

# **Plancher Béton Armé**

**Version 3.0**

Exemple n°1

*Plancher unidirectionnel*

*Isostatique*

*Sous charges réparties*



## **Tables des matières**

<b>1</b>	<b><i>Présentation de l'exemple</i></b> .....	<b>3</b>
1.1	Généralité.....	3
1.2	Description du plancher .....	3
<b>2</b>	<b><i>Entrée des données</i></b> .....	<b>4</b>
2.1	Formulaire Géométrie .....	4
2.2	Formulaire Charges et Combinaisons .....	5
2.3	Formulaire Matériaux .....	6
2.4	Formulaire Ferrailage .....	7
2.4.1	Onglet Disponibilité stock barres HA : .....	7
2.4.2	Onglet Disponibilité stock treillis soudés : .....	7
2.4.3	Onglet Modèle armature flexion : .....	7
2.4.4	Autres onglets .....	7
2.5	Formulaire Modélisation – Environnement .....	8
2.5.1	Onglet ELU .....	8
2.5.2	Onglet ELS .....	8
2.5.3	Onglet Effort tranchant .....	8
2.5.4	Onglet Durabilité .....	9
2.5.5	Onglet Sécurité Incendie .....	9
2.5.6	Onglet Résistance sismique.....	9
2.6	Présentation finale.....	10
<b>3</b>	<b><i>Note de calcul</i></b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b><i>Plans de ferrailage</i></b> .....	<b>10</b>
<b>5</b>	<b><i>Comparaison des résultats</i></b> .....	<b>10</b>
<b>6</b>	<b><i>Fichiers de données</i></b> .....	<b>11</b>

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

[Annexe : Plan de ferrailage des armatures en travée](#)

[Annexe : Plan de ferrailage des armatures sur appuis](#)



# **1 Présentation de l'exemple**

## **1.1 Généralité**

Il s'agit de calculer un plancher en béton armé et de produire la note de calcul et les plans de ferrailage. Pour cela, il sera utilisé le logiciel « Plancher BA » V3.0.

L'exemple support est issu du document « Worked examples for Eurocode 2 » édité par « the concrete center™ » en draft version 17 septembre 2007 et disponible sur internet.

Cet exemple sert à la fois :

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

Il s'agit de calculer un plancher béton armé portant dans un seul sens suivant les dispositions de l'Eurocode.

Le logiciel établira la note de calcul et les plans d'exécution du plancher.

Le présent exemple permettra de comparer :

- Les résultats établis par le logiciel « Plancher BA EC2 » avec les résultats présentés par les britanniques sachant que ces derniers ont effectué le calcul avec l'annexe nationale anglaise
- Les résultats entre le logiciel « Plancher BA » et le programme Arche dalle EC2 de la suite OMD 2018 de la société GRAITEC.

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

Puis il sera présenté :

- La note de calcul réalisée par le logiciel – Chapitre [Note de calcul](#)
- Les plans édités par le logiciel – Chapitre [Plans de ferrailage](#)
- La comparaison avec le calcul présenté dans la bibliographie indiquée ci-avant et celui réalisé avec le logiciel Graitec Arche dalle EC2 OMD 2018. 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 « Plancher 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 sinon certains éléments indiqués ci-après risquent de s'avérer caducs.

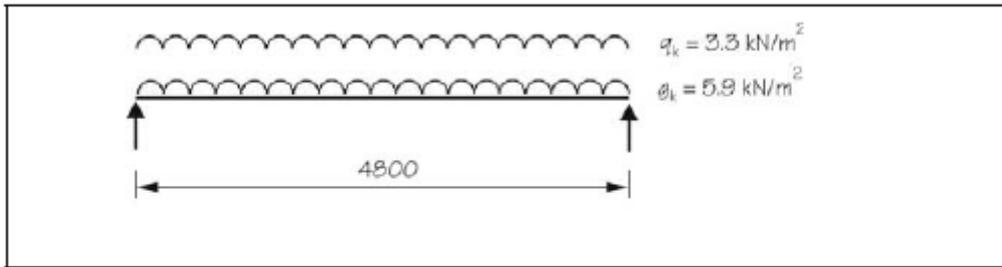
## **1.2 Description du plancher**

- Dispositions géométriques :
  - Plancher dalle pleine coulée en place. Ce n'est pas dit dans l'exemple mais on suppose.
  - Épaisseur 17.5 cm avec un revêtement de 40 mm
  - Longueur : 19m pour le principe, simplement pour forcer le plancher à porter dans un seul sens.
- Matériaux :



## Logiciel Plancher BA – Exemple n°1

- Béton :  $f_{ck} = 30 \text{ Mpa}$
- Acier :  $f_{yk} = 500 \text{ Mpa}$
- Charge :
  - Permanente :
    - PP plancher :  $0.175 \times 25 = 4.4 \text{ kn/m}^2$
    - G1 (revêtement, etc. ...) :  $1.5 \text{ kn/m}^2$
    - Total :  $5.9 \text{ kn/m}^2$
  - Exploitation :
    - Bureau – usage général (B suivant EN1991) :  $2.5 \text{ kn/m}^2$  (idem pour ANF)
    - Cloison amovible ( $PP < 2 \text{ kn/m}^2$ ) :  $0.8 \text{ kn/m}^2$
    - Total :  $3.3 \text{ kn/m}^2$



**Figure 3.1**  
**Simply supported slab (simple version)**

- Environnement : XC1
- Enrobage :  $C_{nom} = 25 \text{ mm}$
- Résistance au feu : 1h (REI 60)

## **2** **Entrée des données**

L'entrée des données pour le calcul d'un nouveau 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 :

#### **Partie Générale :**



## Logiciel Plancher BA – Exemple n°1

Géométrie des dalles isostatiques ou hyperstatiques

Nombre de travées :

Sens de portée des dalles :  
 Dalle portant dans un seul sens  Dalle portant dans les 2 sens ?

Données pour la travée n° :  + Afficher la dalle  
X Supprimer la dalle

Dimensions Appuis Prédalles Trémies

Identification de la dalle :

Travée isostatique ?  
 Plancher préfabriqué

Dimensions entre appuis:  
Sens Lx:  (m) Sens Ly:  (m) ?

Epaisseur transversale :  
Hauteur dalle :  (cm)

OK Annuler

### Travée gauche :

Seuls 2 onglets ont besoin d'être renseignés : Onglet Dimensions et Onglet Appuis

Dimensions Appuis Prédalles Trémies

Identification de la dalle :

Travée isostatique ?  
 Plancher préfabriqué

Dimensions entre appuis:  
Sens Lx:  (m) Sens Ly:  (m)

Epaisseur transversale :  
Hauteur dalle :  (cm)

Dimensions Appuis Prédalles Trémies

Largeur d'appuis par cotés (cm) : ?

Tous les appuis ont même largeur. Renseignez l'appui gauche uniquement.  
 Tous les appuis sont de même type. Renseignez l'appui gauche uniquement.

Appui gauche :  
 béton  maçonnerie

## 2.2 Formulaire Charges et Combinaisons

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

Onglet partie charges :



## Logiciel Plancher BA – Exemple n°1

Charges et combinaisons

1 seul sens de portée - Charges réparties

Combinaisons

Travée n° 1

Schéma n° 1



Cas	Nature	Schéma	Application charge	P1 (daN/m²)	P2 (daN/m²)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)
1	Permanente	1	Supérieure	590,00	■	■	■	■	■
2	Exploitation Catégorie A ou B	1	Supérieure	330,00	■	■	■	■	■
*									

OK Annuler

Onglet partie combinaisons :

1 seul sens de portée - Charges réparties

Combinaisons

Combinaison n° 1

ELU STR (fondamental)

Générateur de combinaisons

Effacer

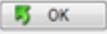
Travée	Charge	Pondération
1	1	1,35
1	2	1,5
*		

### 2.3 Formulaire Matériaux

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



Le renseignement de ce formulaire n'appelle pas de remarque particulière.

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

## 2.4 Formulaire Ferrillage

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

Dans le cas de cet exemple, les seules modifications portent sur les onglets « Disponibilité stock barres HA » et « Modèle armature flexion ».

### 2.4.1 Onglet Disponibilité stock barres HA :

Aucune modification

### 2.4.2 Onglet Disponibilité stock treillis soudés :

Aucune modification

### 2.4.3 Onglet Modèle armature flexion :

Les armatures seront sous de lits de treillis soudés.

Pas de nécessité de cocher l'autorisation pour les 2 lits

puisque nous voulons l'armature sous forme d'un seul lit.

Si un seul lit s'avère insuffisant, le logiciel calculera automatiquement avec 2 lits.

### 2.4.4 Autres onglets

Les autres onglets n'ont pas besoin d'être renseignés, les valeurs de base suffisent.

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 géométriques



## 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

Pour satisfaire les hypothèses de calcul, l'onglet doit se présenter comme ci-dessous, une fois entièrement renseigné.

ELU | ELS | Effort tranchant | Durabilité | Sécurité incendie | Résistance sismique

Principe de dégression :

Application du principe de dégression sur la travée complète pour la charge d'exploitation  Pas d'application du principe de dégression

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  $\delta$ :  ?

Plancher porteur dans 1 seul sens :

Reprise de 15% Moment Maximal en travée sur appuis de rive - Sens porteur  Encastrement partiel pour les appuis sens NON porteur (EN1992-1-1 §9.3.1.2(2)) ?  
 Appliquer l'écrêtage des moments sur appuis suivant les conditions de l'EN 1992-1-1 Art.5.3.2.2(4) ?

Prévoir barres transversales sur amatures supérieures principales aux appuis (EN 1992-1-1 §9.3.1(2))

### 2.5.2 Onglet ELS

Pas de modification par rapport aux valeurs de base.

ELU | ELS | Effort tranchant | Durabilité | Sécurité incendie | Résistance sismique

Etats Limites de Service - Calcul des contraintes - Coefficient d'équivalence n :

Imposer la valeur de n :  ?  
 Calcul de la valeur de n en suivant les Recommandations Professionnelles

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

Etats Limites de Service - Calcul de la flèche suivant EN1992-1-1 §7.4.1(4) et §7.4.3 :

Imposer la valeur de n :  ?  
 Calcul de la valeur de n par annexe B et équation (7.20)

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

### 2.5.3 Onglet Effort tranchant

Aucune modification



## Logiciel Plancher BA – Exemple n°1

### 2.5.4 Onglet Durabilité

Cet onglet doit être renseigné mais avec le forçage sur l'enrobage.

Ce formulaire vous laisse le choix :

- Soit vous indiquez la classe de l'environnement
- Soit vous forcez le résultat dans le cas où le logiciel ne satisfait pas à votre besoin. Vous pouvez utiliser le logiciel « Calcuette BA » si vous désirez le détail du calcul de l'enrobage à partir de la classe de l'environnement.

Travée n° 1 Document CERIB ?

Classe d'exposition :

X0 - aucun risque d'attaque et de corrosion

Corrosion induite par la carbonatation :  XC1 - sec ou humide en permanence  XC2 - humide, rarement sec  XC3 - humidité modérée  XC4 - alternativement humide et sec

Corrosion induite par les chlorures :  XD1 - humidité modérée  XD2 - humide, rarement sec  XD3 - alternativement humide et sec

Corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer :  XS1 - Air marin  XS2 - Immergé  XS3 - Mamage, projections, embruns

Attaque gel / dégel :  XF1 - saturation modérée sans déverglaçage  XF2 - saturation modérée avec déverglaçage  XF3 - saturation forte sans déverglaçage  XF4 - saturation forte avec déverglaçage

Attaques chimiques :  XA1 - faible agressivité  XA2 - agressivité modérée  XA3 - forte agressivité

Durée d'utilisation du projet : [dropdown]

Forçage de l'enrobage - enrobage inférieur : 2,5 cm - enrobage latéral : 2,5 cm - enrobage supérieur : 2,5 cm

Remarque :

Pour un environnement classé XC1, le logiciel affiche une valeur d'enrobage de 20mm. Le calcul ayant été élaboré suivant l'Annexe britannique, il est possible que l'écart provienne de la différence d'interprétation des annexes nationales.

Aussi, l'enrobage a été forcé pour obtenir un enrobage identique.

### 2.5.5 Onglet Sécurité Incendie

Préciser sur l'onglet la résistance au feu demandé : REI60 (voir image ci-dessous)

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

Travée n° 1 [←] [→]  Applicable à toutes les travées

Tenue au feu exigée : R60

Epaisseur carrelage + chape : 0.0 (cm) ?

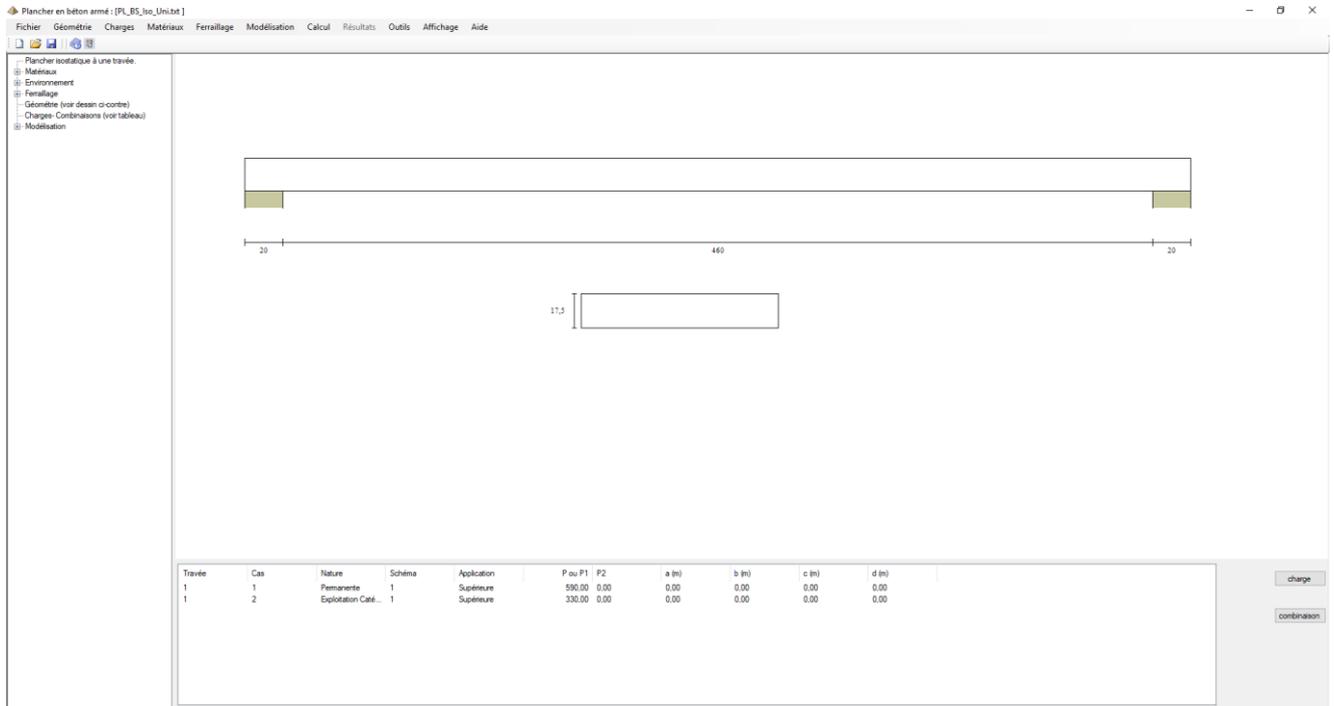
### 2.5.6 Onglet Résistance sismique

Aucune modification



## 2.6 Présentation finale

Une fois toutes les données entrées, le formulaire général doit se présenter sous cette forme :



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

## 3 Note de calcul

[Voir annexe](#)

## 4 Plans de ferrailage

[Voir Annexe](#)

Attention :

Ces plans correspondent à une copie écran.

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 :

- L'exemple figurant dans la littérature à savoir « Worked examples for Eurocode 2 » du « the concrete center™ »
- Le même plancher calculé avec le logiciel OMD 2018 de GRAITEC
- Le même plancher calculé via le logiciel « Plancher BA ».

	« Worked examples .... »	OMD 2018	Plancher BA Ep=17.5 – Su=12.9	Commentaires
Mu (KN.m)	35.4	36.3	36.8	(1)



## Logiciel Plancher BA – Exemple n°1

Bras de levier d (cm)	14.4	?	14.1	(2)
As (cm <sup>2</sup> /ml)	5.94	5.78	6.11	(3)
Acier retenu		ST60 (6.36cm <sup>2</sup> /ml)	ST60 (6.36cm <sup>2</sup> /ml)	
Ms (KN.m)	?	25.8	26.24	(4)
$\sigma_b$ (MPa)	?	7.98	9.65	(4)
$\sigma_s$ (MPa)	?	316.87	327.08	(4)
Flèche : L/d limite	35.8	24.59	25.47	(5)
Flèche : L/d calculé	33.3	34.53	34.59	(5)

Commentaire n°1 :

- Dans l'exemple anglais, le coefficient de pondération est de 1.25 au lieu de 1.35 en France
- OMD 2018 n'a pas accepté les 175mm de la dalle, cette dernière a été ramenée à 170mm. De plus, il fait un calcul directement pour le poids propre avec une conversion Tonne/m<sup>2</sup> → KN/m<sup>2</sup>. Donc sa valeur PP était inférieure à celle des 2 autres notes soit :
  - H= 17cm pour 17.5cm
  - Sultime = 12.605 KN/m<sup>2</sup> pour 12.915KN/m<sup>2</sup> (Plancher BA) et 12.3KN/m<sup>2</sup> (« Worked ... »)
- La différence sur la valeur du Moment Ultime entre « OMD » et « plancher » provient de la différence de charge et la prise en compte par « Plancher » de la portée utile et non de la portée simple pris en compte par « OMD » (J'ai fait le calcul à la main et les résultats sont bien 36.3 sous réserve de prendre S= 12.605 et L=4.8)

Commentaire n°2 :

- OMD ne donne pas le détail des calculs mais à priori, doit être dans cet ordre de valeur (voir commentaire n°5).

Commentaire n°3 :

- Valeurs relativement proches, ce qui est cohérent avec les valeurs de Mu et d.

Commentaire e n°4 :

- Valeurs relativement proches sauf sur la contrainte béton avec 1,7 MPa de différence (plus de 10% d'écart). Mais OMD ne détaille pas le calcul : bras de levier d ?, coefficient d'équivalence n ? etc. ...

Commentaire n°5 :

- L/d calculé très proches les uns des autres car les bras de levier sont peu différents par rapport à la valeur L.
- L/D limite : les britanniques sont beaucoup plus tolérants que les français. La même dalle avec le même chargement passera en Angleterre alors qu'elle sera refusée en France ! Les valeurs de « OMD » et de « Plancher » sont relativement proches.

## 6 Fichiers de données

Avec la notice, vous trouverez les fichiers de données qui vous permettront de pouvoir exécuter le calcul du présent plancher sur votre ordinateur à partir du logiciel « Plancher 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.



## Logiciel Plancher BA – Exemple n°1

- 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 être 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.

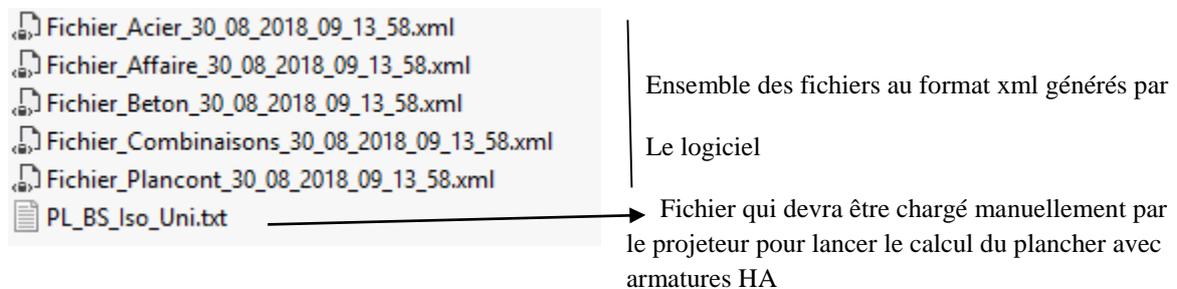
Pour des raisons de facilité, les fichiers ont été regroupés et compressés au format Zip, ils peuvent être donc décompressés par n'importe quel logiciel de compression-décompression voire même par Windows.

Il est fourni 2 fichiers compressés :

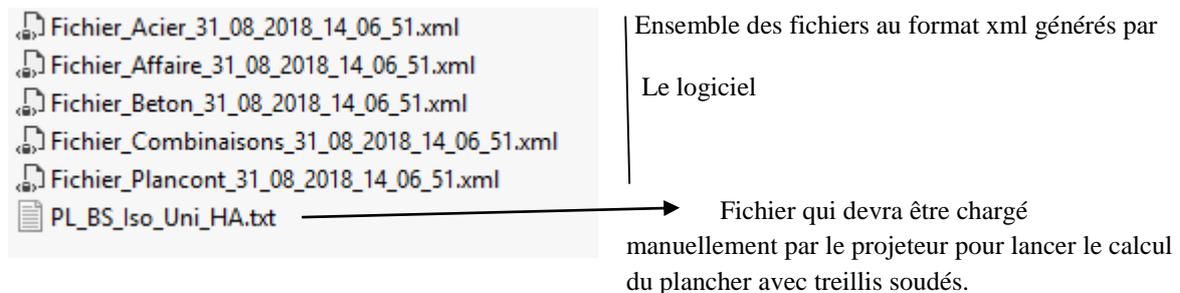
- PL\_BS\_Iso\_Uni.zip qui contient tous les fichiers pour le calcul du plancher avec armatures HA
- PL\_BS\_Iso\_Uni\_HA.zip qui contient tous les fichiers pour le calcul du plancher avec armatures sous forme de TS.

Pour PL\_BS\_Iso\_Uni.zip :

Ensemble des fichiers composant le zip



PL\_BS\_Iso\_Uni\_HA.zip :





# **ANNEXE**



# Dimensionnement d'un plancher en béton armé suivant l'Eurocode 2

Note de calcul du dimanche 26 août 2018 à 20:08:38

Rédacteur : leflux\_ingenierie

Chantier : a\_définir

Logiciel : Plancher BA - version 3.0.0.0 2016 - 2018

## 1 - Rappel des hypothèses

### 1 - 1 Codes de calcul

- EN 1992-1-1 d'octobre 2005 et annexe nationale

### 1 - 2 Caractéristiques géométriques du plancher

Plancher isostatique

- Distance entre nus d'appui: 460cm suivant X et 1900cm suivant Y.

- Portées utiles: 0cm suivant X et 0cm suivant Y.

- Dalle pleine coulée en place - hauteur: 17,5cm.

Appui gauche: Largeur = 20cm - Appui droit: Largeur = 20cm - Appui haut: Largeur = 20cm - Appui bas: Largeur = 20cm.

### 1 - 3 Données sur les matériaux

- béton - fck = 30 MPa - diamètre granulats: 20 mm - Classe ciment: N

- armatures treillis soudé haute adhérence conforme EN 10080 - fyk = 500 MPa - classe ductilité B

### 1 - 4 Autres données

- Environnement :

■ Durée d'utilisation: 50 ans

- Enrobage :

■ Travée n°1: inférieur = 2,5 cm; latéral = 2,5 cm; supérieur = 2,5 cm.

- Largeur de fissure admissible : Sans objet

- Classe de la tenue au feu : travée n°1= REI60 -

### 1 - 5 Chargement

- Cas de charge par travée - Unités: daN/m<sup>2</sup> pour les charges et m pour les longueurs.

Cas	Nature	Schéma	Application	P1 ou P	P2	a	b	c	d
Travée n°1									
1	Permanente	1	Supérieure	590,0	-	-	-	-	-
2	Exploit. Cat. A/B	1	Supérieure	330,0	-	-	-	-	-

- Combinaisons

\* 1 - ELU STR

1,35.[1]+1,50.[2]

\_\_\_\_\_

Δ

\* 2 - ELS caractéristique

1,00.[1]+1,00.[2]

\_\_\_\_\_

Δ

## 2 - Détermination des armatures de flexion

### 2 - 1 Calcul des sections d'acier



## Logiciel Plancher BA – Exemple n°1

Les calculs sont réalisés avec les modélisations suivantes:

- Diagramme simplifié rectangulaire des contraintes de compression du béton suivant art. 3.1.7(3) - figure 3.5
- Diagramme élasto-plastique parfait pour l'acier suivant art. 3.2.7(2) avec prise en compte éventuelle d'une branche supérieure inclinée suivant valeur de la déformation de l'acier (voir tableau calcul ci-dessous).

- Travée n°1

### ■ Armatures inférieures longitudinales en travée:

Variables	Unité	Valeur	Observations
Sens porteur suivant X			
Mu	kN.m	36,8	moment Maxi à 230 cm de l'appui gauche
d	cm	14,1	hauteur utile
$\mu$ limite		0,3717	moment réduit limite
$\mu$		0,0933	< $\mu$ limite - Pas d'armature comprimée
$\alpha$		0,1226	Rapport x/d (axe neutre/hauteur utile)
Zu	cm	13,4	bras de levier
As inf	cm <sup>2</sup> /ml	6,34	section acier armature inférieure
As min	cm <sup>2</sup> /ml	2,12	section d'acier minimale
$\epsilon_c$	‰	3,50	déformation maximale béton
$\epsilon_s$	‰	25,04	déformation maximale acier - Limite plasticité = 2,17‰
$\sigma_s$	MPa	451,41	modélisation avec palier incliné ( à comparer à 434,8MPa)
As corrigé	cm <sup>2</sup> /ml	6,11	section acier armature optimisée
Sens NON porteur suivant Y			
As requis	cm <sup>2</sup> /ml	1,22	section acier armature inférieure suivant Y (=20%)

Ferraillage retenu (de la génératrice extérieure vers l'intérieur de la dalle):

Lit n°1: TS ST 60 - section = 6,36 cm<sup>2</sup>/ml.

Total section transversale (suivant Y): 2,52 cm<sup>2</sup>/ml.

### ■ Armatures supérieures sur appui gauche:

Appui articulé - Acier de construction uniquement

Reprise moment forfaitaire = 0,15.Mt Max Travée

Variables	Unité	Valeur	Observations
Sens porteur suivant X			
Mu	kN.m	5,5	= 0,15.Mt Max
d	cm	14,2	hauteur utile
$\mu$ limite		0,3717	moment réduit limite
$\mu$		0,0137	< $\mu$ limite - Pas d'armature comprimée
$\alpha$		0,0172	Rapport x/d (axe neutre/hauteur utile)
Zu	cm	14,1	bras de levier
As sup G	cm <sup>2</sup> /ml	0,90	section acier armature supérieure sur appui gauche
$\epsilon_c$	‰	3,50	déformation maximale béton
$\epsilon_s$	‰	200,19	déformation maximale acier - Limite plasticité = 2,17‰



## Logiciel Plancher BA – Exemple n°1

As corrigé	cm <sup>2</sup> /ml	S.O.	$\epsilon_s > \epsilon_{uk}$ - utilisation de la branche horizontale
------------	---------------------	------	--

Ferraillage retenu (de la génératrice extérieure vers l'intérieur de la dalle):  
Lit n°1: TS ST 10 - section = 1,19 cm<sup>2</sup>/ml.

### ■ Armatures supérieures sur appui droit:

Appui articulé - Acier de construction uniquement  
Reprise moment forfaitaire = 0,15.M0

Variables	Unité	Valeur	Observations
Sens porteur suivant X			
Mu	kN.m	5,5	= 0,15.Mt Max
d	cm	14,2	hauteur utile
$\mu$ limite		0,3717	moment réduit limite
$\mu$		0,0137	< $\mu$ limite - Pas d'armature comprimée
$\alpha$		0,0172	Rapport x/d (axe neutre/hauteur utile)
Zu	cm	14,1	bras de levier
As sup Dr	cm <sup>2</sup> /ml	0,90	section acier armature supérieure sur appui droit
$\epsilon_c$	‰	3,50	déformation maximale béton
$\epsilon_s$	‰	200,19	déformation maximale acier - Limite plasticité = 2,17‰
As corrigé	cm <sup>2</sup> /ml	S.O.	$\epsilon_s > \epsilon_{uk}$ - utilisation de la branche horizontale

Ferraillage retenu (de la génératrice extérieure vers l'intérieur de la dalle):  
Lit n°1: TS ST 10 - section = 1,19 cm<sup>2</sup>/ml.

### ■ Armatures supérieures sur appui haut et appui bas:

Moment développé identique pour les 2 appuis.  
Calcul identique à celui de l'appui gauche - Pour les détails du calcul, voir tableau précédente.

Ferraillage retenu (de la génératrice extérieure vers l'intérieur de la dalle):  
Lit appui haut: TS ST 10 - section = 1,19 cm<sup>2</sup>/ml.  
Lit appui bas: TS ST 10 - section = 1,19 cm<sup>2</sup>/ml.

## 2 - 2 Epure des armatures

### - Clause générale

EN1992-1-1 A9.2.1.4(2) modifié par AN et commission EC2:  $FE = [Ved].a1/z + Med/z$  (Ned = 0 en flexion simple).  
Pour les appuis d'extrémités, le l'ier lit inférieur est ancré totalement quelque soit la valeur de Ved (EN1992-1-1 A9.2.1.4(3)).

### - Travée n°1

Valeur du décalage de la courbe enveloppe du moment sollicitant:  $a1 = 0,15$  m (eq. 9.2 de l'EN1992-1-1).

### ■ Vérification de l'ancrage des aciers sur appui

La travée comporte 1 seul lit inférieur.

Variables	Unité	Valeur	Observations
As1	cm <sup>2</sup> /ml	6,36	Aire répartie du lit inférieur n°1
z	m	0,126	$z = 0.9.d$
Appui gauche			
$\Theta'$	°	39,99	angle de la bielle moyenne d'appui



## Logiciel Plancher BA – Exemple n°1

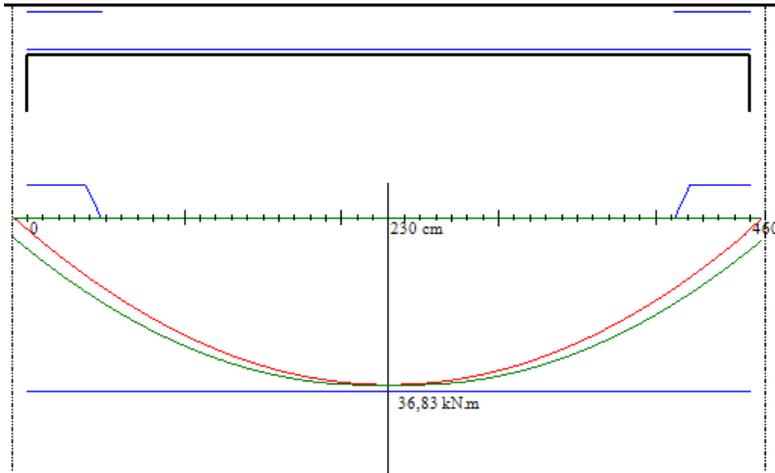
Ved	kN	29,83	au nu de l'appui - En valeur absolue.
FE	kN	35,56	Effort de traction à ancrer sur l'appui
Agl	cm <sup>2</sup>	0,82	Section minimale pour reprise effort de traction
Agl < As1 -> Lit n°1 totalement ancré			
Appui droit			
Θ'	°	39,99	angle de la bielle moyenne d'appui
Ved	kN	0,00	au nu de l'appui - En valeur absolue.
FE	kN	0,00	Effort de traction à ancrer sur l'appui
Agl	cm <sup>2</sup>	0,00	Section minimale pour reprise effort de traction
Agl < As1 -> Lit n°1 totalement ancré			

### ■ Epure des aciers

L'origine de l'abscisse est le nu de l'appui gauche (ou l'extrémité de la console gauche pour la 1<sup>ère</sup> travée dans le cas d'une console).

	Unité	Lit n°1	Lit n°2	Lit n°3
<b>Section en travée</b>	cm <sup>2</sup> /ml	0,33		
Cumul Moment Ultime Résistant	kN.m	38,4		
Calcul sur moment forfaitaire - Ancrage sur longueur forfaitaire	m	0,00 *		
Abscisse origine de l'ancrage	m	0,00		
Interception courbe enveloppe moment sollicitant décalé (2 <sup>ème</sup> point)	m	4,60 *		
Abscisse origine de l'ancrage (2 <sup>ème</sup> point)	m	4,60		
<b>Section sur appui gauche</b>				
	cm <sup>2</sup> /ml	0,06		
Cumul Moment Ultime Résistant	kN.m	7,3		
Calcul sur moment forfaitaire - Ancrage sur longueur forfaitaire	m	0,37		
Abscisse origine de l'ancrage	m	0,47		
<b>Section sur appui droit</b>				
	cm <sup>2</sup> /ml	0,06		
Cumul Moment Ultime Résistant	kN.m	7,3		
Calcul sur moment forfaitaire - Ancrage sur longueur forfaitaire	m	4,22		
Abscisse origine de l'ancrage	m	4,12		

Les Abscisses marquées par une \* correspondent aux aciers totalement ancrés sur appui.



### 3 - Vérifications à l'Etat Limite de Service

#### 3 - 1 Limitation des contraintes

- Toutes travées :  $\sigma_s \leq 0,8.f_{yk}$

Variables	Unité	Valeur	Observations
<b>Travée n°1</b>			
Vérification contraintes de flexion en travée			
Ms	kN.m	26,24	moment Maxi sous combinaisons caractéristiques
x	m	2,30	abscisse depuis nu appui gauche du moment Maxi
d	cm	14,1	hauteur utile
As	cm <sup>2</sup> /ml	6,36	section acier répartie ELU armature inférieure
y	cm	4,3	axe neutre
If	dm <sup>4</sup>	1,1719	inertie fissurée
$\sigma_b$	MPa	9,65	contrainte béton - $\sigma_b < 0,6.f_{ck} = 18,00$ MPa - OK
$\sigma_s$	MPa	327,08	contrainte acier - $\sigma_s < 0,8.f_{yk} = 400,0$ MPa - OK

#### 3 - 2 Maitrise de la fissuration

Aucune combinaison ELS quasi-permanente de charges n'a été renseignée - La vérification de la fissuration n'est pas établie.

#### 3 - 3 Détermination des flèches

Détermination des conditions limites de flèches par le calcul des élancements suivant les dispositions de l'EN1992-1-1 §7.4.2

Variables	Unité	Valeur	Observations
$\rho_0$	%	0,55	Pourcentage d'armature de référence
Travée n°1:			
$\rho$	%	0,45	Pourcentage d'armature de traction à mi-portée
K		1,50	coef. eq 7.16
lim(l/d)		30,78	valeur limite du rapport portée/hauteur
L	m	4,60	Portée de la dalle
d	m	0,141	hauteur utile de la dalle



## Logiciel Plancher BA – Exemple n°1

l/d		32,74	L/d > limite(l/d) - Rapport L/d Non satisfaisant - Calcul de flèche nécessaire
-----	--	-------	--

Aucune combinaison ELS quasi-permanente de charges n'a été renseignée - La vérification de la flèche n'est pas établie.

### **4 - Dimensionnement de la section de béton et des armatures à l'Effort Tranchant**

#### **4 - 1 Clauses générales**

Hypothèses générales prises pour le calcul de l'ensemble des travées:

- Angle  $\Theta$  de la bielle béton comprimé: 45° soit  $\text{Cot}(\Theta)=1$
- Angle  $\alpha$  des armatures d'effort tranchant (si existe): 90° soit  $\text{Cot}(\alpha)=0$
- [EC2, 6.2.3(5)] - Décalage de l'Effort Tranchant: Non appliqué
- Minoration pour les charges appliquées près de l'appui pour le calcul de l'Effort Tranchant suivant conditions de l'article 6.2.1(8) de l'EN1992-1-1: Non appliqué
- Espacement l'ier cadre:  $St/2$
- $\emptyset$  Maxi de l'armature d'effort tranchant =  $\emptyset$  de l'armature longitudinale

#### **4 - 2 Travée n°1**

##### **Vérification de l'effort tranchant résistant de calcul**

Variabiles	Unité	Valeur	Observations
d	cm	14,1	bras de levier pour calcul eq. 6.2a 6.2b et armatures effort tranchant
Ved_G	kN	29,8	$\  \text{Ved} \ $ au nu de l'appui gauche
Ved_D	kN	29,7	$\  \text{Ved} \ $ au nu de l'appui droit
Vrdc min	kN	174,4	Effort tranchant résistant de calcul - valeur minimale Vrdc eq 6.2b
Vrdc eq6.2a	kN	152,6	Effort tranchant résistant de calcul - Vrdc suivant eq 6.2a
Vrdc	kN	174,4	Valeur retenue pour Effort tranchant résistant de calcul Vrdc
$\  \text{Ved} \  < \text{Vrdc}$ - Plancher sans armature d'effort tranchant			

### **5 - Vérification des appuis**

#### **5 - 1 Dimensions des appuis**

Appui gauche - travée 1 :

- **Détermination de l'angle de la bielle d'about**

calcul de l'angle suivant disposition EN1992-1- Art.9.2.1.4(2)

Angle de la bielle d'about  $\Theta'$ : 39,99° (suivant eq.9.17 de l'AN)

- **Vérification de la bielle en zone courante**

Application de la clause 6.5.2(2) de l'EN1992-1-1

Contrainte maximale autorisée:  $\sigma_{RdMax} = 0.6.v'.f_{cd}$  (eq 6.56) soit: 10,56 MPa.

Effort de compression dans la bielle : 46,42 kN.

Dimension transversale minimale de la bielle : 0,4 cm.

- **Vérification du noeud**

Application de la clause 6.5.4(4).b) de l'EN1992-1-1: appui avec compression et traction et tirant dans une seule direction. La largeur de l'appui est, à minima, égale à la largeur de la poutre.

Contrainte maximale autorisée:  $\sigma_{RdMax} = 0.85.v'.f_{cd}$  (eq 6.61) soit: 14,96 MPa.

Effort vertical maximal: 29,83 kN ( soit VEd au nu de l'appui - voir § Effort Tranchant).

longueur d'appui a1: 17,5 cm.

longueur d'appui a2: 13,9 cm.

Facette appui:  $\sigma_{Rd1} (=V_{ed}/b.w.a1)$ : 0,17 MPa <  $\sigma_{RdMax}$  - OK

Facette poutre:  $\sigma_{Rd2} (=V_{ed}/b.w.a2.\text{Sin}\Theta')$ : 0,33 MPa <  $\sigma_{RdMax}$  - OK

Appui droit - travée 1 :

- **Détermination de l'angle de la bielle d'about**



## Logiciel Plancher BA – Exemple n°1

calcul de l'angle suivant disposition EN1992-1- Art.9.2.1.4(2)  
Angle de la bielle d'about  $\Theta'$ : 39,99° (suivant eq.9.17 de l'AN)

### ■ Vérification de la bielle en zone courante

Application de la clause 6.5.2(2) de l'EN1992-1-1  
Contrainte maximale autorisée:  $\sigma_{RdMax} = 0.6.v'.f_{cd}$  (eq 6.56) soit: 10,56 MPa.  
Effort de compression dans la bielle : 46,17 kN.  
Dimension transversale minimale de la bielle : 0,4 cm.

### ■ Vérification du noeud

Application de la clause 6.5.4(4).b) de l'EN1992-1-1: appui avec compression et traction et tirant dans une seule direction.  
La largeur de l'appui est, à minima, égale à la largeur de la poutre.

Contrainte maximale autorisée:  $\sigma_{RdMax} = 0.85.v'.f_{cd}$  (eq 6.61) soit: 14,96 MPa.  
Effort vertical maximal: 29,67 kN ( soit VEd au nu de l'appui - voir § Effort Tranchant).  
longueur d'appui a1: 17,5 cm.  
longueur d'appui a2: 13,9 cm.  
Facette appui:  $\sigma_{Rd1} (=V_{ed}/bw.a1)$ : 0,17 MPa <  $\sigma_{RdMax}$  - OK  
Facette poutre:  $\sigma_{Rd2} (=V_{ed}/bw.a2.Sin\Theta')$ : 0,33 MPa <  $\sigma_{RdMax}$  - OK

### **5 - 2 Valeurs des réactions d'appuis**

Appui n°1		
Comb. n° 1 - ELU STR	Réaction d'appui = 29,74 KN.	
Appui n°2		
Comb. n° 1 - ELU STR	Réaction d'appui = 29,67 KN.	

## **6 - Vérification des trémies**

Aucune trémie

## **7 - Résistance au feu**

Calcul de stabilité au feu établi suivant méthode des valeurs tabulées §5.6.2 et §5.6.3 de l'EN1992-1-2.

- Travée 1:

- hauteur dalle suffisante (+ ep carrelage éventuel), h minimal = 8,0 cm.
- distance à l'axe de l'armature inférieure suffisante, distance minimale = 2,0 cm - OK

## **8 - Avertissements**

Environnement: aucune classe d'exposition n'a été renseignée. La vérification aux Etats Limites de Service et la limitation des ouvertures des fissures ne pourront être évaluées.

Vérification des réactions d'appui: aucune combinaison ELU Equilibre n'a été renseignée. Un soulèvement d'appui peut se produire.

Flèche: vérification sur rapport géométrique (EN1992-1-1 Art. 7.4.2) non satisfaisante et calcul de flèche non effectué.



# Plans de ferrailage

- Armatures inférieures
- Armatures supérieures



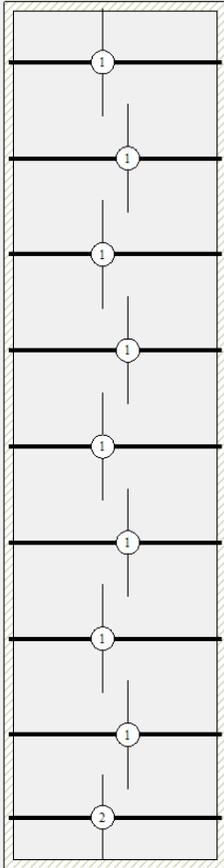
## Logiciel Plancher BA – Exemple n°1

Plancher en béton armé: [PL\_BS\_iso\_Uni.txt] - [frmDessin]

Fichier Géométrie Charges Matériaux Ferrailage Modélisation Calcul Résultats Outils Affichage Aide

1 2

PLAN DE FERRAILAGE: Armatures inférieures



NOMENCLATURE DES ARMATURES				
N°	Armatures	Forme	Mandrin	Nombre
1	TS ST 60 - Largeur: 2,40 - Longueur: 4,80	$\frac{10}{480} \frac{10}{480}$	S.O.	8
2	TS ST 60 - Largeur: 1,90 - Longueur: 4,80	$\frac{10}{480} \frac{10}{480}$	S.O.	1

Toutes les côtes sont indiquées en cm.  
Angle de pliage: 135°  
Diamètre Ø du mandrin en cm.

### Plans de ferrailage des aciers en travée.

Possibilité d'imprimer le plan en cliquant sur le bouton imprimante dans le menu, en haut à gauche de l'écran (1). Il est possible de le visualiser avant impression (2).



# Logiciel Plancher BA – Exemple n°1

Plancher en béton armé: [PL\_BS\_Iso\_Uni.txt] - [frmDessin]

Fichier Géométrie Charges Matériaux Ferrailage Modélisation Calcul Résultats Outils Affichage Aide

PLAN DE FERRAILAGE: Armatures supérieures

NOMENCLATURE DES ARMATURES

N°	Armatures	Forme	Mandrin	Nombre
1	TS ST 10 - Largeur: 2,40 - Longueur: 0,57	$\frac{10}{57} \frac{47}{}$	S.O.	8
2	TS ST 10 - Largeur: 2,40 - Longueur: 0,00	$\frac{48}{0} \frac{10}{}$	S.O.	8
3	TS ST 10 - Largeur: 4,80 - Longueur: 0,57	$\frac{10}{57} \frac{47}{}$	S.O.	1
4	TS ST 10 - Largeur: 4,80 - Longueur: 0,57	$\frac{10}{57} \frac{47}{}$	S.O.	1

Toutes les côtes sont indiquées en cm.  
Angle de pliage: 135°  
Diamètre Ø du mandrin en cm.  
Pour les TS en chapeaux sur appuis d'about et d'extrémité, un fil transversal non coupé doit se trouver à l'intérieur de l'appui.

## Plans de ferrailage des aciers sur appui