond de poutre préfabriqué (30x50^h)
 - Toutes les longrines sont préfabriquées avec un appui de 10 cm sur chaque semelle de pieux.
 - Lg1 : Appui gauche : 50cm et appui droit : 80cm. La longrine s'appuie sur les semelles de pieux, en béton C30/37
 - Lg2 : Appui gauche : 50cm et appui droit : 80cm. La longrine s'appuie sur les semelles de pieux, en béton C30/37
 - Lg3 : Appui gauche : 80cm et appui droit : 50cm. La longrine s'appuie sur les semelles de pieux, en béton C30/37
- Charge :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

- Voir la feuille de linéarisation des charges
- Voir §3.2.1 File 4 - Longrines LG14-LG15

1.3.8 **File A - Longrines LG4 à LG6**

Mêmes dispositions que pour la file C.

Pour éviter d'alourdir inutilement la présente notice, la file A ne sera pas présentée dans ce document. Toutefois, le fichier de données pour réaliser le calcul est fourni.

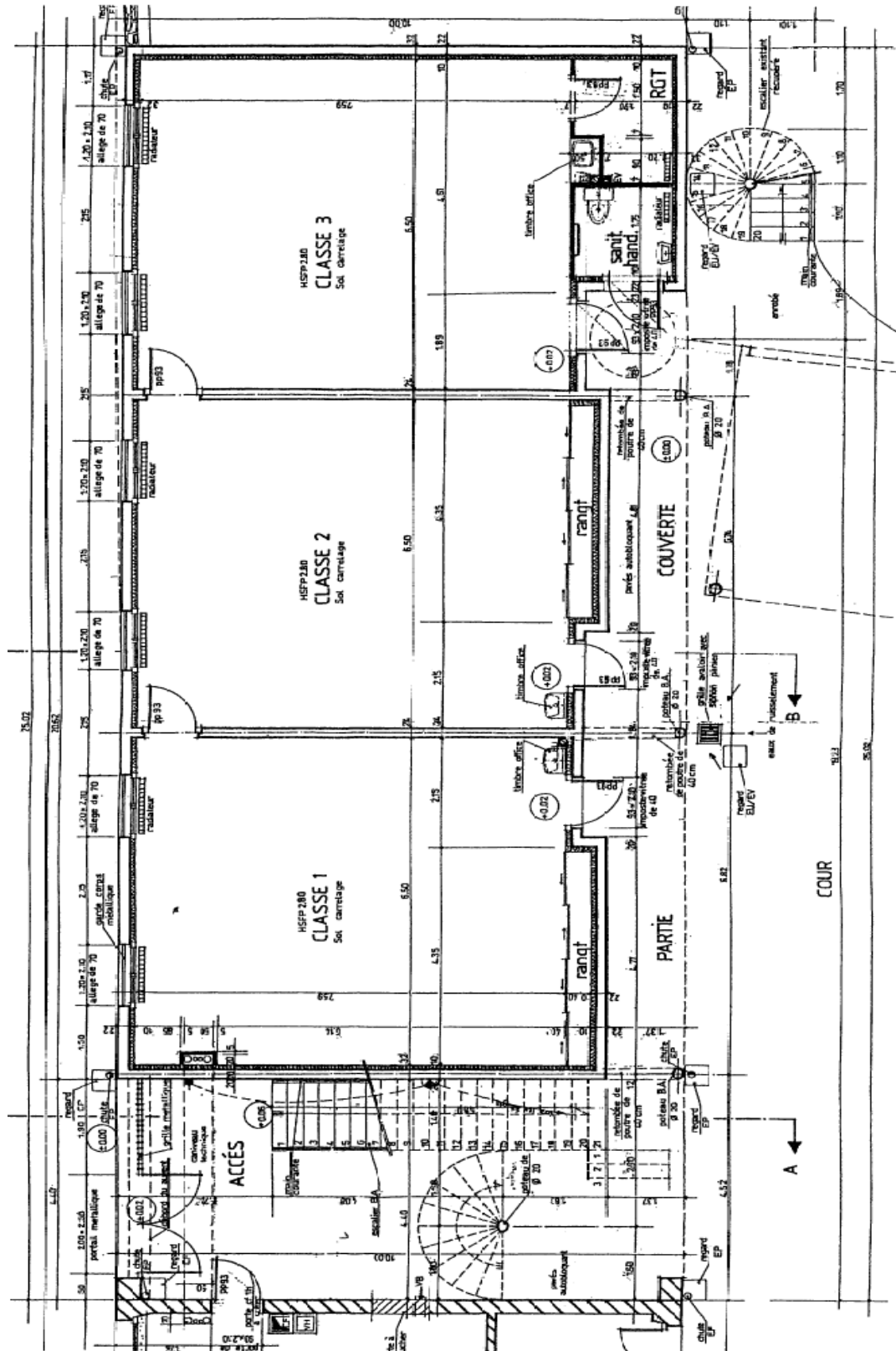
En effet, le calcul des longrines de la file A n'apporte rien de plus par rapport aux calculs de la file C. Les modèles de charges sont identiques mais légèrement différents en valeur numériques. Il n'a pas été jugé opportun d'établir une comparaison avec les autres logiciels comme pour les précédentes longrines.

L'utilisateur du logiciel pourra donc établir la note de calcul s'il le souhaite.



2 Plans

2.1 Plan Architecte du rez-de-chaussée :



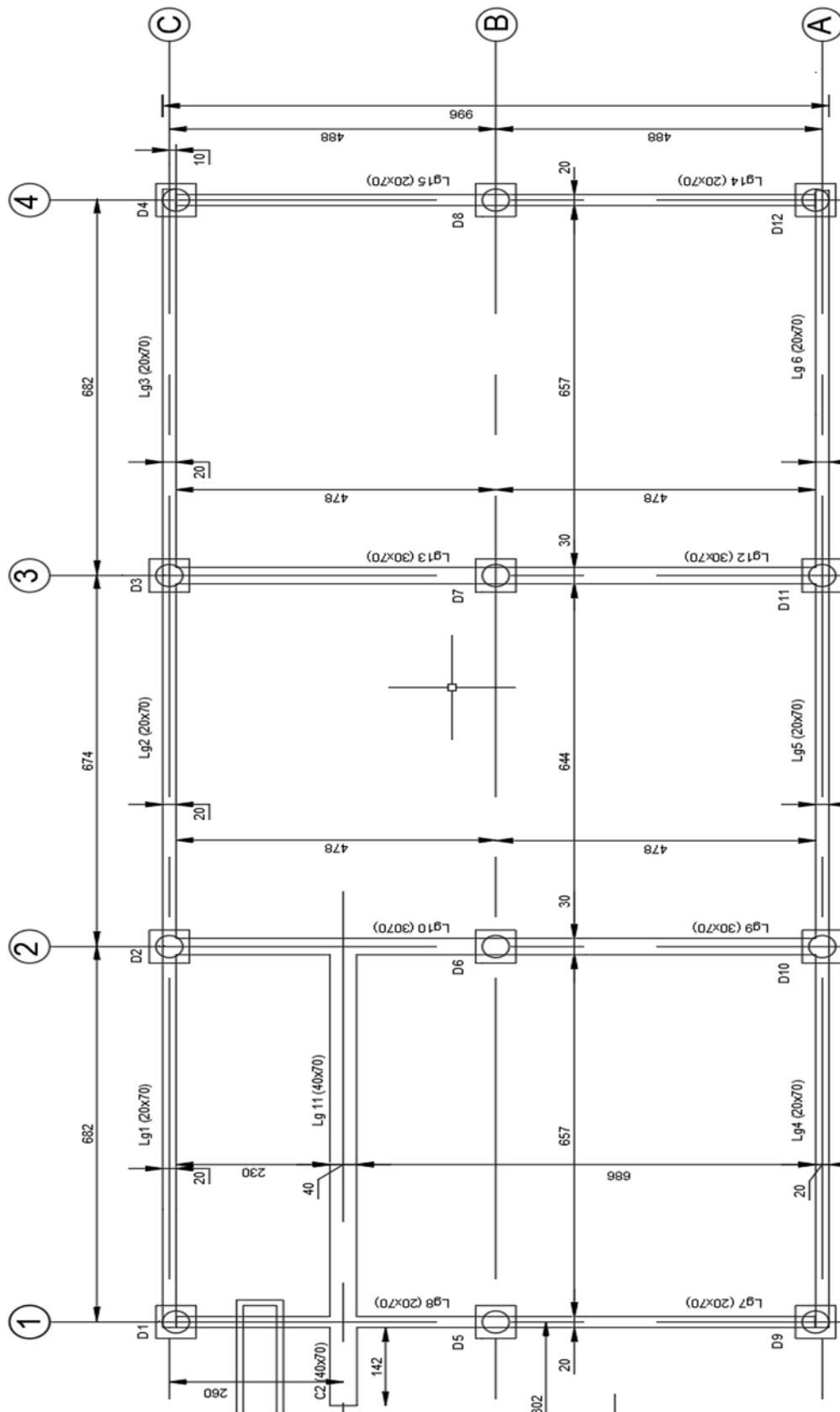
PLAN DU REZ DE CHAUSSEE	2/10
PROJET	Plan n°1

ENCO

[illegible]

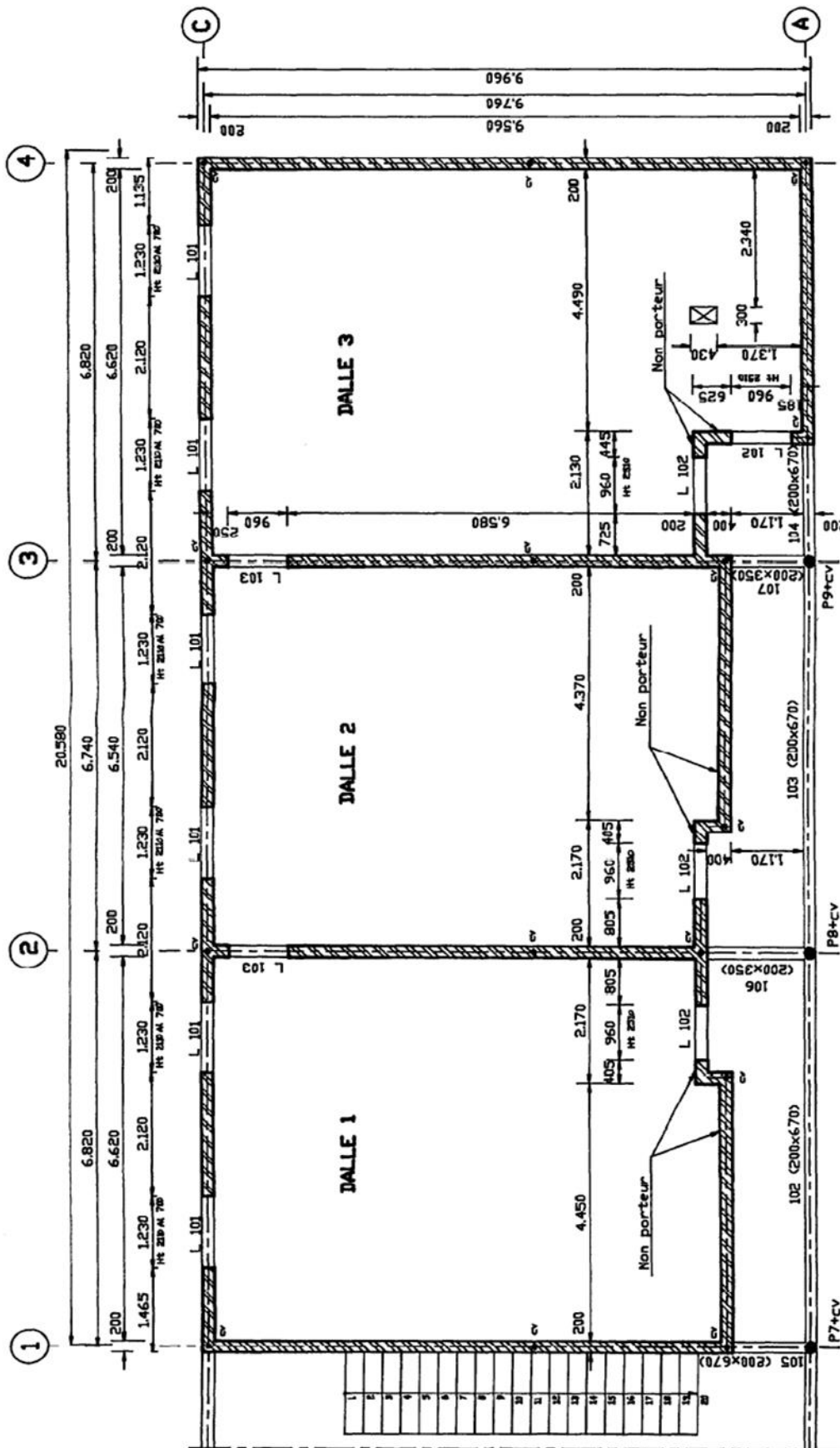


2.3 Plan de coffrage des fondations et longrines:





2.4 Plan de coffrage du niveau haut du rez-de-chaussée :





3 Entrée des données

L'entrée des données pour le calcul d'une nouvelle plancher commence toujours par le formulaire géométrie. Le logiciel n'autorisera pas l'accès aux autres formulaires si ce dernier n'a pas d'abord été renseigné.

3.1 Formulaire Géométrie

3.1.1 File 4 - Longrines LG14-LG15

Une fois complètement renseigné, le formulaire doit se présenter sous les formes suivantes :

Travée n°1

Je rappelle que la longueur de l'appui correspond à la valeur « t » du §5.3.2.2 de l'EN1992-1-1 (voir notice du logiciel et norme EN1992-1-1).

La longrine vient prendre appui sur les semelles couronnant les pieux en béton. Par règle de bonne construction, des armatures vont être ancrées entre la semelle et l'appui de la longrine, ce qui va assurer un caractère monolithique à l'ensemble.

L'appui intermédiaire est donc coché comme monolithique.

Pour l'appui de rive (appui gauche), la coche du caractère monolithique doit être activée aussi pour la prise en compte des 0.15M0. Toutefois, si vous l'oubliez mais que vous avez coché « Prise en compte des 0.15M0 sur appuis d'about » dans le formulaire modélisation, cela aura le même effet.

Travée n°2 :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Identique à la travée 1 sauf sur les points suivants :

- Le nom de la travée est Lg14
- La longueur d'appui est de 80 cm pour l'appui gauche et de 30 cm pour l'appui droit.

3.1.2 **File 3 - Longrines LG12-LG13**

Travée n°1 :

Identique à la travée 1 de la file 4 - Longrines LG14-LG15 sauf sur les points suivants :

- Le nom de la travée est Lg12
- La coche « Plancher à droite » est cochée.

Travée n°2 :

Identique à la travée 2 de la file 4 - Longrines LG14-LG15 sauf sur les points suivants :

- Le nom de la travée est Lg13
- La coche « Plancher à droite » est cochée.

3.1.3 **File 2 - Longrines LG9-LG10**

Travée n°1 :

Identique à la travée 1 de la file 3 - Longrines LG12-LG13 sauf sur deux points suivants :

- Le nom de la travée est Lg10
- Poutre coulée sur place. Pas de reprise de bétonnage pour accueillir la longrine Lg11-C2

Travée n°2 :

Identique à la travée 2 de la file 3 - Longrines LG14-LG15 sauf sur les points suivants :

- Le nom de la travée est Lg9
- Poutre coulée sur place. Pas de reprise de bétonnage pour accueillir la longrine Lg11-C2

3.1.4 **File 1 - Longrines LG7-LG8**

Travée n°1 :

Identique à la travée 1 de la file 4 - Longrines LG14-LG15 sauf sur les points suivants :

- Le nom de la travée est Lg8
- La coche « Plancher à droite » est cochée.
- Poutre coulée sur place. Pas de reprise de bétonnage pour accueillir la longrine Lg11-C2

Travée n°2 :

Identique à la travée 2 de la file 4 - Longrines LG14-LG15 sauf sur les points suivants :

- Le nom de la travée est Lg7
- La coche « Plancher à droite » est cochée.
- Poutre coulée sur place. Pas de reprise de bétonnage pour accueillir la longrine Lg11-C2



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

3.1.5 Longrines C2-LG11

Travée n°1 – console C2 :

Nombre de travées renseignées : **2** Ajouter une travée Supprimer une travée

Travée n° **1** → Nom de la travée : **C2**

Géométrie de l'élément :

☐ Poutre carrée ☒ Poutre rectangulaire ☐ Poutre en T

B (cm) : **40** H (cm) : **70** Ln - distance entre appuis (cm) : **142** ?

Géométrie de l'élément continu à calculer :

☐ Poutre isolée ? ☒ Poutre rattachée à un plancher - Epaisseur du plancher = hp (cm) **20** ☐ Poutre solidaire d'un plancher

Géométrie du plancher : ☒ Plancher à gauche ☐ Plancher à droite

Type de fabrication :

☒ Poutre coulée en place ? ☐ Fond de poutre préfabriqué

Exemple 1:

Exemple 2:

Appui gauche :

☒ Pas d'appui - Console ? ☐ Appui béton ☐ Maçonnerie

Appui droit :

☐ Pas d'appui - Console ? ☒ Appui béton - fck (MPa) : **30** ☒ Monolithique ☐ Maçonnerie

Longueur t (cm) : **20**

Gestion du formulaire :

Effacer toutes les variables Effacer les variables affichées

J'ai laissé cocher « Plancher à gauche pour simuler le départ de la paillasse de l'escalier.

Travée n°2 :

Nombre de travées renseignées : **2** Ajouter une travée Supprimer une travée

Travée n° **2** ← Nom de la travée : **LG11**

Géométrie de l'élément :

☐ Poutre carrée ☒ Poutre rectangulaire ☐ Poutre en T

B (cm) : **40** H (cm) : **70** Ln - distance entre appuis (cm) : **657** ?

Géométrie de l'élément continu à calculer :

☐ Poutre isolée ? ☒ Poutre rattachée à un plancher - Epaisseur du plancher = hp (cm) **20** ☐ Poutre solidaire d'un plancher

Géométrie du plancher : ☒ Plancher à gauche ☒ Plancher à droite

Type de fabrication :

☒ Poutre coulée en place ? ☐ Fond de poutre préfabriqué

Exemple 1:

Exemple 2:

Appui gauche :

☐ Pas d'appui - Console ? ☒ Appui béton - fck (MPa) : **30** ☒ Monolithique ☐ Maçonnerie

Longueur t (cm) : **20**

Appui droit :

☐ Pas d'appui - Console ? ☒ Appui béton - fck (MPa) : **30** ☒ Monolithique ☐ Maçonnerie

Longueur t (cm) : **30**

Gestion du formulaire :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Pour permettre le raccordement avec les longrines Lg8 et Lg10, C2 et Lg11 ne seront pas préfabriquées.

3.1.6 Longrines Lg1 – Lg2 – Lg3

Travée n°1 – longrine Lg1 :

Nombre de travées renseignées : **3** Ajouter une travée Supprimer une travée

Travée n° **1** ➡ Nom de la travée : **Lg1**

Géométrie de l'élément:
☐ Poutre carrée ☒ Poutre rectangulaire ☐ Poutre en T

B (cm) : **20** H (cm) : **70** Ln - distance entre appuis (cm) : **602** ?

Géométrie de l'élément continu à calculer :
☐ Poutre isolée ☒ Poutre rattachée à un plancher - Epaisseur du plancher = hp (cm) **20** ?
☐ Poutre solidaire d'un plancher

Géométrie du plancher : ☐ Plancher à gauche ☒ Plancher à droite

Type de fabrication
☐ Poutre coulée en place ☒ Fond de poutre préfabriqué - H1 (cm) : **50** ☒ Symétrique
Longueur préfabriquée (cm) : **622**
Qualité de la surface de reprise : **Lisse** ? ☒ Prévoir boucles de levage

Exemple 1:

Exemple 2:

partie de poutre préfabriquée

Appui gauche :
☐ Pas d'appui - Console ☒ Appui béton - fck (MPa) : **30** ☒ Monolithique
☐ Maçonnerie
Longueur t (cm) : **50**

Appui droit :
☐ Pas d'appui - Console ☒ Appui béton - fck (MPa) : **30** ☒ Monolithique
☐ Maçonnerie
Longueur t (cm) : **80**

Gestion du formulaire :
Effacer toutes les variables Effacer les variables affichées

Appui de 10cm pour la partie préfabriquée.

Plancher à droite car nous allons dans le sens de Lg1 vers Lg3

Travée n°2 :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Nombre de travées renseignées : **3**

Travée n° 2 Nom de la travée : **L92**

Géométrie de l'élément :

☐ Poutre carrée ☒ Poutre rectangulaire ☐ Poutre en T

B (cm) : **20** H (cm) : **70** Ln - distance entre appuis (cm) : **594**

Géométrie de l'élément continu à calculer :

☐ Poutre isolée ☒ Poutre raccordée à un plancher - Epaisseur du plancher = hp (cm) **20** ☐ Poutre solidaire d'un plancher

Géométrie du plancher : ☐ Plancher à gauche ☒ Plancher à droite

Type de fabrication

☐ Poutre coulée en place ☒ Fond de poutre préfabriqué - H1 (cm) : **50** ☒ Symétrique

Longueur préfabriquée (cm) : **614**

Qualité de la surface de reprise : **Lisse** ☒ Prévoir boucles de levage

Exemple 1 :

Exemple 2 :

Appui gauche :

☐ Pas d'appui - Console ☒ Appui béton - fck (MPa) : **30** ☒ Monolithique ☐ Maçonnerie

Longueur t (cm) : **80**

Appui droit :

☐ Pas d'appui - Console ☒ Appui béton - fck (MPa) : **30** ☒ Monolithique ☐ Maçonnerie

Longueur t (cm) : **80**

Gestion du formulaire :

Voir travée n°1 pour information complémentaire

Travée n°3 :

Nombre de travées renseignées : **3**

Travée n° 3 Nom de la travée : **L93**

Géométrie de l'élément :

☐ Poutre carrée ☒ Poutre rectangulaire ☐ Poutre en T

B (cm) : **20** H (cm) : **70** Ln - distance entre appuis (cm) : **602**

Géométrie de l'élément continu à calculer :

☐ Poutre isolée ☒ Poutre raccordée à un plancher - Epaisseur du plancher = hp (cm) **20** ☐ Poutre solidaire d'un plancher

Géométrie du plancher : ☐ Plancher à gauche ☒ Plancher à droite

Type de fabrication

☐ Poutre coulée en place ☒ Fond de poutre préfabriqué - H1 (cm) : **50** ☒ Symétrique

Longueur préfabriquée (cm) : **622**

Qualité de la surface de reprise : **Lisse** ☒ Prévoir boucles de levage

Exemple 1 :

Exemple 2 :

Appui gauche :

☐ Pas d'appui - Console ☒ Appui béton - fck (MPa) : **30** ☒ Monolithique ☐ Maçonnerie

Longueur t (cm) : **80**

Appui droit :

☐ Pas d'appui - Console ☒ Appui béton - fck (MPa) : **30** ☒ Monolithique ☐ Maçonnerie

Longueur t (cm) : **50**

Gestion du formulaire :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Voir travée n°1 pour information complémentaire

3.2 Formulaire Charges et Combinaisons

3.2.1 File 4 - Longrines LG14-LG15

Pour la file 4, par rapport aux autres files, j'ai uniformisé les charges trapézoïdales provenant du plancher du Rdc. C'est la raison pour laquelle vous pouvez noter une différence de formes entre les charges des files (voir détails de la note manuscrite de calcul).

Une fois complètement renseigné, le formulaire doit se présenter sous la forme suivante :

3.2.1.1 Onglet partie charges :

Travée n°1 :

Cas	Nature	Schéma	Application charge	P1 (daN/m) ou P (daN)	P2 (daN/m)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)
1	Permanente	1	Supérieure	8145	0	0	0	0	0
2	Exploitation Catégorie C ou D	1	Supérieure	1350	0	0	0	0	0
3	Neige - Altitude $\leq 1000m$	1	Supérieure	93	0	0	0	0	0

Travées n°2 :

Identique à la travée n°1

3.2.1.2 Onglet partie combinaisons :

Une fois que vous avez cliqué sur le générateur de combinaison, vous devez voir apparaître l'onglet combinaison sous la forme suivante pour la combinaison n°1 :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Charges Combinaisons

Nombre de combinaisons renseignées : **11** [Ajouter une combinaison] [Supprimer une combinaison]

Combinaison n° **1** [→] [ELU STR (fondamental) ▼] [Générateur de combinaisons] [Effacer]

	Travée	Charge	Pondération
▶	1	1	1,35
	2	1	1,35
	1	2	1,5
	1	3	0,75
*			

0,75 (3)
1,50 (2)
1,35 (1)

1,35 (1)

Une fois les charges renseignées, il suffit de cliquer le bouton « Générateur de combinaison » et le logiciel détermine automatiquement l'ensemble des combinaisons nécessaires à la justification de ces longrines.

En vertu du nombre et du type de charges renseignées, le générateur a déterminé 11 combinaisons :

- 3 combinaisons ELU Str
- 2 combinaisons ELU Equ pour vérifier l'absence de soulèvement de travée. Surtout utile pour les consoles. Mais le générateur le fait systématiquement.
- 3 combinaisons ELS Caractéristique : pour la détermination des contraintes
- 3 combinaisons ELS Quasi-Permanent : pour le calcul de la fissuration et de la flèche.

Le projeteur devra vérifier la pertinence des combinaisons renseignées mais généralement, le générateur établit plus de combinaisons que nécessaire.

3.2.2 File 3 - Longrines LG12-LG13

Il y a une erreur dans la modélisation des charges mais je n'ai pas voulu recommencer, ces exemples n'étant là qu'à but pédagogique. Le plancher du 1^{er} étage est unidirectionnel et non bidirectionnel, cela majore donc la valeur du cas 1 à 7666daN/ml au lieu de 6465 comme indiquée (voir détails manuscrits de la note de calcul)



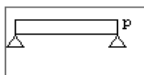

Une fois complètement renseigné, le formulaire doit se présenter sous la forme suivante :

3.2.2.1 Onglet partie charges :

Travée n°1 :





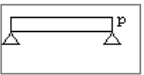

Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Travée n° **1**  Schéma n° **1**   

Référence : Lg13

	Cas	Nature		Schéma		Application charge		P1 (daN/m) ou P (daN)	P2 (daN/m)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)
▶	1	Permanente	▼	1	▼	Supérieure	▼	6425	0	0	0	0	0
	2	Permanente	▼	1	▼	Supérieure	▼	1528	0	0	0	0	0
	3	Permanente	▼	7	▼	Supérieure	▼	0	4043	0	3,2	0	0
	4	Permanente	▼	4	▼	Supérieure	▼	4043	0	3,2	0,88	0	0
	5	Exploitation Catégorie C ou D	▼	1	▼	Supérieure	▼	1625	0	0	0	0	0
	6	Exploitation Catégorie C ou D	▼	7	▼	Supérieure	▼	0	1625	0	3,2	0	0
	7	Exploitation Catégorie C ou D	▼	4	▼	Supérieure	▼	1625	0	3,2	0,88	0	0
	8	Neige - Altitude ≤1000m	▼	1	▼	Supérieure	▼	179	0	0	0	0	0
*			▼		▼		▼						

Travées n°2 :

Travée n° **2**  Schéma n° **1**   

Référence : Lg12

	Cas	Nature		Schéma		Application charge		P1 (daN/m) ou P (daN)	P2 (daN/m)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)
▶	1	Permanente	▼	1	▼	Supérieure	▼	6425	0	0	0	0	0
	2	Permanente	▼	4	▼	Supérieure	▼	5503	0	1,38	1,5	0	0
	3	Permanente	▼	4	▼	Supérieure	▼	1528	0	0	3,08	0	0
	4	Permanente	▼	4	▼	Supérieure	▼	4043	0	0	0,88	0	0
	5	Permanente	▼	7	▼	Supérieure	▼	4043	0	0,88	3,2	0	0
	6	Exploitation Catégorie C ou D	▼	1	▼	Supérieure	▼	1625	0	0	0	0	0
	7	Exploitation Catégorie C ou D	▼	4	▼	Supérieure	▼	1625	0	0	0,88	0	0
	8	Exploitation Catégorie C ou D	▼	7	▼	Supérieure	▼	1625	0	0,88	3,2	0	0
	9	Neige - Altitude ≤1000m	▼	1	▼	Supérieure	▼	179	0	0	0	0	0
*			▼		▼		▼						

3.2.2.2 Onglet partie combinaisons :

Une fois que vous avez cliqué sur le générateur de combinaison, vous devez voir apparaître l'onglet combinaison sous la forme suivante pour la combinaison n°1 :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

arges Combinaisons

Nombre de combinaisons renseignées : **11** [Ajouter une combinaison] [Supprimer une combinaison]

Combinaison n° **1** [→] [ELU STR (fondamental) ▼] [Générateur de combinaisons] [Effacer]

	Travée	Charge	Pondération
▶	1	1	1,35
	1	2	1,35
	1	3	1,35
	1	4	1,35
	2	1	1,35
	2	2	1,35
	2	3	1,35
	2	4	1,35
	2	5	1,35
	1	5	1,5
	1	6	1,5
	1	7	1,5
	1	8	0,75

0,75 (8)
1,50 (7)
1,50 (6)
1,50 (5)
1,35 (4)
1,35 (3)
1,35 (2)
1,35 (1)

1,35 (5)
1,35 (4)
1,35 (3)
1,35 (2)
1,35 (1)

Une fois les charges renseignées, il suffit de cliquer le bouton « Générateur de combinaison » et le logiciel détermine automatiquement les 11 combinaisons que nous allons utiliser :

- 3 combinaisons ELU Str
- 2 combinaisons ELU Equ pour vérifier l'absence de soulèvement de travée. Surtout utile pour les consoles. Mais le générateur le fait systématiquement.
- 3 combinaisons ELS Caractéristique : pour la détermination des contraintes
- 3 combinaisons ELS Quasi-Permanent : pour le calcul de la fissuration et de la flèche.

On remarque que malgré le nombre de cas de charges plus important pour la poutre LG12-LG13 que pour la poutre LG14-LG15, le nombre de combinaisons reste identique car le nombre de natures de charges reste identique, 3 à savoir permanente, exploitation et neige. Toutes les charges de même nature sont considérées comme concomitantes.

Il est possible que dans votre exemple, vous trouviez 12 combinaisons car j'ai rajouté à l'ELU Str la combinaison avec uniquement les charges permanentes, simplement pour vérifier que cela n'agissait pas sur l'épure des armatures.

3.2.3 File 2 - Longrines LG9-LG10

Une fois complètement renseigné, le formulaire doit se présenter sous la forme suivante :

3.2.3.1 Onglet partie charges :

Travée n°1 :

En raison d'un sens de portée différent pour les planchers adjacents, le nombre de charge est important : 14 charges modélisées. Ce qui démontre que le logiciel peut calculer de multiples charges simultanément !

L'exemple montre aussi que le logiciel accepte le mélange des natures de charges sous réserve que la 1^{ière} charge soit une charge permanente (il y aura toujours le poids propre !).



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Charges

Combinaisons

Travée n° 1


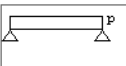


Schéma n° 1



Affichage Charges

Référence : Lg10

	Cas	Nature	Schéma	Application charge	P1 (daN/m) ou P (daN)	P2 (daN/m)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)
▶	1	Permanente	1	Supérieure	7666	0	0	0	0	0
	2	Permanente	1	Supérieure	1528	0	0	0	0	0
	3	Permanente	7	Supérieure	0	2021	0	3.2	0	0
	4	Permanente	4	Supérieure	2021	0	3.2	0.88	0	0
	5	Exploitation Catégorie C ou D	1	Supérieure	1625	0	0	0	0	0
	6	Exploitation Catégorie C ou D	7	Supérieure	0	813	0	3.2	0	0
	7	Exploitation Catégorie C ou D	4	Supérieure	813	0	3.2	0.88	0	0
	8	Neige - Altitude $\leq 1000m$	1	Supérieure	179	0	0	0	0	0
	9	Permanente	5	Supérieure	8131	0	2.2	0	0	0
	10	Permanente	14	Supérieure	808	0	0	0.9	1.3	0
	11	Permanente	7	Supérieure	0	1169	2.2	1.88	0	0
	12	Exploitation Catégorie C ou D	5	Supérieure	3707	0	2.2	0	0	0
	13	Exploitation Catégorie C ou D	14	Supérieure	325	0	0	0.9	1.3	0
	14	Exploitation Catégorie C ou D	7	Supérieure	0	469	2.2	1.88	0	0
*										

Dans la capture d'écran, j'ai oublié pour les charges ponctuelles, d'indiquer la largeur de la charge. Important pour positionner les cadres de reprise. Normalement, le logiciel vous indiquera une erreur.

Travées n°2 :

La travée n°2 comporte 15 charges.

Charges

Combinaisons

Travée n° 2


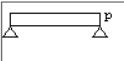


Schéma n°

li



Affichage Charges

Référence : Lg9

	Cas	Nature	Schéma	Application charge	P1 (daN/m) ou P (daN)	P2 (daN/m)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)
▶	1	Permanente	1	Supérieure	7666	0	0	0	0	0
	2	Permanente	4	Supérieure	6807	0	1.38	1.5	0	0
	3	Permanente	4	Supérieure	1528	0	0	3.08	0	0
	4	Permanente	4	Supérieure	2021	0	0	0.88	0	0
	5	Permanente	7	Supérieure	2021	0	0.88	3.2	0	0
	6	Exploitation Catégorie C ou D	1	Supérieure	1625	0	0	0	0	0
	7	Exploitation Catégorie C ou D	4	Supérieure	813	0	0	0.88	0	0
	8	Exploitation Catégorie C ou D	7	Supérieure	813	0	0.88	3.2	0	0
	9	Neige - Altitude ≤1000m	1	Supérieure	179	0	0	0	0	0
	10	Permanente	7	Supérieure	1547	2021	0	0.57	0	0
	11	Permanente	4	Supérieure	2021	0	0.57	0.56	0	0
	12	Permanente	7	Supérieure	2021	0	1.13	2.95	0	0
	13	Exploitation Catégorie C ou D	7	Supérieure	669	813	0	0.57	0	0
	14	Exploitation Catégorie C ou D	4	Supérieure	813	0	0.57	0.56	0	0
	15	Exploitation Catégorie C ou D	7	Supérieure	813	0	1.13	2.95	0	0

Le nombre de charges en travée 2 est légèrement plus important que dans la travée 1, alors que la charge ponctuelle provenant de la longrine Lg11 repose sur la travée précédente. Cela provient de la modélisation des planchers côté file 1 qui ajoute des formes de charges différentes sur la travée



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

3.2.3.2 Onglet partie combinaisons :

Une fois que vous avez cliqué sur le générateur de combinaison, vous devez voir apparaître l'onglet combinaison sous la forme suivante pour la combinaison n°1 :

Travée	Charge	Pondération
1	1	1,35
1	2	1,35
1	3	1,35
1	4	1,35
2	1	1,35
2	2	1,35
2	3	1,35
2	4	1,35
2	5	1,35
1	5	1,5
1	6	1,5
1	7	1,5
1	8	0,75

0,75 (8)
1,50 (7)
1,50 (6)
1,50 (5)
1,35 (5)
1,35 (4)
1,35 (3)
1,35 (2)
1,35 (1)
1,35 (5)
1,35 (4)
1,35 (3)
1,35 (2)
1,35 (1)

Une fois les charges renseignées, il suffit de cliquer le bouton « Générateur de combinaison » et le logiciel détermine automatiquement les 11 combinaisons que nous allons utiliser :

- 3 combinaisons ELU Str
- 2 combinaisons ELU Equ pour vérifier l'absence de soulèvement de travée. Surtout utile pour les consoles. Mais le générateur le fait systématiquement.
- 3 combinaisons ELS Caractéristique : pour la détermination des contraintes
- 3 combinaisons ELS Quasi-Permanent : pour le calcul de la fissuration et de la flèche.

On remarque que malgré le nombre de cas de charges plus important pour la poutre LG12-LG13 que pour la poutre LG14-LG15, le nombre de combinaisons reste identique car le nombre de natures de charges reste identique, 3 à savoir permanente, exploitation et neige. Toutes les charges de même nature sont considérées comme concomitantes.

3.2.4 File 1 - Longrines LG7-LG8

Une fois complètement renseigné, le formulaire doit se présenter sous la forme suivante :

3.2.4.1 Onglet partie charges :

Travée n°1 :

Le nombre de charge est moins important que pour la file 2, 10 cas au lieu de 14.

Pour gagner du temps dans le renseignement de ce formulaire, je suis partie du formulaire de la file 2 et j'ai modifié certaines charges et supprimé d'autres. Raison qui explique que la numérotation des cas se trouve dans un ordre disparate. Toutefois, les cas ont été numérotés pour éviter tout trou dans la numérotation. Sinon, vous allez avoir un plantage logiciel.



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Travée n°

1

Schéma n°

1

Affichage

Charges

Référence :

Lg8

	Cas	Nature	Schéma	Application charge	P1 (daN/m) ou P (daN)	P2 (daN/m)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)
▶	1	Permanente	1	Supérieure	6362	0	0	0	0	0
	2	Permanente	1	Supérieure	1528	0	0	0	0	0
	5	Permanente	5	Inférieure	12978	0	2,2	0,3	0	0
	8	Exploitation Catégorie C ou D	5	Inférieure	3803	0	2,2	0,3	0	0
	9	Exploitation Catégorie C ou D	14	Supérieure	325	0	0	0,9	1,3	0
	10	Exploitation Catégorie C ou D	7	Supérieure	0	469	2,2	1,88	0	0
	3	Exploitation Catégorie C ou D	1	Supérieure	813	0	0	0	0	0
	4	Neige - Altitude ≤1000m	1	Supérieure	150	0	0	0	0	0
	6	Permanente	14	Supérieure	808	0	0	0,9	1,3	0
	7	Permanente	7	Supérieure	0	1169	2,2	1,88	0	0
*										

Travées n°2 :

La travée n°2 comporte 11 charges, au lieu de 15 pour la file 2.

Idem que pour la travée précédente expliquant cette numérotation disparate des cas.

Travée n°

2

Schéma n°

11

Affichage Charges

Référence :

Lg7

	Cas	Nature		Schéma		Application charge		P1 (daN/m) ou P (daN)	P2 (daN/m)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)
▶	1	Permanente	▼	1	▼	Supérieure	▼	6362	0	0	0	0	0
	2	Permanente	▼	4	▼	Supérieure	▼	3372	0	1,38	1,5	0	0
	3	Permanente	▼	4	▼	Supérieure	▼	1528	0	0	3,08	0	0
	6	Permanente	▼	7	▼	Supérieure	▼	1547	2021	0	0,57	0	0
	9	Exploitation Catégorie C ou D	▼	7	▼	Supérieure	▼	669	813	0	0,57	0	0
	10	Exploitation Catégorie C ou D	▼	4	▼	Supérieure	▼	813	0	0,57	0,56	0	0
	11	Exploitation Catégorie C ou D	▼	7	▼	Supérieure	▼	813	0	1,13	2,95	0	0
	4	Exploitation Catégorie C ou D	▼	1	▼	Supérieure	▼	813	0	0	0	0	0
	5	Neige - Altitude ≤1000m	▼	1	▼	Supérieure	▼	150	0	0	0	0	0
	7	Permanente	▼	4	▼	Supérieure	▼	2021	0	0,57	0,56	0	0
	8	Permanente	▼	7	▼	Supérieure	▼	2021	0	1,13	2,95	0	0
⬆			▼		▼		▼						

Le nombre de charges en travée 2 est légèrement plus important que dans la travée 1, alors que la charge ponctuelle provenant de la longrine Lg11 repose sur la travée précédente. Cela provient de la modélisation des planchers côté file 1 qui ajoute des formes de charges différentes sur la travée

3.2.4.2 Onglet partie combinaisons :

Une fois que vous avez cliqué sur le générateur de combinaison, vous devez voir apparaître l'onglet combinaison sous la forme suivante pour la combinaison n°1 :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Charges Combinaisons

Nombre de combinaisons renseignées : **12** Ajouter une combinaison Supprimer une combinaison

Combinaison n° **1** → ELU STR (fondamental) Générateur combinai

Travée	Charge	Pondération
1	1	1,35
1	2	1,35
1	5	1,35
1	6	1,35
1	7	1,35
2	1	1,35
2	2	1,35
2	3	1,35
2	6	1,35
2	7	1,35
2	8	1,35
*		

1,35 (7) 1,35 (8)
1,35 (6) 1,35 (7)
1,35 (5) 1,35 (6)
1,35 (2) 1,35 (3)
1,35 (1) 1,35 (2)
1,35 (1) 1,35 (1)

Une fois les charges renseignées, il suffit de cliquer le bouton « Générateur de combinaison » et le logiciel détermine automatiquement les 11 combinaisons que nous allons utiliser :

- 4 combinaisons ELU Str
- 2 combinaisons ELU Equ pour vérifier l'absence de soulèvement de travée. Surtout utile pour les consoles. Mais le générateur le fait systématiquement.
- 3 combinaisons ELS Caractéristique : pour la détermination des contraintes
- 3 combinaisons ELS Quasi-Permanent : pour le calcul de la fissuration et de la flèche.

On remarque que malgré le nombre de cas de charges plus important pour la poutre LG12-LG13 que pour la poutre LG14-LG15, le nombre de combinaisons reste identique car le nombre de natures de charges reste identique, 3 à savoir permanente, exploitation et neige. Toutes les charges de même nature sont considérées comme concomitantes.

3.2.5 Longrines C2-LG11

Une fois complètement renseigné, le formulaire doit se présenter sous la forme suivante :

3.2.5.1 Onglet partie charges :

Travée n°1 – C2 :

Cette travée reprend uniquement la volée d'escalier : poids propre de la volée et de la console et charge d'exploitation venant sur la volée

Charges Combinaisons

Travée n° **1** → Schéma n° **1** ↓ Affichage Charges

Référence : C2

Cas	Nature	Schéma	Application charge	P1 (daN/m) ou P (daN)	P2 (daN/m)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)
1	Permanente	1	Supérieure	3616	0	0	0	0	0
2	Exploitation Catégorie C ou D	1	Supérieure	883	0	0	0	0	0
*									



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Travées n°2 – LG11 :

La travée n°2 reprend la moitié de la charge du plancher se trouvant entre LG1 et LG11 (plancher monodirectionnel) et une partie de la charge du plancher se trouvant entre LG11 et LG4 (plancher bidirectionnel). Voir feuille de linéarisation de charge pour le détail du calcul de charge.

Charges

Combinaisons

Travée n° 2


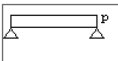


Schéma n° 11



Affichage Charges

Référence : Lg11

	Cas	Nature	Schéma	Application charge	P1 (daN/m) ou P (daN)	P2 (daN/m)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)
▶	1	Permanente	1	Supérieure	1446	0	0	0	0	0
	2	Permanente	12	Supérieure	2021	0	3,285	0	0	0
	3	Exploitation Catégorie C ou D	1	Supérieure	300	0	0	0	0	0
	4	Exploitation Catégorie C ou D	12	Supérieure	813	0	3,285	0	0	0
⌵										

3.2.5.2 Onglet partie combinaisons :

Une fois que vous avez cliqué sur le générateur de combinaison, vous devez voir apparaître l'onglet combinaison sous la forme suivante pour la combinaison n°1 :

Charges

Combinaisons

Nombre de combinaisons renseignées : 11

Ajouter une combinaison

Supprimer une combinaison

Combinaison n° 1

ELU STR (fondamental)

	Travée	Charge	Pondération
▶	1	1	1,35
	2	1	1,35
	2	2	1,35
*			

1,35 (1) 1,35 (2) 1,35 (1)

3.2.6 Longrines Lg1 – Lg2 – Lg3

Une fois complètement renseigné, le formulaire doit se présenter sous la forme suivante :

3.2.6.1 Onglet partie charges :

Travée n°1 – Lg1 :

Voir feuille linéarisation des charges.



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Charges Combinaisons

Travée n° 1

Référence : Lg1

Schéma n° 1

Affichage Charges

Cas	Nature	Schéma	Application charge	P1 (daN/m) ou P (daN)	P2 (daN/m)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)
1	Permanente	1	Supérieure	3504	0	0	0	0	0
2	Permanente	1	Supérieure	746	0	0	0	0	0
3	Exploitation Catégorie C ou D	1	Supérieure	300	0	0	0	0	0
4	Neige - Altitude $\leq 1000m$	1	Supérieure	40	0	0	0	0	0
5	Permanente	12	Supérieure	2058	0	3,01	0	0	0
6	Exploitation Catégorie C ou D	12	Supérieure	827	0	3,01	0	0	0
*									

Surtout ne pas oublier de préciser la valeur de a pour les charges triangulaires. Le programme calcule quand même mais les valeurs sont complètement aberrantes ! Un correctif a été apporté pour tester les valeurs des expressions a, b, c et d en fonction du schéma de charge appliqué.

Travées n°2 – LG2 :

Voir feuille linéarisation des charges

Charges Combinaisons

Travée n° 2

Référence : Lg2

Schéma n° 1

Affichage Charges

Cas	Nature	Schéma	Application charge	P1 (daN/m) ou P (daN)	P2 (daN/m)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)
1	Permanente	1	Supérieure	3504	0	0	0	0	0
2	Permanente	12	Supérieure	4116	0	2,97	0	0	0
3	Exploitation Catégorie C ou D	12	Supérieure	1654	0	2,97	0	0	0
4	Neige - Altitude $\leq 1000m$	1	Supérieure	40	0	0	0	0	0
*									

Travées n°3 – LG3 :

Voir feuille linéarisation des charges. Les charges provenant des planchers pour Lg2 et Lg3 sont identiques par simplification alors que leurs travées sont légèrement différentes (6.02 pour 5.94m). Mais cela ne change quasiment rien et va dans le sens de la sécurité (la valeur a été prise pour 6.02).

Charges Combinaisons

Travée n° 3

Référence : Lg3

Schéma n° 1

Affichage Charges

Cas	Nature	Schéma	Application charge	P1 (daN/m) ou P (daN)	P2 (daN/m)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)
1	Permanente	1	Supérieure	3504	0	0	0	0	0
2	Permanente	12	Supérieure	4116	0	3,01	0	0	0
3	Exploitation Catégorie C ou D	12	Supérieure	1654	0	3,01	0	0	0
4	Neige - Altitude $\leq 1000m$	1	Supérieure	40	0	0	0	0	0
*									

3.2.6.2 Onglet partie combinaisons :

Une fois que vous avez cliqué sur le générateur de combinaison, vous devez voir apparaître l'onglet combinaison sous la forme suivante pour la combinaison n°1 :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Charges

Combinaisons

Nombre de combinaisons renseignées : **14**

Ajouter une combinaison

Supprimer une combinaison

Combinaison n° **1**

→

ELU STR (fondamental) ▼

Générateur de combinaisons

Effacer

	Travée	Charge	Pondération
▶	1	1	1,35
	1	2	1,35
	1	5	1,35
	2	1	1,35
	2	2	1,35
	3	1	1,35
	3	2	1,35
*			

1,35 (5)
1,35 (2)
1,35 (1)

1,35 (2)
1,35 (1)

1,35 (2)
1,35 (1)

3.3 Formulaire Matériaux

Une fois complètement renseigné, le formulaire doit se présenter sous la forme ci-dessous. Attention, bien lire les commentaires car suivant ce que vous vous voulez faire apparaître, les valeurs peuvent légèrement changer.



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Materiaux

Béton :

Classe de résistance : C30/37

Masse volumique moyenne : 2100 (Kg/m3)

Diamètre du granulat : 20 (mm)

Classe du ciment : Classe N

Nature du ciment : Autres

Diamètre de l'aiguille vibrante : 30 (mm)

Espace réservé autour de l'aiguille vibrante : 5 (mm)

yc Durable Transitoire : 1.50

yc Accidentel : 1.20

Acier :

Module d'élasticité Es : 200000 (MPa)

Masse volumique moyenne : 7850 (Kg/m3)

Type d'armature : B500B

ys Durable Transitoire : 1.15

ys Accidentel : 1.00

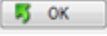
OK Annuler

Figure 3-1 - Formulaire Matériaux

Le renseignement de ce formulaire doit être réalisé conformément aux données figurant dans le chapitre 1.3 Description des page 6 du présent document.

La figure ci-avant appelle les commentaires suivants :

- La classe de résistance : suivant notice soit C30/37.
- Diamètre du granulat : aucun renseignement particulier donné dans la notice. Il est donc pris une valeur standard.
- Classe et nature du ciment : aucun renseignement particulier donné dans la notice. Il est donc pris une valeur standard
- Diamètre de l'aiguille vibrante et espace réservé : aucun renseignement particulier donné dans la notice. Toutefois, un simple calcul donne $2 \times 30 \text{ mm}$ pour l'enrobage latéral + $3 \times \text{HA}20$ pour les barres, il reste donc 2 espaces cumulant $2 \times 3 + 3 \times 6 = 18 \text{ cm}$ et $30 - 18 = 12 \text{ cm}$ et $12/2 = 6 \text{ cm}$. Une aiguille de $30 + 2 \times 5 \text{ mm}$ passe largement, sous réserve de ne pas dépasser 3 barres dans le même lit horizontal.
Pour les longrines des files 2, 3..., le diamètre a été **réduit à 25mm** pour permettre la mise en place d'un lit à 4 barres.
Pour les longrines de largeur 20cm, le diamètre de l'aiguille vibrante est pris égal à 15mm.
- Armature de limite d'élasticité 500MPa et de classe B.

Il suffit de cliquer sur le bouton  pour valider l'ensemble des données figurant sur le formulaire.

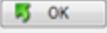


Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

3.4 Formulaire Ferrailage

Dans ce formulaire, beaucoup d'éléments sont déjà pré-remplis et n'ont pas besoin d'être modifiés par rapport aux caractéristiques du projet.

Toutefois, assurez-vous toujours que ces valeurs de base répondent aux caractéristiques de votre projet.

Il suffit de cliquer sur le bouton  pour valider l'ensemble des données renseignées.

3.4.1 Onglet Armature - Mandrin :

La disponibilité des aciers est modifiée comme suit :

Stock disponible		Diamètre	Diamètre du mandrin de cintrage des aciers (m)		
Longitudinaux	Transversaux	(mm)	Longitudinaux	Transversaux	Coudés
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.0	0,063	0,032	0,100
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8.0	0,080	0,040	0,125
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10.0	0,100	0,050	0,160
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12.0	0,125	0,063	0,200
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14.0	0,160	0,080	0,200
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16.0	0,160	0,080	0,250
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20.0	0,200	0,100	0,320
<input checked="" type="checkbox"/>		25.0	0,250		
<input checked="" type="checkbox"/>		32.0	0,320		
<input type="checkbox"/>		40.0	0,400		

En raison de la dimension de la poutre et pour éviter des associations de diamètre d'acier trop disparate, les diamètres ont été limités à :

- HA10 à HA32 pour les armatures longitudinales, on verra par la suite des calculs, si cela doit être encore modifié.
- HA8 et HA10 pour les armatures transversales.

3.4.2 Onglet Longitudinal – Critères de choix

Par rapport aux valeurs par défaut, deux modifications :

- Nombre de barres par lit réduit à 3 pour les poutres de 30cm de large (voir pb aiguille vibrante)

Les modifications sont entourées en rouge sur l'image ci-dessous.



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Amature - Mandrin Longitudinal - Critères de choix Longitudinal - Critères de formes Transversal Console / Suspente Table poutre en Té Ferrailage imposé

Choix du nombre de barres par lit :

Largeur (m) >	Largeur (m) <=	Nombre de barres par lit
0	0,17	2
0,17	0,27	3
0,27	0,37	3
0,37	0,47	5
0,47	0,57	6
0,57	0,67	7
0,67	0,77	8
0,77	0,87	9
0,87	1,0	10
1,0		11

Choix du diamètre maxi de barres HA :

Largeur (m) >	Largeur (m) <=	diamètre Maxi. Ø (mm)
0	0,27	16
0,27	0,37	20
0,37	0,52	25
0,52	0,82	32
0,82		32

Choix du nombre de lits suivant la hauteur de poutre :

hauteur (m) >	Hauteur (m) <=	Nombre de lits
0	0,25	1
0,25	0,70	2
0,70		3

Retour aux valeurs par défaut

3.4.3 Onglet Longitudinal – Critères de forme

Amature - Mandrin Longitudinal - Critères de choix Longitudinal - Critères de formes Transversal Console / Suspente Table poutre en Té Ferrailage imposé

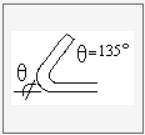
Ancrages des armatures sur appui :

☐ Retour d'équerre (angle=90°)

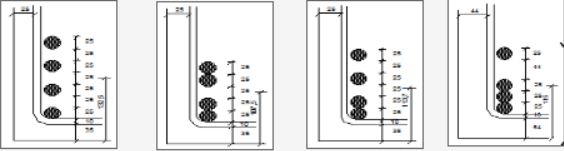
☒ Ancrage à 135°

☐ Ancrage à 120°

☐ Crochet normal (angle=180°)



Positionnement des armatures longitudinales :



☐ Disposition n°1 ☒ Disposition n°2 ☐ Disposition n°3 ☐ Disposition n°4

☐ Conditions d'adhérence bonne - application de l'article 8.9.1(4)

Dimension du mandrin de cintrage :

☒ Suivant valeurs affichées dans le 1^{er} onglet 1 du présent formulaire

☐ Suivant équation (8.1) de l'eurocode - valeur minimale du mandrin

☐ Suivant série de la NF EN 13670

☐ Suivant série configurée

☒ Ancrage des armatures longitudinales sur appui à partir du nu de l'appui.

- Ancrage à 135° - Aucune précision dans la notice
- Disposition en lit regroupé pour les 2 premières barres et la 3^{ème} barre sera décalée. Pour essayer de gagner du bras de levier
- Diamètre des mandrins suivant valeurs affichées dans le 1^{er} onglet



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

3.4.4 Onglet Transversal

- Démarrage du 1^{er} cadre à St/2
- Cadres fermés
- Epingles pour les armatures intérieures d'effort tranchant
- Diamètre du mandrin suivant §8.5 de l'EN1992-1-1

3.4.5 Onglet Console/ Suspente

Sans objet pour les longrines des files 3 et 4. Les éléments figurant dans cet onglet ne seront pas pris en compte.

Pour les longrines file 1 et file 2 :

Pour la file 2 – Longrine Lg9-Lg10 et pour la file 1 – Longrine Lg8-Lg7 : la longrine Lg11-C2 vient prendre appui sur ces 2 longrines. Il y aura donc mise en place de suspentes dans Lg8 de la file 1 et dans Lg10 de la file 2. Le nombre minimal de suspente est fixé au nombre minimal, à savoir 3.

Pour l'une et l'autre longrine, cela se présente de manière identique et sous la forme suivante :

Pour la longrine C2-Lg11 :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

La console C2 disposera d'une armature de flexion avec retour droit.

3.4.6 Table poutre en T

Sans objet – Les longrines ne prennent pas en compte les raccords aux planchers comme table de compression.

3.4.7 Ferraillage imposé

Pour les longrines de la file 4 : prise en compte de 3 HA20 sur appui intermédiaire pour avoir le même cas de figure que OMD2018™

Pour les autres longrines : aucune armature imposée.

3.5 Formulaire Modélisation – Environnement

Dernier formulaire renseigné. Toutefois, les 3 derniers formulaires peuvent être renseignés dans n'importe quel ordre, cela n'a pas d'importance.

La seule obligation est de renseigner le formulaire géométrie en 1^{ier}.

3.5.1 Onglet ELU - Flexion

Pour l'ensemble des longrines hors la longrine C2-Lg11

L'onglet se présente sous la forme suivante :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

ELU

ELS - Contraintes ELS - Fissurations ELS - Flèche Effort tranchant Membrures Durabilité Sécurité incendie Résistance sismique

Méthode d'analyse de structure :

☐ Analyse élastique linéaire suivant conditions de l'article 5.4 de l'EN1992-1-1 ?

☒ Analyse élastique linéaire avec redistribution limitée des moments - article 5.5 de l'EN1992-1-1 - Valeur de δ : ?

☒ Appliquer l'écarter des moments sur appuis suivant les conditions de l'EN 1992-1-1 Art.5.3.2.2(4) ?

☒ Reprise de 0,15M0 pour les appuis de rive ?

Reprise des efforts horizontaux sur appuis :

☒ Sans objet, l'effort horizontal développé par l'effort tranchant est repris par le prolongement sur appui des armatures de flexion. ?

☐ Repris par des armatures additionnelles venant en complément des armatures de flexion

Analyse élastique linéaire avec redistribution – Coefficient= 0,90. Pour essayer d'équilibrer les moments entre appuis et sur appuis.

L'écarter sur appui est retenu en raison de la largeur des appuis. Mais on verra dans la note de calcul qu'il n'est jamais déterminant.

Pour la longrine C2-Lg11

L'onglet se présente sous la forme suivante :

ELU - Flexion ELU - Effort tranchant ELS - Contraintes ELS - Fissurations ELS - Flèche Membrures Durabilité Sécurité incendie Résistance sismique

Méthode d'analyse de structure :

☒ Analyse élastique linéaire sans redistribution ?

☐ Appliquer l'écarter des moments sur l'appui de la console ?

☒ Reprise de 0,15M0 pour les appuis de rive ?

☒ Prise en compte des sollicitations de l'ELU Equilibre Statique pour le calcul des épures des armatures ?

Reprise des efforts horizontaux sur appuis :

☒ Sans objet, l'effort horizontal développé par l'effort tranchant est repris par le prolongement sur appui des armatures de flexion. ?

☐ Repris par des armatures additionnelles venant en complément des armatures de flexion

Analyse statique linéaire uniquement.

Par mesure de sécurité, aucun écarter sur l'appui de la console n'est appliqué. Toutefois, le logiciel le permet.

La prise en compte de l'ELU EQ est cochée pour le calcul de l'épure des armatures. Faites le comparatif qu'une vingtaine de cm supplémentaire vienne se rajouter.



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Reprise de 0.15M0 pour l'appui droit de la travée n°2.

3.5.2 Onglet ELU - Effort tranchant

Après renseignement, il se présentera de la façon suivante :

Modèle optimisé :

Angle de la bielle béton à l'effort tranchant :	45,0	(°)	Angle des armatures d'effort tranchant :	90	(°)
<input checked="" type="checkbox"/> Contrainte de calcul des armatures d'effort tranchant limitée à 80% de la limite caractéristique d'élasticité f_{yk}					
<input checked="" type="checkbox"/> Décalage du 2 ^{ème} cadre de la valeur de l'espacement du 1 ^{er} cadre si prise en compte des options St/2 ou u.cotgt()					
<input checked="" type="checkbox"/> Ancrage des armatures longitudinales sur appui à partir du nu de l'appui.					
Décalage Effort Tranchant :					
<input checked="" type="checkbox"/> Appliquer le décalage de l'Effort Tranchant suivant $L=z.cotgt(\theta)$ - article 6.2.3(5) de l'EN1992-1-1					
<input checked="" type="checkbox"/> Optimisation du décalage à l'emplacement vrai du cadre					
<input checked="" type="checkbox"/> Prise en compte de l'Effort Tranchant à distance d de l'appui suivant conditions de l'article 6.2.1(8) de l'EN1992-1-1					
Reprise de bétonnage - Règle des coutures:					
<input type="radio"/> Règle des coutures calé sur deux paliers suivant figure 6.10 de l'EN1992-1-1					
<input checked="" type="radio"/> Répartition des coutures suivant les paliers $L=z.cotgt(\theta)$ du calcul des cadres de reprise d'effort tranchant - article 6.2.3(5) de l'EN1992-1-1					
<input checked="" type="checkbox"/> Prise en compte de σ_n dans l'équation (6.25): contrainte normale à la surface de reprise de bétonnage par les charges supérieures					

Modèle non complètement optimisé (pour permettre d'établir une comparaison valable avec le logiciel GRAITEC OMD2018) :

Angle de la bielle béton à l'effort tranchant :	45,0	(°)	Angle des armatures d'effort tranchant :	90	(°)
<input checked="" type="checkbox"/> Contrainte de calcul des armatures d'effort tranchant limitée à 80% de la limite caractéristique d'élasticité f_{yk}					
<input type="checkbox"/> Décalage du 2 ^{ème} cadre de la valeur de l'espacement du 1 ^{er} cadre si prise en compte des options St/2 ou u.cotgt()					
<input checked="" type="checkbox"/> Ancrage des armatures longitudinales sur appui à partir du nu de l'appui.					
Décalage Effort Tranchant :					
<input checked="" type="checkbox"/> Appliquer le décalage de l'Effort Tranchant suivant $L=z.cotgt(\theta)$ - article 6.2.3(5) de l'EN1992-1-1					
<input type="checkbox"/> Optimisation du décalage à l'emplacement vrai du cadre					
<input type="checkbox"/> Prise en compte de l'Effort Tranchant à distance d de l'appui suivant conditions de l'article 6.2.1(8) de l'EN1992-1-1					
Reprise de bétonnage - Règle des coutures:					
<input checked="" type="radio"/> Règle des coutures calé sur deux paliers suivant figure 6.10 de l'EN1992-1-1					
<input type="radio"/> Répartition des coutures suivant les paliers $L=z.cotgt(\theta)$ du calcul des cadres de reprise d'effort tranchant - article 6.2.3(5) de l'EN1992-1-1					
<input type="checkbox"/> Prise en compte de σ_n dans l'équation (6.25): contrainte normale à la surface de reprise de bétonnage par les charges supérieures					



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Nous allons faire bénéficier pour les longrines de 2 dispositions de l'Eurocode :

- On profite que les charges sont toutes linéaires réparties pour permettre une répartition des cadres d'effort tranchant par palier, et suivant les conditions de l'article 6.2.3(5)
- Reprise de l'effort de cisaillement sous forme de deux paliers pour chaque demi-travée.

Pour les longrines des files 1 et 2, il ne sera pas appliqué le décalage d'effort tranchant en raison de la présence d'une poutre et de sa console, venant prendre appui sur ces 2 files.

3.5.3 Onglet ELS Contraintes

Pour toutes les longrines, le formulaire affiche les caractéristiques suivantes :

U - Flexion ELU - Effort tranchant **ELS - Contraintes** ELS - Fissurations ELS - Flèche Membrures Durabilité Sécurité incendie Résistance sismique

Coefficient d'équivalence n pour la vérification de la limitation des contraintes suivant §7.2 de l'EN 1992-1-1:

☐ Imposer la valeur de n :

☐ Calcul de la valeur de n par l'équation (7.20) de l'EN1992-1-1

☒ Calcul de la valeur de n par l'équation (7.20) de l'EN1992-1-1 corrigé par les Recommandations Professionnelles

Mode de calcul du coefficient de fluage:

☐ Coefficient de fluage imposé:

☒ Coefficient de fluage calculé suivant l'annexe B de l'EN1992-1-1

Taux d'humidité RH : (%) Chargement age initial t0 : (jours) Chargement age final t = :

Etant donnée qu'il s'agit de longrines, donc dans un environnement fermé, peu ventilé, au contact de la terre, il est plus judicieux de prendre une teneur en humidité plus élevée que la moyenne. D'où le choix de $RH = 80\%$

3.5.4 Onglet ELS Fissuration

Pour toutes les longrines, le formulaire affiche les caractéristiques suivantes :

ELU - Flexion ELU - Effort tranchant ELS - Contraintes **ELS - Fissurations** ELS - Flèche Membrures Durabilité

☐ Sans objet pour les classes d'exposition X0 et XC1

☐ Sans objet pour les classes d'exposition XC2 à XC4 pour des bâtiments de catégorie d'usage A à D

Durée d'application de la charge - facteur kt de l'équation (7.9) :

☐ Court terme

☒ Long terme

Coefficient d'équivalence n Acier/Béton pour le calcul des contraintes suivant §7.2 de l'EN 1992-1-1:

☐ Imposer la valeur de n :

☒ Utiliser une valeur de n identique à celle de l'onglet ELS - Contraintes



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

3.5.5 Onglet ELS Flèche

Au Pour toutes les longrines, le formulaire affiche les caractéristiques suivantes :

Flexion	ELU - Effort tranchant	ELS - Contraintes	ELS - Fissurations	ELS - Flèche	Membrures	Durabilité
<input checked="" type="checkbox"/> Vérification du rapport L/d suivant §7.4.2 de l'EN1992-1-1						
<input type="checkbox"/> Minoration de $7/L_{eff}$ (cloisons fragiles)						
<input checked="" type="checkbox"/> Calcul détaillé des flèches suivant articles 7.4.1 et 7.4.3 de l'EN1992-1-1						
<input checked="" type="checkbox"/> Flèche totale - calcul selon §7.4.3 EN1992-1-1						
<input checked="" type="radio"/> Valeur du coefficient d'équivalence Acier/Béton n identique à celle de l'onglet ELS - Contraintes						
Limitation flèche:						
<input checked="" type="radio"/> $L/250$ - Aspect, fonctionnalité suivant §7.4.1(4) EN1992-1-1						
<input type="radio"/> $L/500$ - Risque d'endommagement suivant §7.4.1(5) EN1992-1-1						

La minoration $7/L_{eff}$ n'est pas cochée, aucune longrine ne dépassant la longueur de 7m.

Toutefois, le logiciel n'affiche le calcul détaillé que si la vérification du rapport L/d conduit à la nécessité d'un calcul.

3.5.6 Onglet Membrane

Sans objet. Le raccordement du plancher sur la longrine n'est pas utilisé comme table de compression.

3.5.7 Onglet Durabilité

Cochez XC4 pour l'ensemble des longrines pour être conforme aux hypothèses d'environnement des longrines. Classement en conformité avec le guide de prescription du CERIB, pour des longrines semi-enterrées.

Valeur identique pour l'ensemble des longrines.

3.5.8 Onglet Sécurité Incendie

Longrines SF1/2h soit :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

ELS - Contraintes ELS - Fissurations ELS - Flèche Effort tranchant Membrures Durabilité Sécurité incendie

Exigences de tenue au feu conforme à la norme NF EN 1992-1-2/AN §5 données tableau

Travée n°

☒ Applicable à toutes les travées

Tenue au feu exigée :

Nombre de faces exposé au feu :

Valeur identique pour l'ensemble des longrines.

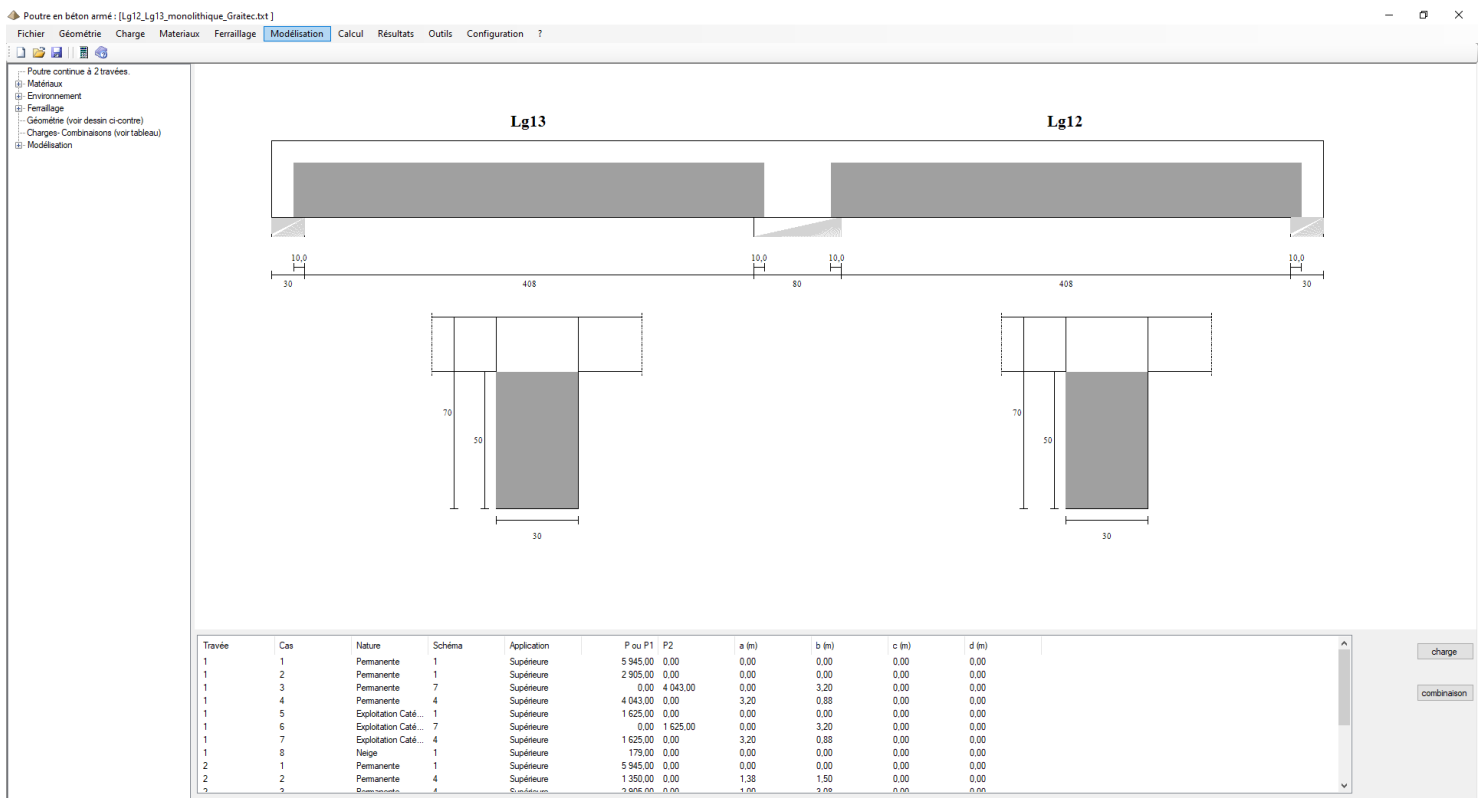
3.5.9 Onglet Résistance sismique

Aucune modification – le bâtiment n'est pas en zone sismique.

Valeur identique pour l'ensemble des longrines.

3.6 Présentation finale

Une fois toutes les données entrées, l'écran général doit se présenter sous cette forme (exemple ci-dessous pour Lg12 et Lg13 mais les autres longrines se présentent sous la même forme) :





Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Cet écran permet une dernière vérification avant de cliquer sur le menu « Calcul » pour effectuer le calcul.

La partie ombrée sur la poutre représente la partie préfabriquée.

4 Note de calcul

Pour rappel, le logiciel établit une note de calcul que vous pouvez éditer sur un logiciel de traitement de texte.

Cette note de calcul est complète et permet de contrôler tous les aspects de vérification imposés par l'Eurocode.

Afin que le lecteur puisse évaluer cette note de calcul, un exemple figure en annexe.

[Voir annexe](#)

5 Plans de ferrailage

Les plans de ferrailage sont présentés à la fin de la note de calcul.

[Voir Annexe](#)

Attention :

Les plans à l'échelle doivent impérativement être imprimés directement depuis le logiciel, ceux figurant en fin de note de calcul ne sont là qu'à titre illustratif, la mise à l'échelle n'étant pas respectée.

6 Comparaison des résultats

La comparaison est établie entre :

- La même poutre calculée avec le logiciel RSA2020® d'Autodesk®
- La même poutre calculée avec le logiciel OMD2018® de Graitec®
- La même poutre calculée via le logiciel « Poutre BA »®.

6.1 Calcul des armatures de flexion à l'ELU

6.1.1 Détermination des armatures

6.1.1.1 Longrines LG14 – LG15

Poutre BA® est un peu plus souple que Graitec OMD2018, c'est la raison pour laquelle, j'ai été conduit à établir 2 fichiers pour Poutre BA® :

- Poutre BA® config. EN: avec la non prise en compte du coefficient de redistribution à l'ELS. Seules les Recommandations Professionnelles valident cette redistribution. Si le CCTP ne valide pas la prise en compte des Recommandations Professionnelles, ces dernières ne peuvent s'appliquer. Cela modifie aussi le calcul du fluage et donc, le calcul des coefficients d'équivalence.
- Poutre BA® config. Graitec : pour la prise en compte de la redistribution comme expliqué plus haut et forçage du choix des armatures sur l'appui intermédiaire (3HA20)

		RSA®	OMD2018®	Poutre BA® Config. EN	Poutre BA® config. Graitec	Commentaires
Mu moment maximal en travée (KN.m)	En 1 ^{ère} travée	221.44	215.30	214.5	214.5	(1)
	En 2 ^{ème} travée	221.44	215.30	214.5	214.5	(1)



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Mu moment maximal sur appui (KN.m)	Sur appui intermédiaire entre travées 1 et 2	195.90	188.21	189.1	189.1	(1)
	Sur appui 1	31.12	32.3	32.2	32.2	(1)
	Sur appui 3	31.12	32.3	32.2	32.2	(1)
Bras de levier d (cm)	Sur appui 1		63.5	64.7	64.7	
	Travée 1		63.5	64	63.9	
	Sur appui 2		63.5	64	64	(4)
As Théorique (cm²)	Sur appui 1		(2.87) 1.10	1.09	1.07	(3)
	Travée 1		7.86	7.75	7.75	(2)
	Sur appui 2		6.78	6.75	6.75	(2)
	Travée 2		7.86	7.75	7.75	(2)
	Sur appui 3		(2.87) 1.10	1.09	1.07	(3)
As Réel	Sur appui 1		3.39		3.39	(3)
	Travée 1		8.01		8.01	
	Sur appui 2		9.42		9.42	
	Travée 2		8.01		8.01	
	Sur appui 3		3.39		3.39	(3)

ND : Non Déterminé

NI : Non Indiqué

Commentaire n°1 :

- Les valeurs des moments entre OMD et Poutre BA® sont extrêmement proche (0.4% de différence)! L'abscisse du moment maxi est identique pour les 2 logiciels : 1,67m depuis le nu de l'appui gauche.

Commentaire n°2 :

- Valeurs quasi-identiques entre les 2 logiciels, la différence provenant du bras de levier.

Commentaire n°3 :

- Les 2 logiciels (OMD2018 et Poutre BA) appliquent la règle de la section d'acier minimale (art. 9.2.1 de l'EN1992-1-) sur les appuis de rives développant 0.15M0
- La note de calcul d'OMD fait afficher directement la section d'acier minimale, la section théorique est entre parenthèse
- Les logiciels mettent en place les mêmes aciers.

Commentaire n°4 :

- Enrobage nominal identique pour les 2 logiciels (= 40 mm) mais :
 - Poutre BA : 40 + 10 (cadre HA10) + moyenne (HA16+HA12) = 15 = 65mm soit d=700 - 65 = 635 soit 64 cm relevé dans la note de calcul. Pour la partie haute, cela est un peu optimiste : 40 + 10 + 10 (HA construction) + HA16 = 76 mm soit d = 624mm
 - OMD 2018 : attention à bien enlever la précision de 6% pour avoir la précision la plus grande possible sur le bras de levier

6.1.1.2 Longrines LG12 – LG13

		OMD2018®	Poutre BA®	RSA2018	Commentaires
Modèle 1 - Sans coefficient de redistribution					



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Mu moment maximal en travée (KN.m)	En 1 ^{ère} travée	267.46	263.1		(1)
	En 2 ^{ème} travée	348.97	358.2		(1)
Mu moment maximal sur appui (KN.m)	Sur appui intermédiaire entre travées 1 et 2	354.20 et 321.85	347 et 330.1		(1)
	Sur appui 1				
	Sur appui 3				
Modèle 2 - Avec coeff. de redistribution : 0.85 – application à tous les cas de charges – Obs. (2)					
Mu moment maximal en travée (KN.m)	En 1 ^{ère} travée	295.79	291.5		(3)
	En 2 ^{ème} travée	379.64	388.2		(3)
Mu moment maximal sur appui (KN.m)	Sur appui intermédiaire entre travées 1 et 2	283.30 et 249.95	275 et 258.1		(3)
	Sur appui 1	44.37	43.7		
	Sur appui 3	56.95	58.2		
Modèle 3 - Avec coefficient de redistribution : 0.85 – application suivant logiciel – Obs. (2)					
Mu moment maximal en travée (KN.m)	En 1 ^{ère} travée	267.46 (274.60)	272.6		(4)
	En 2 ^{ème} travée	348.97 (322.44)	368.4		(4)
Mu moment maximal sur appui (KN.m)	Sur appui intermédiaire entre travées 1 et 2	333.71 (328.28) et 304.81 (299.79)	327.5 et 310.7		(4)
	Sur appui 1	40.12 (41.19)	40.9		
	Sur appui 3	52.35 (48.37)	55.3		
Suite du calcul effectuée avec le modèle 3					
Bras de levier d (cm)	Travée 1	64.6	64.1		
	Appui central	64.6	63.9		
	Travée 2	64.6	63.7		
As Théorique (cm²)	Sur appui 1	2.92	1.37		
	Travée 1	9.78	10.10		
	Sur appui 2	12.51/11.31	12.39		
	Travée 2	13.15	14.14		
	Sur appui 3	2.92	1.85		
As Réel	Sur appui 1	2.92	3.14		(6)
	Travée 1	10.68	10.30		(7)
	Sur appui 2	12.57/12.57	12.57		(8)
	Travée 2	14.20	14.20		(9)
	Sur appui 3	2.92	3.14		(10)

Commentaire n°1 :

- L'écart moyen entre OMD™ et Poutre BAT™ se situe aux environs de 2% avec un maxi à 2,6% et un mini à 1,5%, ce qui est largement dans une tolérance acceptable.
- L'écart le plus important se trouve sur le moment en travée n°2. Cet écart se retrouve sur les 2 autres modélisation (avec coefficient de redistribution sur tous les cas de charge ou pas).
- A l'appui central, le moment est de :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

- 519 kN.m pour Poutre BA
- 514 kN.M pour OMD2018

Commentaire n°2 :

- Le logiciel OMD2018™ permet d'appliquer un coefficient de redistribution soit à l'ensemble des cas de charge (case auto non activée), dans notre cas 0.85 soit il optimise le coefficient de redistribution en conservant la valeur des moments en travée suivant la valeur Rdm.

Le logiciel Poutre BA™ applique une méthodologie différente avec :

- Coche de la case de prise en compte des Recommandations Professionnelles dans le formulaire Configuration ce qui implique la prise en compte du même coefficient de redistribution pour l'ensemble des cas de charge (idem que pour OMD2018™), c.a.d aussi bien à l'ELU qu'à l'ELS
- Non prise en compte des Recommandations Professionnelles et donc application des conditions de l'article 5.5 de l'EN1992-1-1. Différent d'OMD2018™ car le coefficient de redistribution est fixe.

Commentaire n°3 :

- Le logiciel Poutre BA™ reste cohérent par rapport aux résultats d'OMD2018™ et sont toujours relativement proches.
- Sur l'appui central, les résultats sont relativement proches.

Commentaire n°4 :

- Poutre BA™ est à peu près dans les mêmes valeurs pour l'appui central. Par contre, il est majoré en travée d'environ de 10 kN.m par rapport aux valeurs Rdm.
- Il est quand même plus intéressant d'appliquer un coefficient de redistribution car, même avec Poutre BA™, on perd 20 kN.m sur appui pour gagner 10 kN.m en travée ce qui, au final, nous fait quand même gagner 10 kN.m. Le gain est plus significatif avec OMD2018™ (20 au lieu de 10 kN.m).
- OMD2018™ est plus avantageux que Poutre BA™ car pour une baisse quasi-identique sur le moment de l'appui central de 20 kN.m, OMD2018™ reste stable sur ses moments en travée alors que Poutre BA les majore de 10 kN.m.
- Ecart le plus fort : 5,6% sur la valeur du moment en travée n°2
- Les chiffres entre parenthèses correspondent aux corrections apportées à la valeur de combinaison du cas de charge pour la neige. En effet, OMD2018™ ne change pas ces coefficients pour altitude >1000 ou <1000m (Bug ?). Les coefficients ψ ont donc été rentrés manuellement. Mais ce qui est curieux, c'est la baisse de 20 kN.m sur le moment en travée n°2. Dans le reste de l'évaluation, je n'utiliserai pas ces chiffres-là.
- C'est finalement ce dernier cas qui est appliqué pour la suite du calcul.

Commentaire n°6 :

- OMD 2018™ : 4HA10
- Poutre BA™ : section inférieure au minimum – Prise en compte des armatures de construction soit 4 HA10 soit 3.14 cm²
- Par construction, Poutre BA place la même section d'armatures que OMD2018™.

Commentaire n°7 :

- OMD 2018™ : 4HA14 + 4HA12
- Poutre BA™ : 4HA16 + 2HA12
- Poutre BA™ optimise un peu plus que OMD 2018™



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Commentaire n°8 :

- OMD 2018™ : 4HA20
- Poutre BA™ : 4HA16 + 4HA12
- Les 2 logiciels mettent en place la même section d'acier mais, comme au-dessus, Poutre BA™ a tendance à optimiser. La solution d'OMD2018™ est plus couteuse en acier mais offre un gain au montage de la cage par l'armaturier. Il est possible de le corriger en imposant dans le logiciel Poutre BA™, 4HA20.

Commentaire n°9 :

- OMD 2018™ : 4HA16 + 4HA14
- Poutre BA™ : 4HA16 + 4HA14
- Solution identique entre les 2 logiciels

Commentaire n°10 :

- Voir commentaire n°6

Remarque générale :

A quelque chose près, on retrouve entre les 2 logiciels des ferraillages d'armatures longitudinales à peu équivalent.

6.1.1.3 Longrines LG9 – LG10

Les résultats des sollicitations, obtenus par les 3 logiciels, sont les suivants :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

	RSA 2020™				Poutre BA™			OMD2018™		Observations
	Sans redistribution- calcul sur 20 points	Redistribution 10% - calcul sur 10 points	Redistribution 10% - calcul sur 20 points	Redistribution 15%	Sans redistribution	Redistribution 10%	Redistribution 15%	Sans redistribution	Redistribution 10%	
Travée 1 – Lg10										
Moment En travée – kN.m	372.08	400.5	401.53	416	378	381.5	395.9	372.55	403.95	(1)
Moment Au nu de l'appui droit– kN.m	416.21	359.18	358.79	330	415	385.6	385.6	420.20	360.83	(1)
V (kN) – appui gauche	317.34				330.52 (240.3)			326.55		(2)
V (kN) – appui droit	578.69				594.8 (475.9)			567.36		(2)
Travée 2 – Lg9										
Moment Au nu de l'appui gauche– kN.m	409.89	353.08	352.47	324.3	409.9	390.1	390.1	397.32	335.49	(1)
Moment En travée– kN.m	394.76	418.94	420.94	431.37	392.2	392.2	401.6	383.37	388.38	(1)
V (kN) – appui gauche	597.71				609.35 (481.4)			606.59		(2)
V (kN) – appui droit	328.02				333.04 (255.2)			304.06		(2)

Pour les moments – commentaires (1) :

Les valeurs de moments sans redistribution sont cohérentes entre les 3 logiciels sauf pour GRAITEC™ pour la travée 2. Je pense que GRAITEC™ ne doit pas prendre une valeur de charge ou mal la prendre mais je n'ai pas su trouver laquelle. Sachant que lors de mon utilisation, je me suis aperçu que GRAITEC™ ne prenait pas plus de 13 charges d'un même modèle. Il est à remarquer qu'OMD™ est relativement proche des valeurs de RSA™ sur la 1^{ière} travée (sans redistribution ou avec redistribution 10%) mais pas sur la 2^{ième} travée. D'où mon commentaire dans la phrase précédente.

OMD2018™ n'accepte pas une valeur de redistribution de 15%. C'est la raison pour laquelle, dans le tableau ci-dessus, ne figure que la colonne 10%.



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Il est à remarquer aussi que les valeurs du moment à gauche ou à droite de l'appui central sont relativement proche pour RSA™ et Poutre BA™ alors qu'il y a une différence marquée pour le logiciel OMD™, et ce, que ce soit avec redistribution ou sans redistribution.

Les différences de valeurs sur les moments sans redistribution sont de 1,6% maximum entre RSA 2020™ et Poutre BA™, ce qui est largement acceptable (écart maximum de 6kN.m pour le moment en travée pour la travée n°1).

Par contre, les valeurs ne sont plus cohérentes entre RSA™ et Poutre BA™ dès que l'on applique un coefficient de redistribution. Je pense que la différence provient de la façon dont on applique le coefficient de redistribution. Poutre BA™, comme OMD™, ne l'applique que sur la combinaison conduisant au moment le plus élevé sur appui alors que RSA™ doit l'appliquer de manière uniforme sur l'ensemble des combinaisons ELU Str. L'une comme l'autre méthode sont autorisées (voir commentaires Mr Paillé dans son livre « Calcul des structures en béton »).

Aussi, en raison des divers points évoqués ci-dessus, le comparatif entre les 3 logiciels se limite au calcul sans redistribution (ce qui n'est pas le calcul le plus économique).

Pour les valeurs d'effort tranchant – commentaires (1) :

Les valeurs entre parenthèses correspondent aux valeurs retenues dans le cadre d'un calcul par palier comme proposé par l'article 6.2.3(5) de l'EN1992-1-1. Or la travée n°1 comporte une charge ponctuelle. Donc, théoriquement, cet article ne peut s'appliquer dans la région de cette charge. L'Eurocode ne définit pas la dimension qui doit être prise pour cette région. Les logiciels RSA™ et OMD™ appliquent cette région à l'ensemble de la poutre.

Le logiciel Poutre BA affiche simplement un avertissement et laisse le libre choix au projeteur d'appliquer ou pas les conditions de cet article.

Dans notre cas de figure et pour permettre la comparaison avec les 2 autres logiciels, cette option est décochée.

Suite du calcul effectuée avec le modèle sans redistribution					
		OMD2018®	Poutre BA®	RSA2018	Commentaires
Bras de levier d (cm)	Travée 1	61.8	63.9		(4)
	Appui central		63.8		
	Travée 2	61.8	63.9		(4)
As Théorique (cm²)	Sur appui 1	2.79	1.90	1.92	
	Travée 1	14.97	14.56	14.57	
	Sur appui 2	17.19/16.11	16.19/16.08	16.50/16.22	
	Travée 2	15.47	15.18	15.56	
	Sur appui 3	2.79	1.98	2.05	
As Réel	Sur appui 1	2.81	3.14	3.39	(1)
	Travée 1	16.08	15.65	15.71	(2)
	Sur appui 2	18.72/18.72	16.59/	18.85	()
	Travée 2	16.08	15.65	15.71	(2)
	Sur appui 3	2.81	3.14	3.39	(1)

Commentaire 1 :

Le logiciel indique une section minimale de 2.94cm² pour respecter les conditions de rupture fragile. Les armatures de constructions sont prolongées jusqu'à l'appui d'about soit 4HA10 pour une section totale de 3.14cm².



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

OMD2018® fait le choix de conserver 4 HA8 en acier de construction et de rajouter 4HA10 sur les appuis d'about. Le total est plus économique en acier mais plus long à réaliser. Au final, je ne sais pas quelle cage d'armature est la plus économique à réaliser. RSA2020 prévoit 3HA12 pour un total de 3.39cm².

Commentaire 2 :

OMD2018® prévoit 2 lits de 4 HA16 chacun soit une section totale de 16.08 cm² alors que Poutre BA® prévoit 1 lit de 4 HA20 + 1 lit de 2HA14 pour une section totale de 15.65 cm². RSA2020 prévoit un lit de 3 HA20 et 1 lit de 2 HA20 pour un total de 15.71cm²

Commentaire 4 :

Quasiment 2 cm différence entre les bras de levier OMD2018® (61.8 cm) et Poutre BA® (63.9). Mais incohérence d'OMD2018® car nous devrions avoir le même bras de levier à l'ELS sur la même section. Le bras de levier est une disposition géométrique, indépendante de l'Etat Limite. Or, OMD2018® trouve 63.1 à l'ELS. Ce qui est déjà plus proche

6.1.1.4 Longrines LG7 – LG8

		OMD2018®	Poutre BA®	RSA2018®	Commentaires
Modèle 1 - Sans coefficient de redistribution					
Mu moment maximal en travée (KN.m)	En 1 ^{ère} travée	359.18	364.9	361.81	(1)
	En 2 ^{ème} travée	236.42	241.5	240.46	(1)
Mu moment maximal sur appui (KN.m)	Sur appui intermédiaire entre travées 1 et 2	314.24 / 319.92	311/329.1	311.29 / 329.70	(1)
	Sur appui 1	53.88	54.7	54.27	
	Sur appui 3	33.34	36.2	36.07	
Modèle 2 - Avec coeff. de redistribution : 0.90					
Mu moment maximal en travée (KN.m)	En 1 ^{ère} travée	381.89	375.0	384.42	(2)
	En 2 ^{ème} travée	254.20	242.6	260.55	(2)
Mu moment maximal sur appui (KN.m)	Sur appui intermédiaire entre travées 1 et 2	270.36 / 276.04	290.9 / 318.8	267.21 / 285.63	(2)
	Sur appui 1	45.26	56.3	54.27	(3)
	Sur appui 3	31.44	36.4	36.07	(3)
Suite du calcul effectuée avec le modèle 1					
Bras de levier d (cm)	Travée 1		63.7		
	Appui central		63.9 / 63.9		
	Travée 2		64.0		
As Théorique (cm²)	Sur appui 1	2.79	1.84	1.88	(4)
	Travée 1	14.36	13.99	14.13	
	Sur appui 2	12.36 / 12.61	11.70 / 12.46	12.00 / 12.77	
	Travée 2	9.01	8.84	9.11	
	Sur appui 3	2.79	1.21	1.22	(4)
As Réel	Sur appui 1	3.14	3.14	3.39	(8)
	Travée 1	16.08	14.20	14.73	(5)



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

	Sur appui 2	14.20	12.06	15.71	(6)
	Travée 2	9.05	9.05	9.24	(7)
	Sur appui 3	3.14	3.14	3.39	(8)

Commentaire n°1 :

- Les valeurs de moments sont relativement proches entre les 3 logiciels : plus grand écart entre RSA et Poutre BA = 0,5% !

Commentaire n°2 :

- Les valeurs sont relativement proches entre RSA et OMD et plus éloignées de Poutre BA, notamment sur la travée n°2. Toutefois, Poutre BA reste sécuritaire car s'il affiche 18 kN.m en moins, en travée par rapport à RSA, il affiche aussi 33 kN.m en plus sur appui.

Commentaire n°3 :

- Les valeurs de RSA correspondent aux 0.15M0 du moment sans redistribution alors que Poutre BA et OMD prennent 0.15M0 du moment redistribué.

Commentaire n°4 :

- OMD2018 donne les valeurs minimales A_s min alors que RSA et Poutre BA donnent les valeurs correspondant à la valeur de reprise de 0.15M0 qui peuvent être inférieure à la valeur de A_s min.

Commentaire n°5 :

- RSA : 3HA25 / Poutre BA : 4HA16 + 4HA14 / OMD2018 : 4HA16 + 4HA16

Commentaire n°6 :

- RSA : 3HA20 + 2HA20 / Poutre BA : 4HA16 + 2HA16 / OMD2018 : 4HA16 + 4HA14

Commentaire n°7 :

- RSA : 3HA14 + 3HA14 / Poutre BA : 4HA12 + 4HA12 / OMD2018 : 4HA12 + 4HA12

Commentaire n°8 :

- RSA : 3HA12 / Poutre BA : 4HA10 / OMD2018 : 4HA10

6.1.1.5 Longrines C2-LG11

Le calcul est effectué suivant les règles RDM classiques sans prises en compte de coefficient de redistribution, pour se placer du côté de la sécurité.

Pour le logiciel OMD2018, j'ai été obligé de faire 2 versions :

- V1 avec la modélisation des charges trapézoïdales par des charges trapézoïdales
- V2 avec la modélisation des charges trapézoïdales par 2 charges triangulaires.

Seule la version V2 affiche le bon résultat, la version V1 sous-estime le moment en travée 2 (mystère Graitec !).

		OMD2018®	Poutre BA®	RSA2020®	Commentaires
--	--	----------	------------	----------	--------------



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Sans coefficient de redistribution					
Mu moment maximal en travée (KN.m)	En 2 ^{ème} travée	261.96	262.0	264.38	(2)
Mu moment maximal sur appui (KN.m)	Sur appui intermédiaire entre travées 1 et 2	62.56 et 59.35	71.4	62.73 et 60.83	(1)
	Sur appui 2	39.29	39.3	39.66	
Suite du calcul effectuée avec le modèle 1					
Bras de levier d (cm)	Sur appui intermédiaire entre travées 1 et 2				
	Travée 2				
	Sur appui 2				
As Théorique (cm²)	Sur appui intermédiaire entre travées 1 et 2	3.72	2.39	2.28 et 2.21	(3)
	Travée 2	9.79	9.54	9.92	(4)
	Sur appui 2	3.72	1.31	1.38	(7)
As Réel	Sur appui intermédiaire entre travées 1 et 2	3.93	3.93	5.65	(6)
	Travée 2	11.31	9.58	10.05	(5)
	Sur appui 2	3.93	3.93	5.65	(8)

Commentaire n°1 :

- OMD2018® et RSA2020® indiquent 2 valeurs, à droite et à gauche de l'appui. Alors que Poutre BA® ne donne qu'une seule valeur, celle à l'axe de l'appui. Cette dernière est donc nécessairement plus élevée. Dans une version prochaine, le projeteur aura le choix de prendre pour l'appui de poutre en console, soit la valeur de moment au de l'appui gauche et au de l'appui droite (comme pour un appui normal), soit la valeur à l'axe de l'appui. D'ailleurs, si on agrandit la courbe figurant la note de calcul Poutre BA®, la valeur au nu de l'appui gauche est d'environ 62/63 KN.m. Idem pour la valeur au nu de l'appui droit où la valeur est légèrement inférieure à 60KN.m.

Commentaire n°2 :

- Valeurs quasi-identique entre OMD2018® et Poutre BA® et légèrement différente pour RSA2020® (0.9% d'écart !)
- OMD2018 avec la modélisation V1 donne une valeur de moment égale à 184.52 kN.m.

Commentaire n°3 :

- La note de calcul de Poutre BA® n'indique pas dans ce cas la valeur minimale requise. Mais c'est bien cette valeur qui a été prise en compte par le logiciel et qui conduit à une valeur réelle de section d'armature de 3.93 cm², identique à OMD2018®.
- La valeur minimale est indiquée pour l'armature en travée dans le logiciel Poutre BA®.

Commentaire n°4 :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

- La valeur indiquée par RSA2020® est comparable à ce que trouve Poutre BA® avant l'optimisation par l'utilisation de la branche inclinée (désolé mais je n'arrive pas à faire fonctionner sur mon exemplaire de RSA2020, l'optimisation par la prise en compte de la branche inclinée !). La valeur par Poutre BA® est de 9.97cm² pour 9.92 cm² par RSA2020®.

Commentaire n°5 :

- RSA2020® : 5HA16 / Poutre BA® : 5HA12 + 5HA10 / OMD2018® : 5HA12 + 5HA12
- A noter que le modèle proposé par RSA2020 est le plus simple à monter !

Commentaire n°6 :

- RSA2020® : 5HA12 / Poutre BA® : 5HA10 / OMD2018® : 5HA10
- Ferraillage identique entre OMD2018 et Poutre BA

Commentaire n°7 :

- Poutre BA® et RSA2020® affichent les valeurs de section d'armatures déduites du moment alors que OMD2018® affiche la valeur de la section minimale d'acier, plus importante dans ce cas que celle nécessitée par la reprise de l'effort du moment.

Commentaire n°8 :

- RSA2020® : 5HA12 / Poutre BA® : 5HA10 / OMD2018® : 5HA10
- Ferraillage identique entre OMD2018® et Poutre BA®.

6.1.1.6 Longrines LG1 – LG2 – LG3

Le calcul est effectué suivant 2 modèles :

- Les règles RDM classiques sans prises en compte de coefficient de redistribution, pour se placer du côté de la sécurité.
- Avec coefficient de redistribution de 10%

Pour le logiciel OMD2018, la modélisation des charges trapézoïdales est réalisée par 2 charges triangulaires (voir § précédent).

		OMD2018®	Poutre BA®	RSA2020®	Commentaires
Modèle 1 - Sans coefficient de redistribution					
Mu moment maximal en travée (KN.m)	En 1 ^{ière} travée	283.36	315.6	314.77	(1)
	En 2 ^{ième} travée	162.35	164.7	163.86	
	En 3 ^{ième} travée	348.25	359.1	357.28	(1)
Mu moment maximal sur appui (KN.m)	Sur appui intermédiaire entre travées 1 et 2	280.62 et 276.21	290.0 et 304.0	291.16 et 304.94	(1)
	Sur appui intermédiaire entre travées 2 et 3	336.42 et 302.32	332.4 et 314.0	333.30 et 314.74	(1)
	Sur appui 1	42.5	47.3	47.46	(1)
	Sur appui 4	52.24	53.9	53.62	(1)



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Modèle 2 - Avec coeff. de redistribution : 0.90					
Mu moment maximal en travée (KN.m)	En 1 ^{ère} travée	296.87	315.6	330.61	(2)
	En 2 ^{ème} travée	199.29	190.2	205.04	
	En 3 ^{ème} travée	365.44	359.7	374.88	(2)
Mu moment maximal sur appui (KN.m)	Sur appui intermédiaire entre travées 1 et 2	245.26 et 238.87	268.3 et 276.7	253.85 et 265.35	(2)
	Sur appui intermédiaire entre travées 2 et 3	294.62 et 262.36	306.6 et 286.2	290.92 et 274.48	(2)
	Sur appui extrémité 1	44.53	47.3	48.94	(2)
	Sur appui extrémité 4	46.89	54.0	53.59	(2)
Suite du calcul effectuée avec le modèle 2					
Bras de levier d (cm)	Travée 1				
	Appui central				
	Travée 2				
As Théorique (cm²)	Sur appui 1	0.41	1.59	1.65	
	Travée 1	12.25	12.94	13.41	
	Sur appui 2	9.55	10.98 (10.42)	10.47 (9.97)	(3)
	Travée 2	7.79	7.18	7.9	
	Sur appui 3	10.63	12.50 (11.59)	11.37 (10.87)	(3)
	Travée 3	15.68	15.10	15.06	
	Sur appui 4	1.94	1.82	1.89	
As Réel	Sur appui 1	2.36	2.36		
	Travée 1	12.50	13.73		
	Sur appui 2	10.65	11.40 (10.65)		(3)
	Travée 2	8.01	7.26		
	Sur appui 3	12.5	12.63		
	Travée 3	15.71	15.14		
	Sur appui 4	2.36	2.36		

Commentaire n°1 :

- Les valeurs de moments sont relativement proches entre les 3 logiciels et quasi-identique entre RSA2020 et Poutre BA.

Commentaire n°2 :

- Quasiment 15kN.m d'écart pour toutes les valeurs de moment entre Poutre BA et RSA2020, Poutre BA est plus fort en travée mais plus faible en appui de ce même ordre d'écart, ce qui, en soi est rassurant. Cela provient très certainement que RSA applique la réduction à toutes les combinaisons alors que Poutre BA ne l'applique qu'à quelques combinaisons de façon à conserver la valeur de moment en travée (voir notice du logiciel pour plus d'explication). Quelque soit le logiciel utilisé, la sécurité est assurée : un logiciel positionnant un peu plus d'armature sur appuis et un peu moins en travée mais surtout de façon homogène.



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

- OMD se situe entre les valeurs des 2 logiciels avec toujours une faiblesse pour la travée n°1.

Commentaire n°3 :

- Comme les valeurs de moment sont différentes à droite et à gauche de l'appui, la valeur entre parenthèse est la valeur la plus faible.

6.1.2 Epure des aciers

6.1.2.1 Longrines LG14 – LG15

Pour les arrêts sur la travée 1 :

Les valeurs des côtes indiquées dans le tableau ci-dessous, ont pour origine, le nu d'appui gauche.

	OMD 2018®	Poutre BA® config. Graitec	Commentaires
Lg totale HA14 (cm)	458.5	535	
Lg totale HA12 (cm)	308	310	(1)
Ancrage du HA14 inférieur en travée 1 - Origine	ancré	ancré	
Ancrage du HA14 inférieur en travée 1 - Extrémité			
Ancrage du HA12 inférieur en travée 1 - Origine	9	ancré	
Ancrage du HA12 inférieur en travée 1 - Extrémité	308	297	(2)
Lg d'ancrage HA20 (cm)	93.7	96	(3)
Début de l'ancrage du HA20 supérieur	154	112 (136)	(4)

L'épure du lit reprenant les 0.15M0 sur appui de rive n'y figure pas car elle est complètement artificielle. OMD représente une courbe de moment mais celle-ci n'a aucune réalité physique car elle n'est conditionnée que par une valeur forfaitaire de l'EN1992-1-1. C'est la raison pour laquelle je ne fais figurer sur la courbe des moments que le moment résistant de l'armature reprenant 0.15M0. Quand cette dernière est reprise par les aciers de construction, elle n'y figure pas (ce qui est le cas ici).

Commentaire n°1 :

- OMD 2018® fait le choix de rajouter 3 barres HA alors que Poutre BA® prolonge sur appui les 3 barres HA12

Commentaire n°2 :

- Différence de 9cm entre les 2 arrêts

Commentaire n°3 :

- Ne cherchez pas cette valeur dans la note de calcul de Poutre BA®, elle n'y figure pas. Je suis allé la chercher dans le programme lorsque je l'ai fait tourner. Vous pouvez faire de même avec la version non compilée, à disposition librement téléchargeable sur le site internet <http://logiciels-batiment.chez-alice.fr/>. Poutre BA® arrondit au cm supérieur.
- La différence entre les 2 longueurs d'ancrage provient de α_2 : 0.85 pour OMD et 0.87 pour Poutre BA®

Commentaire n°4 :

- 1.36 pour Poutre BA en prenant en compte pour ce dernier l'ELU Equ et 1.54 pour OMD2018 soit 18cm en plus pour OMD. Ce dernier prend, très certainement, la valeur du moment d'ELU Equilibre Statique, mais sans vraiment le dire. De plus, contrairement à Poutre BA, il n'est pas possible de la faire afficher. Par contre, les courbes enveloppes ELU Structure des 2 logiciels sont quasi-identiques (2cm de



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

différence) et la longueur d'ancrage est identique (voir commentaire 3). Une différence peut provenir de la façon de calculer avec les arrondis mais n'explique quand même pas 18cm !

Pour les arrêts sur la travée 2 :

Symétrique à la travée.

6.1.2.2 Longrines LG12 – LG13

En raison d'armatures différentes, seuls 2 points d'épure vont être comparés :

- Sur appui central
- En travée 2

Sur appui central :

- Poutre BA : l'armature commence à 1,58 du nu de l'appui droit (Lg13) et 1.31m du nu de l'appui gauche (Lg12) – Armatures : 4HA16 + 4 HA12
- OMD 2018 : l'armature commence à 1,93 du nu de l'appui droit (Lg13) et 1.83m du nu de l'appui gauche (Lg12) – Armatures : 4HA20
- Les courbes enveloppes des moments sur appuis démarrent, pour la partie Lg13, pour les 2 logiciels quasiment au même endroit : à 3m du nu de l'appui gauche soit 1,08 du nu de l'appui droit. Le décalage a_i est égal à 0.45.d soit 0.45x64cm soit 29cm ce qui porte la valeur à 1.36m. La différence entre 1.36 et 1.58 vient de la prise en compte des combinaisons ELU Eq pour la détermination de l'épure. Pour OMD2018, la différence peut provenir entre les longueur d'ancrages pour un HA 20 (107,5cm) et un HA16 (65.9cm) soit 41.6 cm pas très éloigné des 35cm sachant que la précision sur l'épure d'OMD2018 est de 10 cm.

En travée 2 :

- Poutre BA : l'armature HA14 commence à 88cm du nu de l'appui gauche.
- OMD 2018 : l'armature HA14 commence à 100cm du nu de l'appui gauche.
- Soit des valeurs relativement proches entre les 2 logiciels.

6.1.2.3 Console C2 – Longrine LG11

En raison d'armatures différentes, seuls 2 points d'épure vont être comparés :

- Sur appui de la console
- En travée 2, pour le lit n°2 se trouvant en travée

Sur appui de la console :

- Poutre BA : l'armature finit à 0,97m du nu de l'appui gauche de la travée LG11.
- OMD 2018 : l'armature finit à 1.14m du nu de l'appui gauche de la travée LG11, soit 7cm de plus que Poutre BA. Mais la précision est donnée à 10cm. Donc nous sommes quasiment dans les mêmes valeurs
- RSA2020 : l'armature finit à 0.77m du nu de l'appui gauche de la travée LG11 mais les armatures sont différentes 5HA12 à la place de 5HA10

En travée 2, pour le lit n°2 se trouvant en travée

- Poutre BA : l'armature commence à 122cm de l'appui gauche
- OMD2018 : l'armature commence à 111cm de l'appui gauche
- Sans objet pour RSA2020 ce dernier ne proposant qu'un seul lit.



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Entre Poutre BA et OMD2018, nous sommes toujours dans une fourchette de 10cm.

6.2 Vérification à l'Etat limite de Service

6.2.1 Limitation des contraintes

6.2.1.1 Longrines LG14 – LG15

La comparaison ne s'établit qu'entre OMD 2018® et Poutre BA®, la note de calcul de RSA® étant trop succincte.

Pour OMD2018®, le tableau synthétique de résultats indique des valeurs de contraintes identiques pour les combinaisons caractéristiques, fréquentes et quasi-permanente alors que les valeurs de moments ne devraient pas être identiques. Les éléments fournis ne sont pas suffisamment détaillés pour arriver à comprendre cette identité de résultat ! Par contre, OMD2018® semble utiliser un coefficient d'équivalence recalculée α_e . Ce dernier est pris égal à 25.49 alors lui identique pour l'ensemble des travées et des combinaisons. Une valeur de ce coefficient aussi élevé explique peut-être l'absence de dépassement de la valeur de la contrainte du béton.

Pour le logiciel Poutre BA®, la contrainte acier reste en dessous de la limite de 0,8.fyd. Par contre, la contrainte béton dépasse sur certains points les 0.6.fcd. Par contre, comme il s'agit toujours des appuis et que ces derniers sont des poteaux béton, cela n'a pas grande conséquence. C'est la raison pour laquelle c'est acceptable. De plus, il n'a pas été fait appel à la considération de la Recommandation Professionnelle qui autorise la redistribution limitée des moments aux ELS. Ce qui permettrait de réduire la contrainte du béton.

6.2.1.2 Longrines LG12 – LG13

	OMD 2018®	Poutre BA®	Commentaires
Travée n°1 – LG13			
Fluage ϕ	2.53/2.59	1.72 (2.72)	(1)
α_e - Coefficient d'équivalence Acier/Béton	15.4/15.79	19.91	
En travée – σ_b (MPa)	10.21	9.51	(2)
En travée – σ_s (MPa)	316.77	326.17	(2)
Sur appui – σ_b (MPa)	12.60	11.94	(2)
Sur appui – σ_s (MPa)	361.29	361.49	(2)
Travée n°2 – LG12			
Fluage ϕ	2.58/2.59	1.72	
α_e - Coefficient d'équivalence Acier/Béton	15.71/15.75	15.65	
En travée – σ_b (MPa)	12.54	12.83	(2)
En travée – σ_s (MPa)	320.62	328.15	(2)
Sur appui – σ_b (MPa)	11.16	12.29	(2)
Sur appui – σ_s (MPa)	326.98	339.18	(2)

Commentaire n°1 :

- OMD 2018® fait apparaître un coefficient de fluage de 1.73, que ce soit sur le long terme (équation B2) ou normal (équation B1) dans le §4 de sa note de calcul. Par contre, il utilise une valeur différente de 2.53 pour la combinaison caractéristique ou 2.73 pour la combinaison quasi-Permanente. En fait, coefficient de fluage qui apparaît dans la colonne du tableau du §9 est égal au dénominateur de l'équation (7.20) de l'EN1992-1-1. Ce qui fait que le calcul est bien fait avec un coefficient de 1.73 proche des 1.72 de Poutre BA™.
- Par contre, OMD2018™ réduit la valeur du coefficient de fluage pour les combinaisons caractéristiques et fréquentes (aucun intérêt pour le calcul BA) soit une réduction de 1.73 à 1.53 ou 1.59 suivant que l'on se place en travée ou sur appui.

Commentaire n°2 :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

- Les valeurs de contraintes sont relativement proche entre les 2 logiciels.

6.2.1.3 Longrines LG9 – LG10

La comparaison ne s'établit qu'entre OMD 2018® et Poutre BA®.

	OMD 2018®	Poutre BA®
Travée n°1 – LG10		
Fluage ϕ	1.73 (2.54)	1.64
α_e - Coefficient d'équivalence Acier/Béton	15.37/15.83	14.81
En travée – σ_b (MPa)	12.90	13.2
En travée – σ_s (MPa)	302.14	331.70
Sur appui – σ_b (MPa)	13.26	14.43
Sur appui – σ_s (MPa)	297.14	328.18
Travée n°2 – LG9		
Fluage ϕ	1.73 (2.59)	1.64
α_e - Coefficient d'équivalence Acier/Béton	15.77/15.79	15.19
En travée – σ_b (MPa)	12.53	13.73
En travée – σ_s (MPa)	280.41	327.29
Sur appui – σ_b (MPa)	13.30	14.18
Sur appui – σ_s (MPa)	314.72	324.97

Du fait que je calcule le fluage à 10 ans, je ne prends que 95% du fluage sinon même valeur que OMD soit 1,73.

Valeurs des contraintes sur le béton, peu différentes. Légèrement différentes sur l'acier en raison d'un choix d'armature différent.

6.2.2 Maitrise de la fissuration

6.2.2.1 Longrines LG14 – LG15

Le logiciel RSA est exclu de cette vérification car la note de calcul est trop succincte.

Les 2 logiciels concluent aux respect de la vérification de l'ouverture des fissures.

6.2.2.2 Longrines LG12 – LG13

Le point critique pour l'étude de la fissuration est l'abscisse 4.08 sur Lg13, point identifié par les 2 logiciels.

Toutefois, les 2 logiciels divergent sur la maitrise ou pas de la fissuration.

Pour OMD2018™, $W_{kmax}=0.325mm$ avec $S_{rmax}=227mm$ (+15.3% par rapport à Poutre BA) et $\epsilon_{sm}-\epsilon_c=1.47\%$ (+2.8% par rapport à Poutre BA)

Pour Poutre BA™, $W_{kmax}=0.281mm$ avec $S_{rmax}=196.83mm$ et $\epsilon_{sm}-\epsilon_c=1.427\%$

Pour OMD2018™, fissuration non assurée avec un bug dans la note de calcul car le tableau indique une non maitrise alors que le détail du calcul montre une maitrise. La valeur correcte est celle du tableau, le calcul détaillé ne prenant pas en compte la bonne valeur de contrainte et donc un mauvais résultat pour le pourcentage de l'équation 7.9 : 1.27 au lieu de 1.47 (bonne valeur). Dans le cadre des hypothèses d'OMD2018™, le résultat est correct.

Pour Poutre BA™, la maitrise de la fissuration est assurée car :

- Le diamètre des armatures est H16+HA12 au lieu de HA20, ce qui donne un diamètre équivalent plus petit dans l'équation (7.11) et donc par conséquent, une valeur S_{rmax} plus petite.



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

- Le fait d'avoir un enrobage de 55mm au lieu de 50mm pour OMD2018 ne change que très peu la valeur de S_{rmax} .

Conclusion : il suffit parfois de jouer sur le diamètre des barres pour faire passer en fissuration ou pas.

6.2.2.3 Longrines LG9 – LG10

Le logiciel RSA est exclu de cette vérification car la note de calcul est trop succincte.

Les 2 logiciels concluent aux respect de la vérification de l'ouverture des fissures avec :

- Travée 1 : OMD2018™, $W_{kmax}=0.216$ mm et Poutre BA™, $W_{kmax}=0.262$ mm
- Travée 2 : OMD2018™, $W_{kmax}=0.234$ mm et Poutre BA™, $W_{kmax}=0.262$ mm

Poutre BA™ est toujours plus défavorable que OMD2018™ avec un différentiel de 17.5%

6.2.2.4 Console C2 – longrine LG11

Le logiciel RSA est exclu de cette vérification car la note de calcul est trop succincte.

Les 2 logiciels concluent aux respect de la vérification de l'ouverture des fissures avec :

- Travée 1 : OMD2018™, $W_{kmax}=0.177$ mm et Poutre BA™, $W_{kmax}=0.206$ mm
- Travée 2 : OMD2018™, $W_{kmax}=0.217$ mm et Poutre BA™, $W_{kmax}=0.272$ mm

Poutre BA™ est toujours plus défavorable que OMD2018™ avec un différentiel de 25%

6.2.3 Flèche

6.2.3.1 Longrines LG14 – LG15

Travées	OMD 2018®		Poutre BA®	
	L/d limite	L/d	L/d limite	L/d
1	31.32	7.26	28.53	7.15
2	31.32	7.26	28.53	7.15

Les flèches ne sont pas calculées car les élancements ne dépassent pas les limites autorisées par l'Eurocode.

On note des différences sur les valeurs des L/d et L/d limite entre les 2 logiciels :

- +9,7% pour la valeur limite pour OMD2018®, cela provient en grande partie d'une section d'acier mise en place nettement plus grande que celle requise ce qui majore de manière plus importante que pour le logiciel **Poutre BA®**
- L/d : quasi-identique, la différence provient du bras de levier, 64cm pour **Poutre BA®** et 62cm pour OMD2018. ET au fait d'une erreur de portée utile dans OMD2018®,

6.2.3.2 Longrines LG12 – LG13

Travées	OMD 2018®		Poutre BA®	
	L/d limite	L/d	L/d limite	L/d
1	29.09	7.26	25.79	7.15
2	23.92	7.28	22.27	7.18

Les flèches ne sont pas calculées car les élancements ne dépassent pas les limites autorisées par l'Eurocode.

On note des différences sur les valeurs des L/d et L/d limite entre les 2 logiciels :



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

- L/d limite : +12,8% et 7,4% pour les valeurs limites pour OMD2018® par rapport à Poutre BA®. Ce dernier reste toujours plus défavorable (voir § ci-dessus).
- L/d : quasi-identique, la différence provenant du bras de levier différent entre les 2 logiciels.

6.2.3.3 Longrines LG9 – LG10

Travées	OMD 2018®		Poutre BA®	
	L/d limite	L/d	L/d limite	L/d
1	22.76	7.34	23.06	7.17
2	22.03	7.34	22.11	7.17

Les flèches ne sont pas calculées car les élancements ne dépassent pas les limites autorisées par l'Eurocode.

On note peu de différence sur les valeurs des L/d et L/d limite entre les 2 logiciels :

- L/d limite : +1,3% et 0,3% pour les valeurs limites pour OMD2018® par rapport à Poutre BA®. Ce dernier reste toujours plus défavorable (voir § ci-dessus).
- L/d : quasi-identique, la différence provenant du bras de levier différent entre les 2 logiciels.

6.2.3.4 Console C2 – longrine LG11

Travées	OMD 2018®		Poutre BA®	
	L/d limite	L/d	L/d limite	L/d
C2	48.33	2.35	13.46	2.35
Lg11	34.79	10.69	20.60	10.80

Les flèches ne sont pas calculées car les élancements ne dépassent pas les limites autorisées par l'Eurocode.

On note des valeurs des L/d très proches entre les 2 logiciels. Par contre, les valeurs L/d limite sont très différentes ! D'ailleurs la valeur de OMD2018® n'est pas cohérente pour la console. Pour cette dernière, nous devrions avoir des valeurs de limite plus faible que pour une poutre sur 2 appuis, ce que démontre Poutre BA®.

6.3 Effort Tranchant

6.3.1.1 Longrines LG14 – LG15

Cette comparaison a été établie entre le logiciel « Poutre BA® » dans ses 2 versions et le logiciel de GRAITEC.

	OMD 2018®	Poutre BA® Config optimisé	Poutre BA® config. Graitec	Commentaires
Travée n°1 -				
Ved au nu de l'appui 1 (kN)	217.69	218.1	218.1	(1)
Ved _{red} au nu de l'appui 1 (kN)	142.99	143.5	143.5	
At/st (cm²/ml) théorique	6.26	6.28	6.23	
At/st (cm²/ml) réel	6.28 (11.52)			
Ved au nu de l'appui 2 (kN)	321.07	321.2	321.2	(1)
Ved _{red} au nu de l'appui 2 (kN)	246.38	246.6	246.6	
At/st (cm²/ml) théorique	10.78	15.08	10.71	
At/st (cm²/ml) réel	12.57 (17.28)			
At/st min (cm²/ml)	2.63	2.63 (3.21)	2.63 (3.21)	(2)
V _{Rd,Max} (kN)	1028.25	1036	1036	
V _{Rdc} (kN)	71.89	72.3	72.3	



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

La travée n°2 n'est pas représentée car elle est le symétrique de la travée n°1.

On remarque, de suite, la grande similarité entre les chiffres d'OMD2018® et Poutre BA® « config Graitec » sur la partie théorique. Par contre, la différence va se jouer sur la répartition des armatures transversales.

Commentaire n°1 :

- Les chiffres de Ved aux nus d'appui apparaissent uniquement sur le graphique de l'effort tranchant dans la note de calcul d'OMD. L'effort tranchant réduit apparaît dans Poutre BA, dans le tableau de répartition des armatures d'effort tranchant.

Commentaire n°2 :

- La valeur de section minimale de 3.21cm²/ml apparaissant sur les dessins des courbes d'effort tranchant, provient de l'écartement maximum autorisé avec 3 brins de HA8.

Reprise de bétonnage

OMD2018 n'est pas très clair pour la prise en compte des parties préfabriquées (appelées d'ailleurs dans le logiciel comme talon préfabriqué. J'ai vu que ce point avait été revu dans OMD2020®. D'ailleurs, les crochets de levage et les aciers de constructions n'apparaissent pas sur les plans d'OMD2018®.

6.3.1.2 Longrines LG12 – LG13

	OMD 2018®	Poutre BA®	Commentaires
Travée n°1 - LG13			
Ved au nu de l'appui 1 (kN)	261.85	262.22	(1)
Ved _{red} au nu de l'appui 1 (kN)	179.39	182.4	(2)
At/st (cm²/ml) théorique	7.71	7.90	(3)
At/st (cm²/ml) réel	12.87	20.11 (9.57)	(4)
Ved au nu de l'appui 2 (kN)	463.19	463.9	(1)
Ved _{red} au nu de l'appui 2 (kN)	373.37	360.9	(2)
At/st (cm²/ml) théorique	16.05	15.64	(3)
At/st (cm²/ml) réel	30.02	25.13	(4)
At/st min (cm²/ml)	2.63	2.63	()
V _{Rd,Max} (kN)	1046.52	1038.3	
V _{Rdc} (kN)	72.83	83.6	
Travée n°2 - LG12			
Ved au nu de l'appui 2 (kN)	530.76	529.93	(1)
Ved _{red} au nu de l'appui 2 (kN)	409.33	409.1	
At/st (cm²/ml) théorique	17.60	17.82	
At/st (cm²/ml) réel	30.02	(28.72)	
Ved au nu de l'appui 3 (kN)	273.6	304.86	(1)
Ved _{red} au nu de l'appui 3 (kN)	223.54	236.8	



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

At/st (cm ² /ml) théorique	9.61	10.32	
At/st (cm ² /ml) réel	14.24	12.57	
At/st min (cm ² /ml)	2.63	2.63	()
V _{Rd,Max} (kN)	1046.52	1032.7	
V _{Rdc} (kN)	72.83	83.4	

On remarque, de suite, la grande similarité entre les chiffres d'OMD2018® et Poutre BA® « config Graitec » sur la partie théorique. Par contre, la différence va se jouer sur la répartition des armatures transversales.

Commentaire n°1 :

Pour trouver ces valeurs :

- Pour OMD2018®, elles apparaissent uniquement sur le graphique de l'effort tranchant dans la note de calcul d'OMD®.
- Pour Poutre BA®, elles ne figurent pas dans la note de calcul mais sur le graphique d'effort tranchant accessible directement depuis le logiciel.

Commentaire n°2 :

- L'effort tranchant réduit apparaît dans Poutre BA®, dans le tableau de répartition des armatures d'effort tranchant.
- Une différence sensible se trouve entre sur l'appui 2 (373 pour 360.9) soit +3.6% alors que les valeurs de Ved sont quasi-identiques (463.2 pour 463.9)

Commentaire n°3 :

- Les valeurs théoriques de section d'acier sont données à partir de l'effort tranchant sans prise en compte des aciers nécessaires à la reprise de bétonnage, et ceci pour les 2 logiciels
- Les valeurs théoriques sont relativement proches pour les 2 logiciels

Commentaire n°4 :

- Pour Poutre BA®, la valeur figure sur la courbe ratio effort tranchant, accessible directement depuis le menu du logiciel lorsque la poutre a été calculée.

Au final, pour la travée Lg13 :

- OMD2018® prévoit 23 cadres (en HA6, HA8 et HA10 !) et 2x23 étriers HA6. Pas simple à réaliser pour le ferrailleur mais il doit certainement y avoir des possibilités de simplification que je ne connais pas.
- Poutre BA® prévoit 21 cadres et 2x21 épingles, le tout en HA8 – Ferrailage nettement plus simple !

Pour la travée Lg12 :

- OMD2018® prévoit 25 cadres (en HA6, HA8 et HA10 !) et 2x25 étriers HA6. Voir remarque ci-dessus.
- Poutre BA prévoit 26 cadres et 2x26 épingles, le tout en HA8

6.3.1.3 Longrines LG10 – LG9

	OMD 2018®	Poutre BA®	RSA2020®	Commentaires
Travée n°1 - LG10				
Ved au nu de l'appui 1 (kN)	326.55	330.5	317.34	(1)



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Ved _{red} au nu de l'appui 1 (kN)	326.55	330.5	317.34	(1)
At/st (cm²/ml) théorique	14.68	14.38		(2)
At/st (cm²/ml) réel	18.85			
Ved au nu de l'appui 2 (kN)	567.36	594.8	578.69	(1)
Ved _{red} au nu de l'appui 2 (kN)	567.36	594.8	578.69	(1)
At/st (cm²/ml) théorique	25.50	25.87		(2)
At/st (cm²/ml) réel	28.27			
At/st min (cm²/ml)	2.63	2.63		
V _{Rd,Max} (kN)	1001.16	1034.6		
V _{Rdc} (kN)	70.51	72.2		
Travée n°2 - LG9				
Ved au nu de l'appui 2 (kN)	606.59	609.4	597.71	(1)
Ved _{red} au nu de l'appui 2 (kN)	606.59	609.4	597.71	(1)
At/st (cm²/ml) théorique	27.26	26.60		(2)
At/st (cm²/ml) réel				
Ved au nu de l'appui 3 (kN)	304.06	333.0	328.08	(1)
Ved _{red} au nu de l'appui 3 (kN)	304.06	333.0	328.08	(1)
At/st (cm²/ml) théorique	13.67	14.49		(2)
At/st (cm²/ml) réel	14.14			
At/st min (cm²/ml)	2.63	2.63		()
V _{Rd,Max} (kN)	1001.16	1034.6		
V _{Rdc} (kN)	70.51	72.2		

On remarque, de suite, la grande similarité entre les chiffres d'OMD2018® et Poutre BA® pour la 1^{ère} travée. Concernant la 2^{ème} travée, même problème qu'indiqué précédemment.

Commentaire n°1 :

- Ved au nu de l'appui = Ved_{red} au nu de l'appui car pas d'application des articles .6.2.3(5) et 6.2.1(8)

Commentaire n°2 :

- Les valeurs théoriques de section d'acier au nu de l'appui sont données pour Poutre BA® sur la courbe de ratio HA
- Les valeurs théoriques sont relativement proches pour les 2 logiciels

6.3.1.4 Longrines LG7 – LG8

	OMD 2018®	Poutre BA®	RSA2020®	Commentaires
Travée n°1 - LG8				
Ved au nu de l'appui 1 (kN)	282.76	287.3	280.47	(1)
Ved _{red} au nu de l'appui 1 (kN)	282.76	287.3	280.47	(1)
At/st (cm²/ml) théorique				(2)
At/st (cm²/ml) réel				



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Ved au nu de l'appui 2 (kN)	459.51	478.8	470.03	(1)
Ved _{red} au nu de l'appui 2 (kN)	459.51	478.8	470.03	(1)
At/st (cm²/ml) théorique				(2)
At/st (cm²/ml) réel				
At/st min (cm²/ml)				
V _{Rd,Max} (kN)				
V _{Rdc} (kN)				
Travée n°2 - LG7				
Ved au nu de l'appui 2 (kN)	425.30	427.1	417.76	(1)
Ved _{red} au nu de l'appui 2 (kN)	425.30	427.1	417.76	(1)
At/st (cm²/ml) théorique				(2)
At/st (cm²/ml) réel				
Ved au nu de l'appui 3 (kN)	200.18	219.7	214.08	(1)
Ved _{red} au nu de l'appui 3 (kN)	200.18	219.7	214.08	(1)
At/st (cm²/ml) théorique				(2)
At/st (cm²/ml) réel				
At/st min (cm²/ml)				()
V _{Rd,Max} (kN)				
V _{Rdc} (kN)				

L'écart le plus grand entre RSA et Poutre BA est de l'ordre de 2,3%. Poutre BA est le logiciel affichant toujours les valeurs les plus élevés.

L'écart le plus grand se situe sur l'appui 3 entre OMD et Poutre BA (près de 10%). Il y a toujours cet écart sur la 2^{ème} travée avec OMD.

6.3.1.5 Longrines C2 – LG11

	OMD 2018®	Poutre BA®	RSA2020®	Commentaires
Travée n°1 - C2				
Ved au nu de l'appui 1 (kN)	88.12	88.1	88.13	(1)
Ved _{red} au nu de l'appui 1 (kN)	53.75	NI	NI	(2)
At/st (cm²/ml) théorique	NI	NI	NI	(3)
At/st (cm²/ml) réel	7.54		NI	(3)
At/st min (cm²/ml)	3.51	3.51	NI	(3)
V _{Rd,Max} (kN)	1334.88	1397.5	NI	
V _{Rdc} (kN)	94.01	97.2	NI	
Travée n°2 - LG11				
Ved au nu de l'appui 1 (kN)	155.27	155.3	157.75	(1)
Ved _{red} au nu de l'appui 1 (kN)	140.99	NI	NI	
At/st (cm²/ml) théorique	6.34		NI	
At/st (cm²/ml) réel	7.54	6.72	NI	



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Ved au nu de l'appui 2 (kN)	134.47	134.5	135.96	
Ved _{red} au nu de l'appui 2 (kN)	120.18	NI	NI	
At/st (cm ² /ml) théorique	5.40		NI	
At/st (cm ² /ml) réel	7.54	5.80	NI	
At/st min (cm ² /ml)	3.51	3.51	NI	
V _{Rd,Max} (kN)	1334.88	1363.5	NI	
V _{Rdc} (kN)	94.01	95.5	NI	

NI : Non Indiqué dans la note de calcul correspondante.

Commentaire n°1 :

- Résultats identiques pour les 3 logiciels

Commentaire n°2 :

- Pour le logiciel Poutre BA®, Ved au nu de l'appui = Ved_{red} au nu de l'appui car pas d'application des articles .6.2.3(5) et 6.2.1(8)

Commentaire n°3 :

- Pour la console C2, il est possible de ferrailler au minimum théorique car Ved résistant > Ved sollicitant. Cela apparait aussi dans la note de calcul d'OMD2018®. Aucune info dans la note de calcul de RSA2020®, ce logiciel accusant un retard certain sur les 2 autres logiciels concernant la qualité de la note de calcul rendu.
- Dans la note de calcul d'OMD2018, la formule est indiquée mais non calculée. On trouve 2,42cm²/ml
- Les valeurs théoriques de section d'acier au nu de l'appui sont données pour Poutre BA® sur la courbe de ratio HA
- Les valeurs d'armatures pour RSA sont données directement dans les courbes affichées dans la note de calcul.

6.4 Vérification bielle d'appui

Longrines Lg13 – Lg14 :

Appuis	Facettes	OMD 2018®	Poutre BA® Config optimisé	Poutre BA® config. Graitec	Commentaires
1	Facette appui: σ_{Rd1} (=Ved/bw.a1) (MPa)	NI	2.80	2.80	
	Angle de la bielle d'about Θ' (°)	NI	54.03	54.03	
	Facette poutre: σ_{Rd2} (=Ved/bw.a2.Sin Θ'): (MPa)	3.46	3.70	3.70	



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

	σ_{RdMax} (MPa)	14.96	14.96	14.96	
2	Angle de la bielle d'about Θ' (°)	40.90	49.72	49.72	
	Facette appui: σ_{Rd1} (MPa)	NI	2.15	2.15	
	Facette poutre côté gauche: σ_{Rd2} (MPa)	3.06	2.17	2.17	
	Facette poutre côté droit: σ_{Rd3} (MPa)	3.06	2.17	2.17	
	σ_{RdMax} (MPa)	17.60	17.60	17.60	

L'appui 3 n'est pas représenté car il est le symétrique de l'appui 1.

NI : non indiqué

Le logiciel est plus favorable que GRAITEC et sa note de calcul plus détaillée. C'est la raison pour laquelle la comparaison est difficile. On ne sait pas vraiment sur quelle facette GRAITEC travaille. En la plaçant dans le tableau tel quel, j'ai fait une supposition.

De plus, j'ai l'impression qu'OMD2018 travaille suivant les notes parues avec l'ANF de 2007 et non les notes de la pré-version de l'ANF 2015.

Par contre, le logiciel Poutre BA ne prend pas en compte la compression venant de la charge appliquée directement sur l'appui. Pour l'appui 1, pour la facette appui, cela pourrait conduire à une augmentation de $0.03927/(0.3*0.3) = 0.436$ MPa, soit de 2.80 MPa à 3.3 MPa.

Longrines Lg9 – Lg10 :

Appuis	Facettes	OMD 2018®	Poutre BA®	Commentaires
1	Facette appui: σ_{Rd1} (=Ved/bw.a1) (MPa)	NI	4.24	
	Angle de la bielle d'about Θ' (°)	NI	54.01	
	Facette poutre: σ_{Rd2} (=Ved/bw.a2.Sin Θ'): (MPa)	5.21	6.47	
	σ_{RdMax} (MPa)	14.96	14.96	
2	Angle de la bielle d'about Θ' (°)	40.92	42.95	



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

	Facette appui: σ_{Rd1} (MPa)	NI	NI	
	Facette poutre côté gauche: σ_{Rd2} (MPa)	5.03	9.00	
	Facette poutre côté droit: σ_{Rd3} (MPa)	5.03	9.06	
	σ_{RdMax} (MPa)	17.6	17.60	

L'appui 3 n'est pas représenté car il est le symétrique de l'appui 1.

NI : non indiqué

Contrairement à la longrine Lg13_Lg14, Poutre BA® indique des résultats plus défavorable qu'OMD2018®. Toutefois, les valeurs restent inférieures aux limites autorisées.

6.5 Réactions d'appui

Longrines Lg13 – Lg14 :

Appuis	Valeur Maximum ELU (KN)	
	Poutre BA®	OMD2018®
1	212.9	237.3
2	642.5	733.69
3	212.9	237.3

Pour le logiciel, les charges ne s'étendent que de nus d'appui à nus d'appui. Toute la largeur d'appui n'est donc pas prise en compte en poids propre et en charge d'exploitation. Pour Graitec, cela n'est pas précisé mais on peut supposer, au vu des résultats, que la charge s'étend aussi à la largeur d'appui ce qui donne des résultats plus élevés. Ce qui apparaît d'ailleurs dans le note de calcul des 2 logiciels respectifs.

Dans notre cas de figure :

- Un appui intermédiaire représente 80 cm, cela représente tout calcul fait à l'ELU 104.7 KN et la différence Graitec/Poutre BA est de 91.19 KN soit une différence de 13 KN. Poutre BA passerait alors à une valeur de 747.2 KN soit un surplus de 1.8%
- Un appui d'about représente 30 cm, cela représente tout calcul fait à l'ELU 39.27 KN et la différence Graitec/Poutre BA est de 24.4 KN soit une différence de 15 KN. Poutre BA passerait alors à une valeur de 252 KN soit un surplus de 6.2%

Longrines Lg9 – Lg10 :

Appuis	Valeur Maximum ELU (KN)	
	Poutre BA®	OMD2018®



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

1	330.5	349.43
2	1204.2	1207.24
3	333.0	220.64

Proche pour les appuis 1 et 2 et divergent pour l'appui 3, ce qui correspond au problème déjà souligné pour cette dernière travée.

6.6 Capacité de rotation

GRAITEC vérifie la capacité de rotation alors que le logiciel ne le faisait pas. L'article 5.5 de l'EN1992-1-1 n'impose aucune valeur pour le rapport x_u/d alors que l'article 5.6.3(2) impose une limite. GRAITEC contrôle par rapport à cette valeur. Finalement, je l'ai intégré dans les avertissements. Le projeteur décidera s'il donne suite ou pas.

Aucun avertissement ne figure dans le logiciel, la capacité de rotation est donc bonne.

6.7 Boucles de levage et acier de préfabrication

Le logiciel calcule automatiquement les boucles de levage en cas de poutre préfabriquée.

Dans notre cas, il a déterminé 2 boucles en acier doux S325C de diamètre 10mm. RSA indique aussi 2 boucles en 10mm mais en HA500. GRAITEC ne prévoit rien.

En raison des manipulations sur la partie préfabriquée, il faut aussi prévoir 2 armatures en partie haute de la partie préfabriquée pour reprendre tout moment parasite lors de la manipulation. Le logiciel prévoit 2HA10 courant. RSA prévoit 2HA12 courant. GRAITEC ne prévoit rien.

6.8 Sécurité incendie

Les 2 logiciels vérifient que les dimensions de la poutre satisfont les conditions de stabilité au feu 30 mn.

6.9 Métré

Longrine Lg9-Lg10

	OMD 2018®	Poutre BA®	RSA2020®	Commentaires
Volume total béton (m3)	2.01	2.01	2.01	
Surface totale coffrage (m²)	13.88	12.43	16.25	
Masse totale acier (kg)	251.24	265.9	266.17	(1)

Commentaires 1 :

- Quasiment pas de différence entre RSA et Poutre BA sur le quantitatif total armature.
- Les 3 logiciels sont quasiment dans la même fourchette pour le quantitatif d'armatures.

Longrine Lg7-Lg8

	OMD 2018®	Poutre BA®	RSA2020®	Commentaires
Volume total béton (m3)	2.01	2.01	2.01	
Surface totale coffrage (m²)	13.87	12.43	16.25	



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Masse totale acier (kg)	223.62	192.4	207.02	(1)
-------------------------	--------	-------	--------	-----

Commentaires 1 :

- La densité de ferrailage peut changer suivant les options de ferrailages que vous définissez dans le logiciel. Poutre BA étant un logiciel pédagogique, il offre peu de possibilité à contrario de RSA2020 et OMD2018 qui en offre pléthore.

Console C2 - Longrine Lg11

	OMD 2018®	Poutre BA®	RSA2020®	Commentaires
Volume total béton (m3)	2.38	2.377	2.38	
Surface totale coffrage (m²)	14.38	11.89	15.64	
Masse totale acier (kg)	108.61	102.3	114.92	(1)

Commentaires 1 :

- La densité de ferrailage peut changer suivant les options de ferrailages que vous définissez dans le logiciel. Poutre BA étant un logiciel pédagogique, il offre peu de possibilité à contrario de RSA2020 et OMD2018 qui en offre pléthore.
- Les 3 logiciels sont quasiment dans la même fourchette pour le quantitatif d'armatures.

Longrine Lg1-Lg2-Lg3

	OMD 2018®	Poutre BA®	RSA2020®	Commentaires
Volume total béton (m3)	2.88	2.88	2.88	
Surface totale coffrage (m²)	28.77	22.29	32.69	
Masse totale acier (kg)	346.03	374.30	532.24	(1)

Commentaires 1 :

- La densité de ferrailage peut changer suivant les options de ferrailages que vous définissez dans le logiciel. Poutre BA étant un logiciel pédagogique, il offre peu de possibilité à contrario de RSA2020 et OMD2018 qui en offre pléthore.
- Le résultat de RSA est étonnant, alors qu'OMD et Poutre BA dans le même ordre de grandeur.

7 Fichiers de données

Avec la notice, vous trouverez les fichiers de données qui vous permettront de pouvoir exécuter le calcul de la présente poutre sur votre ordinateur à partir du logiciel « Poutre BA ».

Pour rappel, les fichiers de sauvegarde comprennent :

- Des fichiers au format xml qui sont générés directement par le logiciel lors de la sauvegarde des données. Ces fichiers seront directement chargés par le logiciel.
- Le fichier au format txt qui leurs sont directement associés. C'est ce dernier qui doit être chargé manuellement par le projeteur. Toutefois, le fichier txt sera sauvegardé dans le même répertoire que les fichiers xml.

Pour des raisons de bon fonctionnement du logiciel, les fichiers xml doivent toujours se trouver dans le même répertoire que le fichier txt auxquels ils sont associés. Sinon, vous aurez une erreur du logiciel qui vous indiquera que les fichiers de données n'ont pas été trouvés.

Pour des raisons de facilité, les fichiers concernant les mêmes conditions d'application ont été regroupés et se trouvent dans le même répertoire.

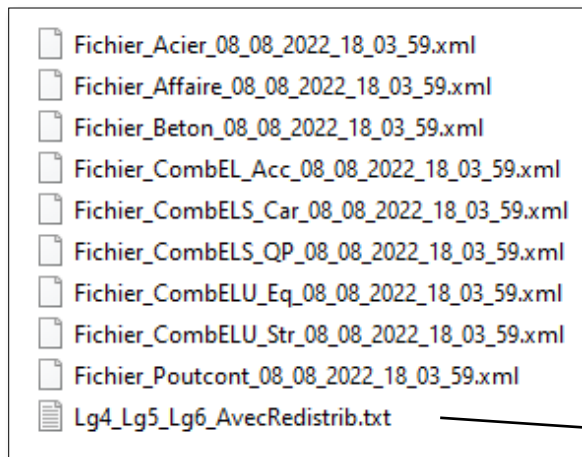


Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Le dossier compressé de l'exemple 3 comprend ainsi, le document de présentation de l'exemple et 7 répertoires de données correspondant à chaque file de longrines (1 à 4, A, C et la console C2+Lg11), contenant chacun les fichiers de données propres à la configuration de la longrine. Il se présente donc sous la forme :

- La notice de présentation de l'exemple n°3 sous format pdf (soit le présent document)
- Longrines de la file 1 soit Lg7-Lg8
- Longrines de la file 2 soit Lg9-Lg10
- Etc. ...

Exemple de constitution d'un répertoire comprenant les données nécessaires au logiciel pour réaliser son calcul (exemple pour la file A comprenant les longrines Lg4, Lg5 et Lg6) :



Ensemble des fichiers au format xml générés par le logiciel. Quelque soit la poutre, le logiciel générera toujours 9 fichiers xml et 1 fichier txt. Ces fichiers peuvent d'ailleurs être lus avec un éditeur de type NotePad++ (disponible gratuitement sur Internet).

Fichier qui devra être chargé manuellement par le projeteur pour lancer le calcul du plancher avec armatures HA

Les autres répertoires fonctionnent de la même manière.



ANNEXE



Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°3

Pour éviter d'alourdir la présente notice, une note de calcul, celle de la lière longrine, LG14_Lg15, figure sur le site internet avec la présente notice.