

# **Poutre Béton Armé**

**Version 3.0**

Exemple n°1

*Poutre Isostatique  
Sous charges réparties*



# Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

*(Page laissée intentionnellement blanche ...)*



## Tables des matières

<b>1</b>	<b><i>Présentation de l'exemple</i></b>	<b>4</b>
1.1	Généralité.....	4
1.2	Description de la poutre.....	5
<b>2</b>	<b><i>Entrée des données</i></b> .....	<b>6</b>
2.1	Formulaire Géométrie.....	6
2.2	Formulaire Charges et Combinaisons .....	6
2.3	Formulaire Matériaux .....	7
2.4	Formulaire Ferrailage .....	8
2.4.1	Onglet Disponibilité stock barres HA :.....	8
2.4.2	Onglet Longitudinal – Critères de choix .....	9
2.4.3	Onglet Longitudinal – Critères de forme .....	10
2.4.4	Onglet Transversal.....	10
2.4.5	Consoles/ Suspentes .....	10
2.4.6	Table poutre en Té .....	10
2.4.7	Ferrailage imposé .....	11
2.5	Formulaire Modélisation – Environnement .....	11
2.5.1	Onglet ELU .....	11
2.5.2	Onglet ELS Contraintes.....	12
2.5.3	Onglet ELS Fissuration .....	12
2.5.4	Onglet Effort tranchant .....	12
2.5.5	Onglet Membrures .....	12
2.5.6	Onglet Durabilité .....	13
2.5.7	Onglet Sécurité Incendie .....	13
2.5.8	Onglet Résistance sismique.....	13
2.6	Présentation finale.....	13
<b>3</b>	<b><i>Note de calcul</i></b> .....	<b>14</b>
<b>4</b>	<b><i>Plans de ferrailage</i></b> .....	<b>14</b>
<b>5</b>	<b><i>Comparaison des résultats</i></b> .....	<b>14</b>
5.1	Calcul des armatures de flexion à l'ELU .....	14
5.1.1	Détermination des armatures .....	14
5.1.2	Epure des aciers .....	15
5.2	Vérification à l'Etat limite de Service .....	16
5.2.1	Limitation des contraintes.....	16
5.2.2	Maîtrise de la fissuration.....	17
5.2.3	Flèche .....	18
5.3	Effort Tranchant.....	18
5.4	Reprise de bétonnage .....	19
5.5	Zone d'about .....	20



## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

5.6	Aciers de couture de la table de la poutre .....	20
6	<i>Fichiers de données</i> .....	21

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



## 1 Présentation de l'exemple

### 1.1 Généralité

Il s'agit de dimensionner une poutre en béton armé avec pour objectif de produire automatiquement la note de calcul et le plan de ferrailage. Pour cela, il sera utilisé le logiciel « Poutre BA » V3.0.

L'exemple support est tiré du livre « Applications de l'Eurocode 2 » 1<sup>ière</sup> édition – JA Calgaro et J. Cortade – Edition Presses ENPC, chapitre 8 page 111. Toutefois, cet exemple comporte quelques erreurs comme expliqué d'ailleurs dans la section « Bibliographie » du site internet <http://logiciels-batiment.chez-alice.fr/>. Ces erreurs seront mises en avant dans le chapitre comparaison.

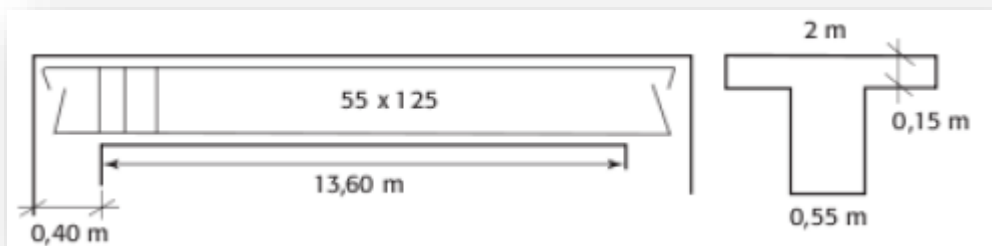


Figure 1-1 - Image de la poutre à calculer - Extrait de l'ouvrage "Calcul des structures en béton"

A titre d'information, les exemples figurant dans ce livre ont été rédigés alors que les annexes nationales n'étaient pas parues. Ils ne prennent donc pas en compte les prescriptions de l'Annexe Nationale Française à l'Eurocode. Ce qui explique parfois l'écart entre les valeurs du livre et celles du logiciel, ce dernier prenant systématiquement en compte l'Annexe Nationale (AN).

Cet exemple a été repris par Mr Paille dans son livre « Calcul des structures en béton – Guide d'application » - 2<sup>ème</sup> édition, page 371 et suivantes, avec un certain nombre de correction.

Toutefois, nous prendrons pour base le 1<sup>ier</sup> livre et dans le cas d'une différence d'appréciation, nous puiserons dans le 2<sup>ème</sup> livre.

Il traite d'une poutre en T isostatique, sans console et sous charge répartie homogène, cas le plus simple possible à traiter.

En raison de la simplicité de cet exemple, il permettra à la fois :

- De servir de base tutorielle pour présenter l'utilisation du logiciel
- D'élément de validation du logiciel (comparaison entre le calcul manuel et le calcul automatique).

Le présent exemple permettra de comparer :

- Les résultats établis par le logiciel « Poutre BA EC2 » avec les résultats présentés dans ces deux livres.
- Les résultats entre le logiciel « Poutre BA » et le programme RSA poutre EC2 de la société Autodesk.

Le chapitre [Entrée des données](#) sert de tutoriel et présente comment doit être renseigné le logiciel.

Puis il sera présenté :

- La note de calcul réalisée par le logiciel – Chapitre [Note de calcul](#)
- Le plan édité par le logiciel – Chapitre [Plans de ferrailage](#)



## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

- La comparaison avec le calcul présenté dans la bibliographie indiquée ci-avant et celui réalisé avec le logiciel RSA poutre EC2 de la société Autodesk. Chapitre [Comparaison des résultats](#)

### Nota Bene :

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.

### 1.2 Description de la poutre

- Dispositions géométriques :
  - Poutre en T
  - Portée : 14m. Dans le logiciel, la distance entre appui est ramenée à 13.60 en raison d'une profondeur d'appui de 40cm. Les auteurs ont reconduit ce qui se faisait avec le BAEL ou les calculs étaient effectués avec des distances entre nus d'appui alors qu'avec l'Eurocode les calculs sont effectués sur la portée utile (quasiment la portée entre axes). Les moments seront ainsi identiques à ceux indiqués dans le livre. Dans le bouquin de Mr Paille, cette longueur a bien été ramenée à 13,60m.
  - Ame : largeur 55cm hauteur 125cm (y compris la table de compression)
  - Table de compression largeur 2m épaisseur 15cm
  - Coulée en place (pas de reprise de bétonnage) du moins on le suppose car ce n'est pas très explicite dans « Applications de l'Eurocode 2 » 1<sup>ière</sup> édition
  - Avec reprise de bétonnage dans l'exemple repris par Mr Paille.
  - Appuis gauche et droit identique : largeur identique à la poutre et longueur 40 cm, en béton C35/40
- Matériaux :
  - Béton classe C35/45:  $f_{ck} = 35$  Mpa
  - Acier :  $f_{yk} = 500$  Mpa classe B
- Charge :
  - Permanente y compris poids propre : 70 kN/m :
  - Exploitation : 80 kN/m avec
    - $\Psi_0$  et  $\Psi_1 = 0,8$
    - $\Psi_2 = 0,5$
    - Il s'agit des coefficients  $\Psi$  indiqués dans la bibliographie mais ces coefficients ne correspondent à aucune charge applicable au bâtiment – Voir chapitre [2.2 Formulaire Charges et Combinaisons page 6](#)  
Dans notre cas, nous avons pris une charge de lieux de réunion dont les coefficients  $\Psi$  approchent ceux du livre ( $\Psi_0$  et  $\Psi_1 = 0,7$ ,  $\Psi_2 = 0,6$ ) sachant que les coefficients  $\Psi_0$  et  $\Psi_1$  n'auront pas d'impact dans notre calcul car avec une seule charge d'exploitation, ils ne seront jamais appliqués.
- Environnement : XC3
- Enrobage : Il sera calculé par le logiciel et comparé avec celui figurant dans la bibliographie.
- Résistance au feu : aucune résistance au feu demandée



# Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

## 2 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.

### 2.1 Formulaire Géométrie

Une fois complètement renseigné, le formulaire doit se présenter sous la forme suivante pour une poutre coulée en place (c'est-à-dire sans reprise de bétonnage, ce qui n'est guère réaliste mais soit ....):

The screenshot shows the 'Géométrie' form with the following data entered:

- Travée n° 1: Nom de la travée : P1
- Géométrie de l'élément: ☒ Poutre en T
- B (cm): 55, H (cm): 125, Ln - distance entre appuis (cm): 1360
- Dimension de la table de compression: B0 (cm): 200, H0 (cm): 15
- Géométrie de l'élément continu à calculer: ☒ Poutre isolée
- Type de fabrication: ☒ Poutre coulée en place
- Appui gauche: ☒ Appui béton - fck (MPa): 35, Longueur (cm): 40
- Appui droit: ☒ Appui béton - fck (MPa): 35, Longueur (cm): 40

La distance entre appuis est prise égale à 13,60m pour avoir une portée utile de 14m ( $=13.60 + 0.40/2 + 0.40/2$ )

La longueur de 40 cm est celle correspondant à la longueur d'appui calculé dans l'exemple.

Les autres éléments (poutre isolée et poutre coulée en place) ne figurent pas in extenso dans l'exemple mais les vérifications auxquels ils conduisent, ne sont pas présentées dans « Applications de l'Eurocode 2 » 1<sup>ère</sup> édition.

Un 2<sup>ème</sup> calcul sera conduit avec une reprise de bétonnage pour être conforme aux données figurant dans l'exemple de Mr Paille.

### 2.2 Formulaire Charges et Combinaisons

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

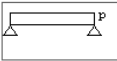
Onglet partie charges :



## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

Charges Combinaisons

Travée n° 1 Schéma 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	7000	0	0	0	0	0
2	Exploitation Catégorie C ou D	1	Supérieure	8000	0	0	0	0	0
*									

Comme indiqué précédemment, les livres ne précisant pas le type de charge, nous prenons une charge de type C ou D pour avoir des coefficients  $\Psi_0$ ,  $\Psi_1$  et  $\Psi_2$  approchant. Voir § 1.2 page 5

Dans notre cas, nous avons pris une charge de lieux de réunion dont les coefficients  $\Psi$  approchent ceux du livre ( $\Psi_0$  et  $\Psi_1 = 0,7$ ,  $\Psi_2 = 0,6$ ) sachant que les coefficients  $\Psi_0$  et  $\Psi_1$  n'auront pas d'impact dans notre calcul car avec une seule charge d'exploitation, ils ne seront jamais appliqués.

Onglet partie combinaisons :

Charges Combinaisons


Combinaison n° 1

ELU STR (fondamental)

Générateur de combinaisons Effacer

3 combinaison(s) renseignée(s).

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



Une fois les charges renseignées, il suffit de cliquer sur le bouton « Générateur de combinaison » et le logiciel détermine automatiquement les 3 combinaisons que nous allons utiliser :

- Une combinaison ELU Str
- Une combinaison ELS Caractéristique
- Une combinaison ELS Quasi-Permanent

### 2.3 Formulaire Matériaux

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

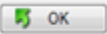




## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

Le renseignement de ce formulaire est réalisé conformément aux données figurant dans le chapitre 1.2 Description de la poutre page 5 du présent document, et n'appelle pas de commentaire particulier autre que :

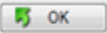
- Diamètre du granulat : aucun renseignement particulier donné dans le livre « Applications de l'Eurocode 2 » 1<sup>ière</sup> édition. Par contre, Mr Paille prend une valeur de 25mm. Que ce soit une valeur de 25mm ou une valeur de 20mm comme affichée ci-dessus, cela ne change rien au calcul d'enrobage ou aux dispositions constructives car le diamètre de la barre reste toujours supérieur à diamètre du granulat + 5 mm.
- Classe du ciment : aucun renseignement particulier donné dans l'exemple ; à part qu'il ne conduit pas à des calculs particuliers dans le calcul de l'enrobage. Il est donc pris une valeur standard
- Nature du ciment : aucun renseignement particulier donné dans l'exemple ; à part qu'il ne conduit pas à des calculs particuliers dans le calcul de l'enrobage. Il est donc pris une valeur standard
- Diamètre de l'aiguille vibrante : une valeur un peu importante est prise en raison du volume de béton à vibrer. Pas d'indication particulière dans la note de calcul.

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

### 2.4 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 renseignés.

#### 2.4.1 Onglet Disponibilité stock barres HA :

La disponibilité des aciers est modifiée comme suit :



## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

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 type="checkbox"/>	8.0	0,080	0,040	0,125
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10.0	0,100	0,050	0,160
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	12.0	0,125	0,063	0,200
<input 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 :

- HA16 à HA32 pour les armatures longitudinales
- HA10 et HA12 pour les armatures transversales. Pour coller au livre, dans un fichier de données, il n'est même validé que la coche HA10. Ainsi, on impose un ferrailage d'effort tranchant à base de HA10 soit : 1 cadre HA10 + 3 épingles HA10.

### 2.4.2 Onglet Longitudinal – Critères de choix

Seul le nombre de barres par lit est modifié sur la ligne 0,47 – 0,57 : 5 barres au lieu de six pour être identique à l'exemple livresque et forcer le logiciel à ne prévoir que 5 barres. Sinon, il va calculer avec 6 barres.

Choix du nombre de barres par lit :			Choix du diamètre maxi de barres HA :		
Largeur (m) >	Largeur (m) <=	Nombre de barres par lit	Largeur (m) >	Largeur (m) <=	diamètre Maxi. Ø (mm)
0	0,17	2	0	0,27	16
0,17	0,27	3	0,27	0,37	20
0,27	0,37	4	0,37	0,52	25
0,37	0,47	5	0,52	0,82	32
0,47	0,57	5	0,82		32
0,57	0,67	7			
0,67	0,77	8			
0,77	0,87	9			
0,87	1,0	10			
1,0		11			

[Retour aux valeurs par défaut](#)

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

Les autres tableaux n'ont pas été modifiés par rapport aux valeurs de base.



## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

### 2.4.3 Onglet Longitudinal – Critères de forme

- Ancrage à 135° - Aucune précision dans le bouquin
- Disposition en lit séparé conforme à l'exemple littéraire
- Diamètre des mandrins suivant valeurs affichées dans le 1<sup>er</sup> onglet

Soit :

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

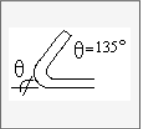
Ancrages des armatures sur appui :

☐ Retour d'équerre (angle=90°)

☒ Ancrage à 135°

☐ Ancrage à 120°

☐ Crochet normal (angle=180°)



Dimension du mandrin de cintrage :

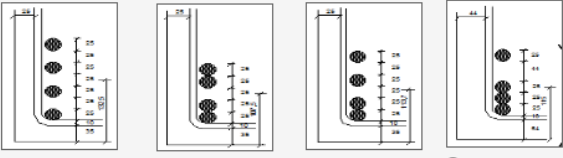
☒ Suivant valeurs affichées dans le 1<sup>er</sup> onglet 1 du présent formulaire

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

☐ Suivant série de la NF EN 13670

☐ Suivant série configurée

Positionnement des armatures longitudinales :



☒ Disposition n°1

☐ Disposition n°2

☐ Disposition n°3

☐ Disposition n°4

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

### 2.4.4 Onglet Transversal

- Démarrage du 1<sup>er</sup> cadre à St/2
- Cadres fermés avec crochet à 135°
- Epingles pour les armatures intérieures d'effort tranchant

Soit :

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

Position du 1<sup>er</sup> cadre après appui :

☐ Au nu de l'appui

☒ A St/2

☐ A u.cotgt(θ)

☐ A St



Valeur approchée pour le 1<sup>er</sup> espacement : 16 cm, avec une tolérance de 2 cm

Modèle de cadre :

☒ Cadre fermé

Crochet 1 135° / crochet 2 135°

☐ Cadre ouvert

Modèle acier intermédiaire d'effort tranchant :

☒ Epingle

☐ Etrier

☐ ni épingle ni étrier

Dimension du mandrin de cintrage :

☐ Suivant valeurs affichées 1<sup>er</sup> onglet Aciers transversaux

☒ Suivant article 8.5 de l'EN1992-1-1

### 2.4.5 Consoles/ Suspentes

RAS – Non concerné.

### 2.4.6 Table poutre en Té

Les diamètres de coutures de la table ont été limités à HA8, HA10 et HA12.

On ne modifie pas les espaces de répartition de base.

Soit :



## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

Armature - Mandrin	Longitudinal - Critères de choix	Longitudinal - Critères de formes	Transversal	Console / Suspente	Table poutre en Té	Ferraillage imposé
Stock disponible	Diamètre	Diamètre du mandrin de cintrage des aciers (m)	Répartition des aciers de couture :			
Coutures	(mm)		Entre <input type="text" value="2"/> et <input type="text" value="10"/> barres par ml			
<input type="checkbox"/>	6.0	0.032	<input type="button" value="Rétablir les valeurs par défaut"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	8.0	0.040				
<input checked="" type="checkbox"/>	10.0	0.050				
<input checked="" type="checkbox"/>	12.0	0.063				
<input type="checkbox"/>	14.0	0.080				
<input type="checkbox"/>	16.0	0.080				
<input type="checkbox"/>	20.0	0.100				
	25.0					
	32.0					
	40.0					

### 2.4.7 Ferraillage imposé

Pas de ferraillage imposé.

## 2.5 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<sup>ier</sup>.

### 2.5.1 Onglet ELU

La poutre ne comportant qu'une seule travée, seule l'option « analyse élastique linéaire » est autorisée.

La reprise de 0,15M0 n'est pas indiquée dans la bibliographie, l'option n'est donc pas cochée.

L'option « reprise efforts horizontaux par armatures additionnelles » est cochée pour permettre de comparer l'épure des aciers de flexion avec celui de la bibliographie, sachant que dans cette dernière, seul le 1<sup>ier</sup> lit a été ancré sur appuis.

Soit :



## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

The screenshot shows the 'ELU' tab selected in a software interface. The interface has a top navigation bar with tabs: 'ELU', 'ELS - Contraintes', 'ELS - Fissurations', 'ELS - Flèche', 'Effort tranchant', 'Membrures', 'Durabilité', 'Sécurité incendie', and 'Résistance sismique'. Below the navigation bar, there is a section titled 'Méthode d'analyse de structure :'. It contains a radio button selected for 'Analyse élastique linéaire suivant conditions de l'article 5.4 de l'EN1992-1-1'. Below this, there is a checkbox for 'Reprise de 0,15M0 pour les appuis de rive'. At the bottom, there is a section titled 'Reprise des efforts horizontaux sur appuis :'. It contains two radio buttons: 'Sans objet, l'effort horizontal développé par l'effort tranchant est repris par le prolongement sur appui des armatures de flexion.' and 'Repris par des armatures additionnelles venant en complément des armatures de flexion', which is the selected option. There are blue question mark icons next to the selected radio button in the first section and the selected radio button in the second section.

### 2.5.2 Onglet ELS Contraintes

Le coefficient d'équivalence est calculé par l'équation 7.20 amendé par les recommandations professionnelles et avec un coefficient de fluage pris égal à 2.

Cela nous permettra de faire un comparatif avec les valeurs exposées par Mr Paillé dans son livre.

### 2.5.3 Onglet ELS Fissuration

Le coefficient d'équivalence est calculé par l'équation 7.20 avec un coefficient de fluage pris égal à 2. Ceci afin de vérifier si nous retrouvons les valeurs exposées par Mr Paillé dans son livre.

### 2.5.4 Onglet Effort tranchant

Suivant la modélisation retenue, vous aurez à modifier les données suivantes :

- Angle de la bielle :  $45^\circ$  ou  $21,8^\circ$
- Prise en compte ou pas du décalage de  $l$  – Art. 6.2.3(5) de l'EN1992-1-1
- Prise en compte ou pas du décalage de  $d$  – Art.6.2.1(8) de l'EN1992-1-1

Attention, les différents auteurs (Mr PAILLE, Mr THONIER) conseille de ne pas cumuler les 2 décalages.

### 2.5.5 Onglet Membrures

Le modèle impose les valeurs suivantes :

- Angle de la bielle de béton comprimé de la membrure :  $45^\circ$
- Comme il s'agit d'une poutre isolée, il faut prendre en compte un effort de flexion sur la membrure.

Soit au final :



# Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

## Dispositions vis à vis du cisaillement entre l'âme et les membrures pour les poutres en T suivant l'EN1992-11 § 6.2.4

Angle de la bielle béton comprimé de la membrure :  (°)

Flexion transversale pour la table de la poutre :

- ☐ Pas de flexion transversale pour la table de compression - A. 6.2.4(5)  
☒ Flexion transversale pour la table de compression - Application de A. 6.2.4(5)

Valeur du moment de flexion transversale :

- ☐ Valeur du moment imposé par le projeteur :  
☒ Valeur du moment calculé par le logiciel  
☐ Aire de l'armature requise pour la reprise de la flexion transversale :

### 2.5.6 Onglet Durabilité

Cochez XC3 pour être conforme aux hypothèses d'environnement de la poutre. Durée d'utilisation du projet : 50ans.

### 2.5.7 Onglet Sécurité Incendie

Aucune modification – Aucune résistance au feu n'est exigée

### 2.5.8 Onglet Résistance sismique

Aucune modification – La poutre n'est pas en zone sismique.

## 2.6 Présentation finale

Une fois toutes les données entrées, le formulaire général doit se présenter sous cette forme (pas de reprise de bétonnage) :

Poutre en béton armé : [EFB\_Ptre Iso.txt]

Fichier Géométrie Charge Matériaux Ferrailage Environnement Calcul Résultats Outils ?

Poutre isostatique à une travée.

- Matériaux
- Environnement
- Ferrailage
- Géométrie (voir dessin ci-contre)
- Charges/Combinaisons (voir tableau)
- Modélisation

Travée	Cas	Nature	Schéma	Application	P ou P1	P2	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)
1	1	Permanente	1	Supérieure	7 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	2	Exploitation Caté...	1	Supérieure	8 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

charge

combinaison



## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

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

### 3 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.

Comme le calcul de la poutre a donné lieu à de multiples hypothèses pour retrouver les résultats figurant dans la bibliographie, toutes les notes de calculs correspondantes ne figurent pas dans le présent document pour éviter d'alourdir ce dernier.

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

[Voir annexe](#)

### 4 Plans de ferrailage

[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.

### 5 Comparaison des résultats

La comparaison est établie entre :

- Les exemples figurant dans la littérature à savoir le livre « Applications de l'Eurocode 2 » 1<sup>ière</sup> édition et « Calcul des structures en béton – Guide d'application » - 2<sup>ème</sup> édition, page 371
- La même poutre calculée avec le logiciel RSA2018® d'Autodesk®
- La même poutre calculée via le logiciel « Poutre BA »®.

#### 5.1 Calcul des armatures de flexion à l'ELU

##### 5.1.1 Détermination des armatures

	Bibliographie	RSA®	Poutre BA®	Commentaires
Mu (KN.m)	5255	5247	5251	(1)
Enrobage (mm)	30 et 42		30 (42)	(2)
Bras de levier d (cm)	110 (112.7 et 113)		112,5	(3)
As (cm <sup>2</sup> /ml)	115.5 et 111,4	106.29	112.01 et 107,58	(4)
Acier retenu	14 HA32	14 HA32	14 HA32	

Commentaire n°1 :

- La valeur exacte du moment pour une portée entre axe de 14m est 5255,25 kN.m, avec la prise en compte d'une charge sur les 14m. La bibliographie arrondit. Le logiciel calcule avec une longueur efficace de 14m (suivant les prescriptions de l'Eurocode) mais ne prend en compte qu'une longueur de charge de 13,60m. La charge se trouvant sur appui (sur les 20 cm de chaque côté) s'évacue directement dans l'appui et ne vient pas interférer dans le calcul du moment de flexion.
- La différence par rapport à la valeur de la bibliographie est de 0,07% soit négligeable.



## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

Commentaire n°2 :

- Les calculs d'enrobage sont identiques entre le livre « Applications de l'Eurocode 2 » 1<sup>ière</sup> édition et le logiciel « Poutre BA » ® : 30 mm. Toutefois, le logiciel indique dans sa note de calcul, une valeur d'enrobage de 42mm pour les aciers longitudinaux HA32, valeur reprise dans le livre « Applications de l'Eurocode 2 » 1<sup>ière</sup> édition. Dans le livre de Mr Paille, ce dernier indique une valeur de 42mm car il prend déjà en compte la valeur du diamètre de la barre (HA32)

Commentaire n°3 :

- La valeur de  $d = 110$  cm des livres est une valeur à priori qui est contrôlée par la suite (d'où les 2 valeurs entre parenthèse, 112.7 correspondant à une disposition des barres séparées et 113 à un 1<sup>ier</sup> lit avec 2 barres regroupées, valeurs pour le livre « Applications de l'Eurocode 2 » 1<sup>ière</sup> édition)
- On peut remarquer que le livre ne prend pas comme valeur de base de  $d$ , la valeur  $0,9.h (= 112,5)$ , valeur que l'on prend de manière habituelle.
- Le logiciel « Poutre BA » ® est parti avec une règle de répartition des lits en barres isolées, identique à celle du livre « Applications de l'Eurocode 2 » 1<sup>ière</sup> édition. Cette règle a été fixée par le projeteur dans le formulaire « Ferrailage » dans l'onglet « Longitudinal – critère de forme » voir § 2.4.3. Le logiciel calcule le bras de levier, la section d'acier et les barres réellement mises en place par itération : calcul de la section d'acier → détermination des barres → mise en place des barres → calcul du nouveau bras de levier → calcul de la section d'acier → détermination des nouvelles barres → .... Et ainsi de suite jusqu'à ce que le bras de levier ne bouge quasiment plus. Donc, le bras de levier affiché dans le logiciel correspond vraiment à la disposition des barres longitudinales mises en place
- Si vous choisissez la position d'armature 2 (regroupement en paquet de 2 barres) et que vous cochiez l'application de l'article 8.9.1(4), le bras de levier calculé par le logiciel est de 113,2cm et Mr Paille trouve dans son calcul (page 376) une valeur de 114,3cm. Or il a pris une valeur d'enrobage de l'acier longitudinale de 52mm ( $42 + 10$ mm pour le cadre HA10) alors que le logiciel s'est contenté de 42mm qui est la valeur minimale. La valeur minimale pour le cadre HA10 est de 30mm et avec une valeur d'enrobage de 42mm pour l'acier longitudinal, il sera placé à  $42-10=32$ mm > 30mm requis !

Commentaire n°4 :

- Basé uniquement sur le livre de Mr Paillé, plus explicite et juste : As (avant optimisation et pour un bras de levier de 1,10m) = 115,5cm<sup>2</sup> et 111,4cm<sup>2</sup> après optimisation (utilisation de la branche ascendante) Le logiciel optimise le bras de levier ce qui conduit avec un moment légèrement plus faible à une section d'acier plus faible et procède lui aussi à une optimisation sur la branche ascendante de l'acier. Ce qui, au final, permet de réduire encore un peu la section d'acier. Mais, au final, les barres mises en place sont identiques.

### 5.1.2 Epure des aciers

Pour l'ancrage sur appui

- Voir §5.5 Zone d'about

Pour les arrêts :

	« Application de l'Eurocode 2 »	RSA®	Poutre BA®	Commentaires
Valeur du décalage de la courbe des moments (m)	1.24		0.50	(1)
Moment résistant lit n°1 (kN.m)	2115		1979,5	(2)





## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

Moment résistant lit n°2 (kN.m)	4044		3959.1	(2)
Lit 3- Origine de l'ancrage (cm)	240.2 (220.2)		282	(3)
Lit 2- Origine de l'ancrage (cm)	35.1 (15.1)		77	(3)

Commentaire n°1 :

- La différence provient de l'inclinaison choisie de la bielle d'effort tranchant : le logiciel prend pour valeur une inclinaison des bielles de  $45^\circ$  (limite haute) alors que le livre prend une inclinaison de bielle de  $21,8^\circ$  (limite basse) soit la différence de  $\text{Cotgt}(\Theta) = 2,5$ . La différence est égale à 0.74 m.

Commentaire n°2 :

- La différence est de l'ordre de 2% pour le lit 2 et de 6,8% pour le 1<sup>ier</sup>.

Commentaire n°3 :

- La différence provient du décalage de la courbe des moments. Toutefois, comme il y a encore une différence, le logiciel prend comme origine le nu de l'appui alors que le livre prend comme origine (me semble t-il car ce n'est pas très clair) l'axe de l'appui soit 20 cm de plus, valeur qu'il faut donc retrancher pour avoir une base égale de comparaison. La différence entre le livre et le logiciel est constante : 62cm (au lieu de 74cm). Soit 12 cm de différence. Il est possible que cette différence provienne du mode de calcul d'ancrage et des valeurs de moments résistants, le logiciel ayant des valeurs de moments résistant légèrement plus basse. Pour la valeur d'ancrage, le logiciel calcule avec un taux de contrainte de 500 MPa alors que le livre semble prendre une valeur de 461 MPa.

## 5.2 Vérification à l'Etat limite de Service

### 5.2.1 Limitation des contraintes

Calcul sous combinaison caractéristique

	Bibliographie	RSA®	Poutre BA®	Commentaires
Ms (kN.m)	3680		3672	(1)
$\sigma_s$ (MPa)	Non calculé		314,72 (319.29)	(2)
$\sigma_b$ (MPa)	Non calculé		12,13 (11.73)	(2)
n (coef equivalence)	Non calculé		15	

Commentaire n°1 :

- Valeurs quasi-identiques. La différence provient de la prise en compte ou pas de la partie de charge se trouvant directement sur l'appui. Voir commentaire n°1 §5.1.1

Commentaire n°2 :

- Les valeurs des contraintes n'ont pas été calculées dans les livres en raison de la classe de fissuration adoptée, ce que confirme le logiciel. Ce dernier calcule systématiquement les valeurs des contraintes si une combinaison ELS caractéristique a été renseignée.
- Les valeurs indiquées sont des valeurs pour un coefficient d'équivalence acier/béton  $n=15$ .
- Les valeurs indiquées entre parenthèses sont des valeurs pour un coefficient d'équivalence acier/béton  $n=18,46$ . Pour un coefficient d'équivalence calculé par l'équation 7.20 avec prise en compte d'un coefficient de fluage calculé par l'annexe B et corrigé par le rapport  $M_{qp}/M_{elsCar}$  (suivant les



## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

recommandations Professionnelles), la valeur du coefficient de fluage s'établit à 2,13 et n coefficient d'équivalence prend la valeur 18,46.

- On s'aperçoit que passer de 15 à 18,46 ne change pas beaucoup les valeurs des contraintes, cela provient du bras de levier très important.

### 5.2.2 Maitrise de la fissuration

Coefficient d'équivalence  $n = 17,6$  - calculé suivant EQ 7.20 - avec coefficient de fluage  $\varphi = 2$ , (valeur imposée).

#### Méthode sans calcul direct

	Bibliographie	RSA®	Poutre BA®	Commentaires
n (coef equivalence)	15.4		17,65	(1)
Inertie fissurée (dm <sup>4</sup> )	1200,1		1381	
MeQP (kN.m)	2695		2888	(2)
$\sigma_s$ (MPa)	232		250	
$\sigma_b$ (MPa)	9.2		9.31	

Commentaire n°1 :

- On retrouve la valeur de 17,6 que Mr Paillé fait apparaitre page 376. Quant à la valeur de 15,4, je ne sais pas comment il l'a calculé.

Commentaire n°2 :

- La différence provient du coefficient  $\psi_2$  La bibliographie prend une valeur égale à 0,5 alors que cela ne correspond à aucune charge dans le bâtiment. Pour être approchant, j'ai pris une charge de catégorie D avec une valeur de 0,6. La charge répartie est égale 110,19kN/ml pour la bibliographie alors que pour le logiciel, la charge répartie est prise égale à 118 kN/ml. Voir § 1.2 page 5 et voir §

#### Méthode avec calcul direct

	Bibliographie	RSA®	Poutre BA®	Commentaires
n (coef equivalence)	15.4		17,65	(1)
Hcef (cm)	28		26,8	
$\rho_{pef}$	0,0732		0,076	
$\alpha_e$	5.88		5.88	
$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ (‰)	1.07		1.113	
Wk (mm)	0,196		0,198	(2)

Commentaire n°1 :

- On retrouve la valeur de 17,6 que Mr Paillé fait apparaitre page 376. Quant à la valeur de 15,4, je ne sais pas comment il l'a calculé.

Commentaire n°2 :

- Au final, des valeurs assez proches

En raison de la hauteur de la poutre, le logiciel a aussi calculé les aciers de peau rendus obligatoire par l'article 7.3.3(3) de l'EN1992-1-1, ce qui n'est pas réalisé dans les 2 livres. Sur le dessin de la poutre dans « Application de l'Eurocode 2 », les aciers de peau n'y figurent pas.



## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

### 5.2.3 Flèche

	« Application de l'Eurocode 2 »	RSA®	Poutre BA®	Commentaires
n (coef equivalence)	17.7		15	
Fl (mm)	42		36.7	(1)

Commentaire n°1 :

- L'exemple se trouvant dans le bouquin de Mr Paillé ne présente pas de calcul de flèche. La valeur figurant dans le tableau ci-dessus est celle figurant dans le livre « Eurocode 2 » de l'EFB. La différence (6mm) provient de la façon de calculer, l'EFB ne prenant pas en compte l'annexe nationale, fait un mélange entre une poutre à 2 lits et une poutre à 3 lits, .... Cela renvoie de toute façon à la critique de ce livre figurant dans la section Bibliographie du site <http://logiciels-batiment.chez-alice.fr/>
- 

### 5.3 Effort Tranchant

Cette comparaison a été établie avec la poutre **sans reprise de bétonnage**.

Le livre « Eurocode 2 » 1<sup>ière</sup> édition ne peut quasiment pas être utilisé sur ce chapitre car il comporte de nombreuses erreurs et il ne prend pas en compte l'annexe nationale.

Le comparatif sera donc établi avec l'exemple figurant dans livre de Mr Paille (page 379 et suivantes – Edition n°2).

Le tableau ci-dessous est établi pour une valeur d'angle de bielle de 21,8° et pour la prise en compte de  $V_{Ed}$  avec un décalage de  $l = z \cdot \cotg(\Theta)$  (application de l'article 6.2.3(5) de l'EN1992-1-1

	Bibliographie	RSA®	Poutre BA®	Commentaires
Ved au nu de l'appui (kN)	1458	1456	1458	(1)
d (m)	1.10		1.125	(2)
l(m)	2,475		2,53	(2)
$V_{Ed,red}$ (kN)	927		919	(3)
$V_{Rd,Max}$ (kN)	2250 (2258)		2311	(4)
$V_{Rdc}$ (kN)	NC		800	(5)

Commentaire n°1 :

- Valeur identique

Commentaire n°2 :

- La méthodologie est la même : valeur de d prise égale à celle pour les aciers de flexion. Mr Paillé garde la valeur initiale (1,10m) qu'il avait utilisé pour calculer les aciers de flexion, ce qui va dans le sens de la sécurité. Mais dans ce cas, la valeur de l est plus faible : 2,475 au lieu de 2,53m.

Commentaire n°3 :

- $V_{Ed,red}$  (kN) = 927 kN à une distance de 2,475m pour le livre et 919 kN pour une distance de 2,53 m pour le logiciel – données cohérentes



## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

Commentaire n°4 :

- $V_{Rd,max}$  est plus près de 2258 kN avec les valeurs précédentes et plus proche de 2311 kN. La différence provient du bras de levier : 1,10m pour le livre et 1,125 pour le logiciel.

Commentaire n°5 :

- $V_{Rd,min}$ , la valeur d'effort tranchant maximale en dessous de laquelle un ferrailage d'effort tranchant n'est pas obligatoire, est systématiquement calculé par le logiciel. On s'aperçoit que sa valeur n'est pas très loin de la valeur  $V_{Ed,red}$ .

Pour coller au livre, on impose un ferrailage d'effort tranchant à base de HA10 soit : 1 cadre HA10 + 3 épingles HA10.

Répartition des aciers de reprise d'effort tranchant :

Pour un angle de la bielle =  $45^\circ$

- 1-45 : Exemple livre Mr Paillé (décalage  $l=0.99$  et  $d=1.10$ ): 6 – 8x13 – 6x17 – 5x21 – 3x30 – 2x46 et n fois 75 et symétrique soit 51 cadres
- 2 – 45 : Logiciel « Poutre BA® » – aucun décalage : 5 – 11 – 4x12 – 4x13 – 2x14 – 3x15 – 2x16 – 17 – 18 – 2x19 – 20 – 22 – 23 – 25 – 27 – 29 – 33 – 38 – 47 – 66 et symétrique
- 3 – 45 : Logiciel « Poutre BA® » – avec décalage  $l=z.cotg(\Theta=1.02)$  : 6 – 8x13 – 6x17 – 5x21 – 4x30 – 2x56 – nx75 et symétrique soit 55 cadres
- 4 – 45 : Logiciel « Poutre BA® » – avec décalage  $d=1.125$  : 7 – 8x14 – 6x17 – 5x22 – 3x32 – 2x67 – nx75 et symétrique soit 54 cadres.

Pour un angle de la bielle =  $21.8^\circ$

- Exemple livre Mr Paillé (décalage  $l=2.475$ ): 19 – 6x45 et 5x75 et symétrique soit 23 cadres, espacement au milieu de 61
- Logiciel « Poutre BA® » – avec décalage  $l=z.cotg(\Theta)$  : 23 – 5x47 – 5x75 et symétrique + 1 cadre au milieu de raccordement, espacement au milieu de 47 soit 23 cadres

On peut noter une différence entre (3-45) et (4-45) sur les premiers pas ce qui est normal : (3-45) prend la valeur  $V_{Ed}$  à 0.99m alors que (4-45) prend la valeur de  $V_{Ed}$  à 1.125 soit une valeur plus faible ce qui conduit automatiquement à un pas plus grand pour (4-45) que pour (3-45).

Le logiciel et l'exemple de Mr Paillé donne des valeurs quasi-identiques, la différence provenant des arrondis, de la valeur prise pour  $d$  ( $d=1.10$  pour Mr Paille et 1.125 pour le logiciel) et de la valeur de l'espacement pour le 1<sup>er</sup> cadre, le logiciel prenant une valeur égale à  $St/2$  comme l'autorise la Commission française de l'Eurocode 2, Mr Paille prenant une valeur de  $d.cotgt(\Theta)$  correspondant à la 1<sup>ère</sup> limite de la bielle d'about

### 5.4 Reprise de bétonnage

Cette comparaison a été établie pour une poutre avec reprise de bétonnage.

Ce chapitre compare les résultats obtenus par le logiciel avec ceux figurant dans le livre de Mr Paille « Calcul des structures en béton » 2<sup>ème</sup> édition pages 385 à 391.

Comparaison des résultats :

- Mr Paillé – page 386 – figure 8.9 - angle de bielle  $21,8^\circ$ :
  - Sans la prise en compte de la reprise de bétonnage :  $22,5 + 5x45 + nx75$  (à comparer avec l'exemple plus haut où il trouvait  $19 + 6x45 + nx75$ , ce qui prouve que son calcul particulier sur le 1<sup>er</sup> espacement n'est pas absolu !) -  $22,5 + 5x45 = 247.5$  soit 1 !



## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

- Avec les 2 paliers 1 :  $7,5 + 24 \times 10 + 12 \times 20 + 7,5 + nx75$  ce qui donne  $7,5 + 24 \times 10 + 13 \times 20 + nx75$ . Mr Paillé ne détaille pas le calcul pour obtenir l'espacement de 20cm mais avec les données se trouvant sur la figure 8.9, le calcul donne une valeur de 26,5cm soit plus proche des 29cm du logiciel plutôt que des 20cm affiché sur la figure. De plus, le logiciel se recalcule à la valeur de  $V_{Ed}$  correspondant à l'espacement du dernier cadre alors que Mr Paillé reprend la valeur à 1 (qui là, dans l'exemple tombe juste). Le logiciel peut donc avoir une répartition d'acier plus faible conduisant à un espacement légèrement plus fort.
- Logiciel « Poutre BA® » – avec décalage  $l=z.cotg(\Theta)=253\text{cm}$  - angle de bielle  $21,8^\circ$ :  $5 + 23 \times 11 + 9 \times 29 + x75$  avec la vérification :  $5 + 23 \times 11 = 258 > 253$  et vérification 2 :  $5 + 23 \times 11 + 9 \times 29 = 519 > 253 + 253 = 506$  (et  $519 - 29 = 490 < 506$ ). En conclusion : le logiciel couvre les 2 premiers paliers par la répartition des aciers de couture et le 3<sup>ème</sup> palier par la distance maximum entre cadre car la valeur de la contrainte de cisaillement est inférieure à celle reprise par le béton.

### 5.5 Zone d'about

Pour la partie ancrage acier :

- Les résultats figurant dans le livre « Calcul des structures en béton » ont été calculés avec un angle de bielle de  $21,8^\circ$  et affichent une section de  $41,9\text{cm}^2$  à ancrer mais en prenant la formule 9.3 dans l'EC2 de 2005. L'auteur n'ancre qu'un seul lit en prenant appui sur le BAEL
- Le logiciel calcule avec la formule indiquée dans l'Annexe Nationale de 2015 ce qui majore le résultat et donne une valeur de  $48,07\text{cm}^2$ . Le logiciel ancre donc les 2 premiers lits, le 1<sup>er</sup> lit sur la contrainte maximale et le 2<sup>nd</sup> lit sur la contrainte résiduelle.

Pour la partie vérification des contraintes :

- Angle de la bielle d'about :
  - Livre :  $38,6^\circ$  en prenant la formulation de l'ep. 9.3 de EN1992-1-1 :2005
  - Logiciel :  $34,91^\circ$  en prenant la formulation de l'ep. 9.3 de l'ANF 2015
- Contrainte sur la bielle moyenne :
  - Livre :  $15,24\text{MPa}$
  - Logiciel :  $18,95\text{MPa}$  ce qui dépasse le maximum autorisé. La différence provient de la valeur de l'effort de compression dans la bielle inclinée avec l'équation de l'ANF 2015
- Contrainte sur l'appui :
  - Livre :  $7,2\text{MPa}$  en prenant un appui de 37 cm
  - Logiciel :  $7,17\text{MPa}$  soit une valeur quasi-identique

Pour la partie calcul ancrage des aciers :

- RSA : retour de barre de 50 cm
- Logiciel : retour de barre de 51 cm

### 5.6 Aciers de couture de la table de la poutre

Pour le livre de Mr Paillé, cette partie est détachée de l'exemple 1 du chapitre 8 et se retrouve en chapitre 9 page 433.

Dans l'exemple de Mr Paillé s'est glissée une erreur avec la valeur de  $\Delta_{MEd}$  qui a été prise au milieu de la portée alors qu'elle aurait dû être prise au  $\frac{1}{4}$  de la portée comme on le retrouve dans le livre « Application de l'Eurocode2 ». Par contre, dans ce dernier une erreur s'est glissée sur le calcul de  $cotg(\Theta_f)$  pris égal à 2,5 alors que le maximum autorisé est de 2.

Les valeurs ci-dessous ont été validées avec le fichier EFB\_Ptre\_Iso\_45 en prenant une valeur de  $\Theta_f = 26,5^\circ$

	Bibliographie	RSA®	Poutre BA®	Commentaires
--	---------------	------	------------	--------------



## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

$\Delta M_{Ed}$ (kN.m)	5255		3937	(1)
d (m)	1.10		1.03	
$\Delta F_{Ed}$ (kN)	1812		1386.8	(2)
$v_{Ed,red}$ (MPa)	3,5 (2,625)		2,68	(3)
Ast/Sf (cm <sup>2</sup> /ml)	6 (4.52)			(4)
Ast/Sf (cm <sup>2</sup> /ml) total			8.28	(4)
Ast/Sf (cm <sup>2</sup> /ml) flexion			6.01	(4)

Commentaire n°1 :

- Erreur indiquée à l'entrée du paragraphe

Commentaire n°2 :

- Erreur provenant de l'erreur sur le  $\Delta M_{Ed}$

Commentaire n°3 :

- En bas de la page 434, on voit apparaître une valeur de 2.625 MPa pour la valeur du cisaillement alors que ce chiffre ne figure nulle part ailleurs. On peut donc se demander s'il n'a pas corrigé mais qu'il aurait oublié de porter les corrections dans les autres parties de son texte !

Commentaire n°4 :

- Comme pour le commentaire ci-dessus, quand l'auteur fait la comparaison avec les résultats du BAEL, il trouve avec ce dernier règlement une section de 12 cm<sup>2</sup>/ml et il indique que « c'est le triple des sections obtenues avec l'EC2 ». Or 12 cm<sup>2</sup> n'est pas le triple mais le double ! par contre, 12 est bien le triple de 4. Ce qui me fait dire que l'auteur a bien corrigé mais a oublié de faire porter les corrections dans le bouquin d'où ces incohérences qui apparaissent.
- Le logiciel Poutre BA® affiche 2 valeurs :
  - Celle correspondant aux aciers nécessaires à la reprise de l'effort de flexion sur la membrure
  - Le total des aciers nécessaire à la reprise de la flexion + la couture de la table
  - Comme le logiciel répartit la section des aciers de couture par moitié, en haut et en bas, vous pouvez retrouver les valeurs des aciers de coutures en faisant  $8.28 - 6.01 = 2.27$  Et  $2.27 \times 2 = 4.54 \text{ cm}^2/\text{ml}$ . On retrouve la valeur de Mr Paillé en corrigeant la valeur de cisaillement ce qui explique le « triple » de son commentaire.
- La valeur de 6.01 cm<sup>2</sup>/ml est la section d'acier nécessaire à la reprise du moment de flexion de la demi-membrure par rapport à l'âme de la poutre.

## 6 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.



## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

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.

Le dossier compressé de l'exemple 1 comprend ainsi le document de présentation de l'exemple et 1 répertoire de données. Normalement, chaque répertoire reprend les modifications propres à la configuration choisie (bielles à 45°, bielles à 21,80, avec ou sans reprise de bétonnage, etc. ...).

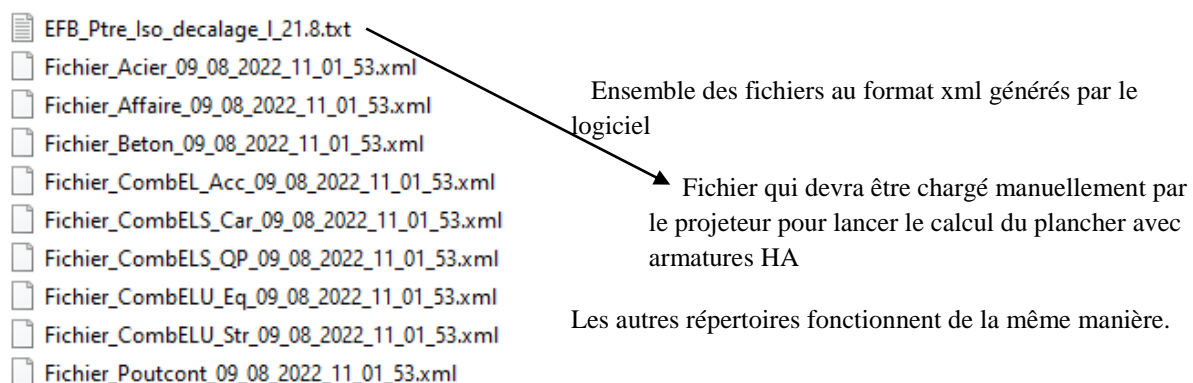
Le répertoire fourni est :

- Poutre avec bielle 21,8° et décalage de l : **EFB\_Ptre\_Iso\_21.8\_decalage\_l**

Je vous laisse faire les 5 autres répertoires qui sont :

- Poutre avec bielle 21,8° avec décalage de l et paliers multiples pour reprise de bétonnage : **EFB\_Ptre\_Iso\_21.8\_decalage\_l-RepBeton\_Palier\_l**
- Poutre avec bielle 45° : répertoire **EFB\_Ptre\_Iso\_45**
- Poutre avec bielle 45° et décalage de l (art. 6.2.3(5)) : répertoire **EFB\_Ptre\_Iso\_45\_decalage\_l**
- Poutre avec bielle 45° et décalage de d (art. 6.2.1(8)) : répertoire **EFB\_Ptre\_Iso\_45\_decalage\_d**
- Poutre avec bielle 45° avec décalage de l et palier unique pour reprise de bétonnage : répertoire **EFB\_Ptre\_iso\_45\_l\_repbeton\_unique**

Exemple de constitution d'un répertoire (exemple pour **EFB\_Ptre\_Iso\_21.8\_decalage\_l**) :





# **ANNEXE**





## Logiciel POUTRE BETON ARME - Exemple n°1

La note de calcul est indépendante de la présente notice.

Elle se trouve dans le répertoire de sauvegarde des données figurant sur le site internet.