

RENFORCEMENT 'LE BOIS SACRE'

(RDM – BA)

Sujet de synthèse.

Présentation du projet

L'objet de l'étude porte sur la construction d'un hôpital spécialisé dans les soins de rééducation et réadaptation fonctionnelle. Il s'agit d'un projet de grande envergure, décomposé en 19 blocs (repérés A à R) séparés par des joints de dilatation. Les études demandées porteront uniquement sur le bâtiment A, destiné à l'accueil et aux consultations médicales. Ce bâtiment est de type Rez-de-chaussée. Le système constructif retenu est le suivant :

- **Fondations** : superficielles sur semelles isolées.
- **Porteurs verticaux** : poteaux coulés en place.
- **Porteurs horizontaux** : poutres en béton armé coulés en place. Dalle en béton coulée sur place, avec isolation en sous face.
- **Toiture / couverture** : Sur l'emprise du bâtiment : toiture terrasse accessible public.

Caractéristiques des matériaux :

- **Béton** : $f_{c28}=25$ Mpa; $\gamma_b = 1,50$
- **Aciers** : $f_e=400$ Mpa; $\gamma_s = 1,15$

Données complémentaires :

- Enrobage $c=30$ mm
- Contrainte de calcul du sol à l'ELS : $\overline{\sigma}_{sol} = 2$ bars
- Longueur de flambement des poteaux : $L_f=0,70 \cdot L_0$
- Hauteur en infrastructure des poteaux : 1,70 m
- La fissuration est réputée peu préjudiciable.
- Le gravier utilisé est de la classe 15/25

La majorité des charges est appliquée entre 28 et 90 jours.

Types de charges	Désignations	Valeurs
Permanent	1. Poids des éléments en béton armé.....	25 kN/m ³
	2. Plancher type dalle pleine ép.	20 cm et 15 cm
	3. Revêtement sur plancher.....	2 kN/m ²
Variables	Charges d'exploitation : Terrasse accessible	1500 N/m ²

Travail demandé :

A. Étude du poteau P₅

1. Calculez en newton (N) les charges **G**, **Q** et **Nu** appliquées à la base du poteau;
2. On donne **Nu=308657,3 N**, calculez les armatures longitudinales à disposer dans ce poteau;
3. Déterminez le diamètre et l'espacement des armatures transversales;
4. Représentez la disposition des armatures dans la section du poteau.

B. Étude de la semelle sous le poteau P₅

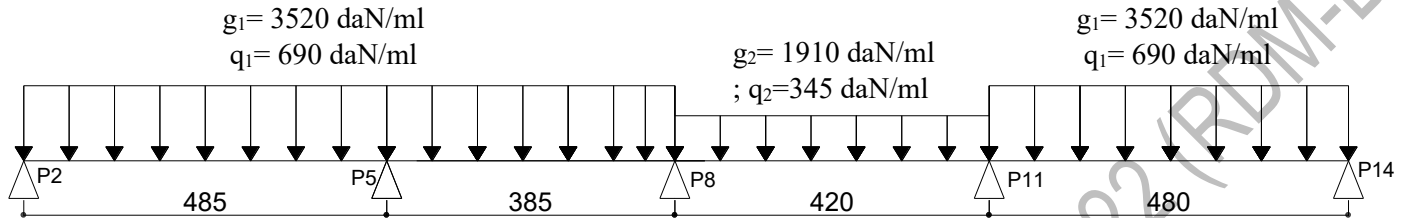
On donne : **G=191 835 N** et **Q=33 120 N**

1. Déterminez les dimensions A, B et H de la semelle;

2. Calculez les armatures nécessaires au ferrailage de la semelle;
3. Représentez la disposition du ferrailage de la semelle.

C. Étude de la file horizontale de poutre B

1. Déterminez la charge permanente g_1 et d'exploitation q_1 sur la poutre 2.
2. Déterminez la charge permanente g_2 et d'exploitation q_2 sur la poutre 8.
3. Proposez un schéma mécanique de cette file de poutre B
4. Soit le schéma mécanique ci-dessous. La méthode forfaitaire est-elle applicable? Justifiez votre réponse.



5. À partir de la méthode forfaitaire, déterminez les moments sur appuis et dans les différentes travées.
6. Tracez le diagramme du moment puis en déduire la valeur extrême.
7. Déterminez les armatures longitudinales à disposer dans la file de poutre B

sachant que $M_u = 136\,125\text{ N.m}$ et $M_{ser} = 108\,900\text{ N.m}$

8. Vérifiez les sections du béton et d'acier vis-à-vis de l'ELS
9. En vous servant du tableau de choix des aciers, proposez le nombre et le ou les diamètre (s) des barres longitudinales le plus judicieux.
10. Proposez un schéma de ferrailage de la section droite de la poutre.

Tableau de choix des aciers en barres

SECTION TOTALE D'ACIER (cm ²)										
Ø (mm)	Nombre de barres									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0,28	0,57	0,85	1,13	1,41	1,69	1,98	2,26	2,54	2,83
8	0,50	1,00	1,50	2,01	2,51	3,01	3,51	4,02	4,52	5,03
10	0,79	1,57	2,35	3,14	3,92	4,71	5,45	6,28	7,07	7,85
12	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,78	7,92	9,04	10,18	11,31
14	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,39
16	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,10	14,07	16,13	18,15	20,17
20	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42
25	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09
32	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42
40	12,50	25,13	37,10	50,27	62,83	75,40	87,96	100,53	113,10	125,66

FORMULES D'APPLICATION DE LA MÉTHODE FORFAITAIRE :

Pour une travée de rive :

Pour une travée intermédiaire :

$$M_t \geq \max \left\{ \begin{array}{l} M_1 = \max \left(\frac{1,05}{1+0,3\alpha} \right) \cdot M_0 - \frac{|M_W| + |M_E|}{2} \\ M_2 = \frac{1,2+0,3\alpha}{2} \cdot M_0 \end{array} \right. ; M_t \geq \max \left\{ \begin{array}{l} M_1 = \max \left(\frac{1,05}{1+0,3\alpha} \right) \cdot M_0 - \frac{|M_W| + |M_E|}{2} \\ M_2 = \frac{1+0,3\alpha}{2} \cdot M_0 \end{array} \right.$$

$$\alpha = \frac{q}{g + q}$$

Pour la vérification des sections à l'ELS d'une poutre à section rectangulaire, on rappelle les formules suivantes :

$$\text{ETAPE 1 : } \frac{by_1^2}{2} + nA_{sc}(y_1 - d') - nA_{st}(d - y_1) = 0$$

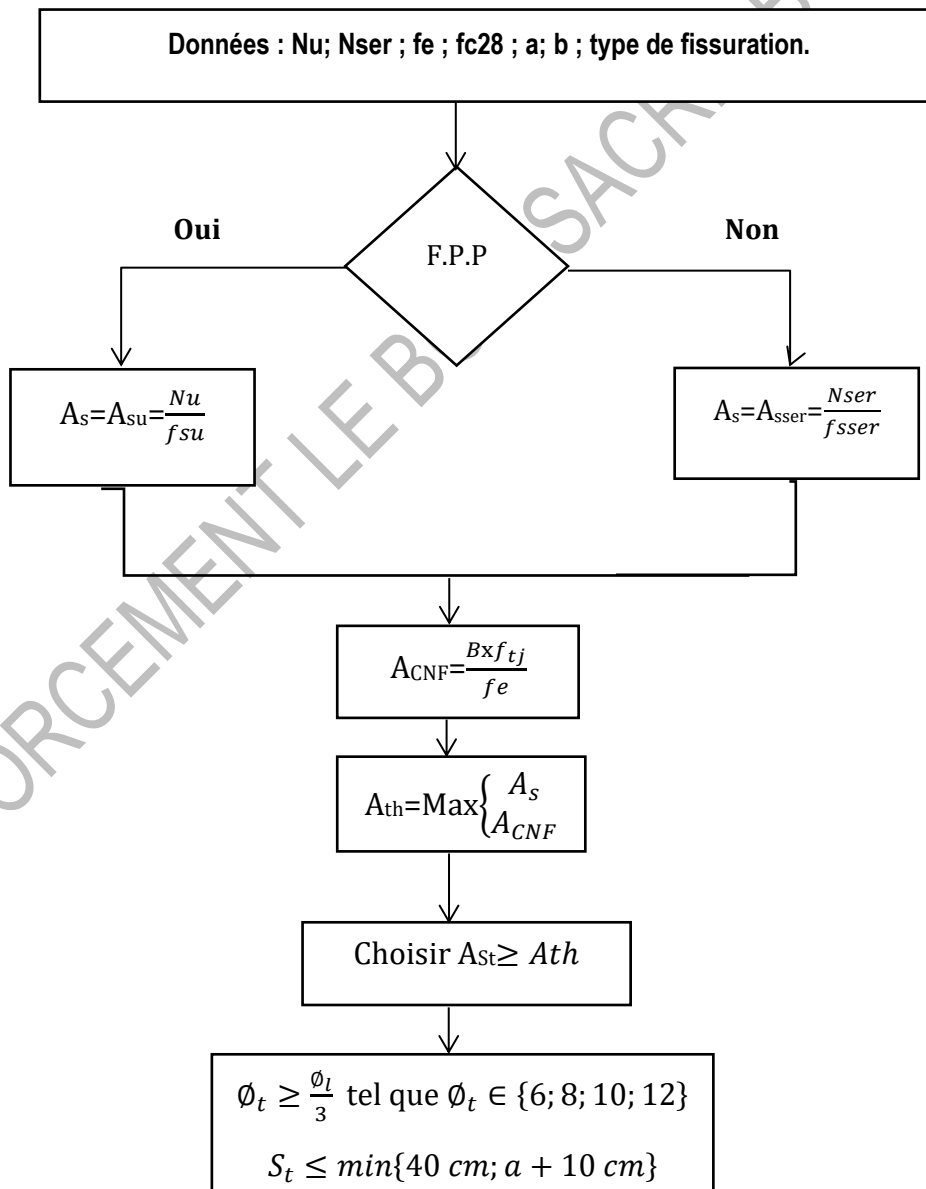
$$\text{ETAPE 2 : } I_1 = \frac{by_1^3}{3} + nA_{sc}(y_1 - d')^2 + nA_{st}(d - y_1)^2 = 0$$

$$\text{ETAPE 3 : } \sigma_{bc} = \frac{M_{ser}}{I_1} \cdot y_1 ; \sigma_{sc} = n \frac{M_{ser}}{I_1} (d - y_1)$$

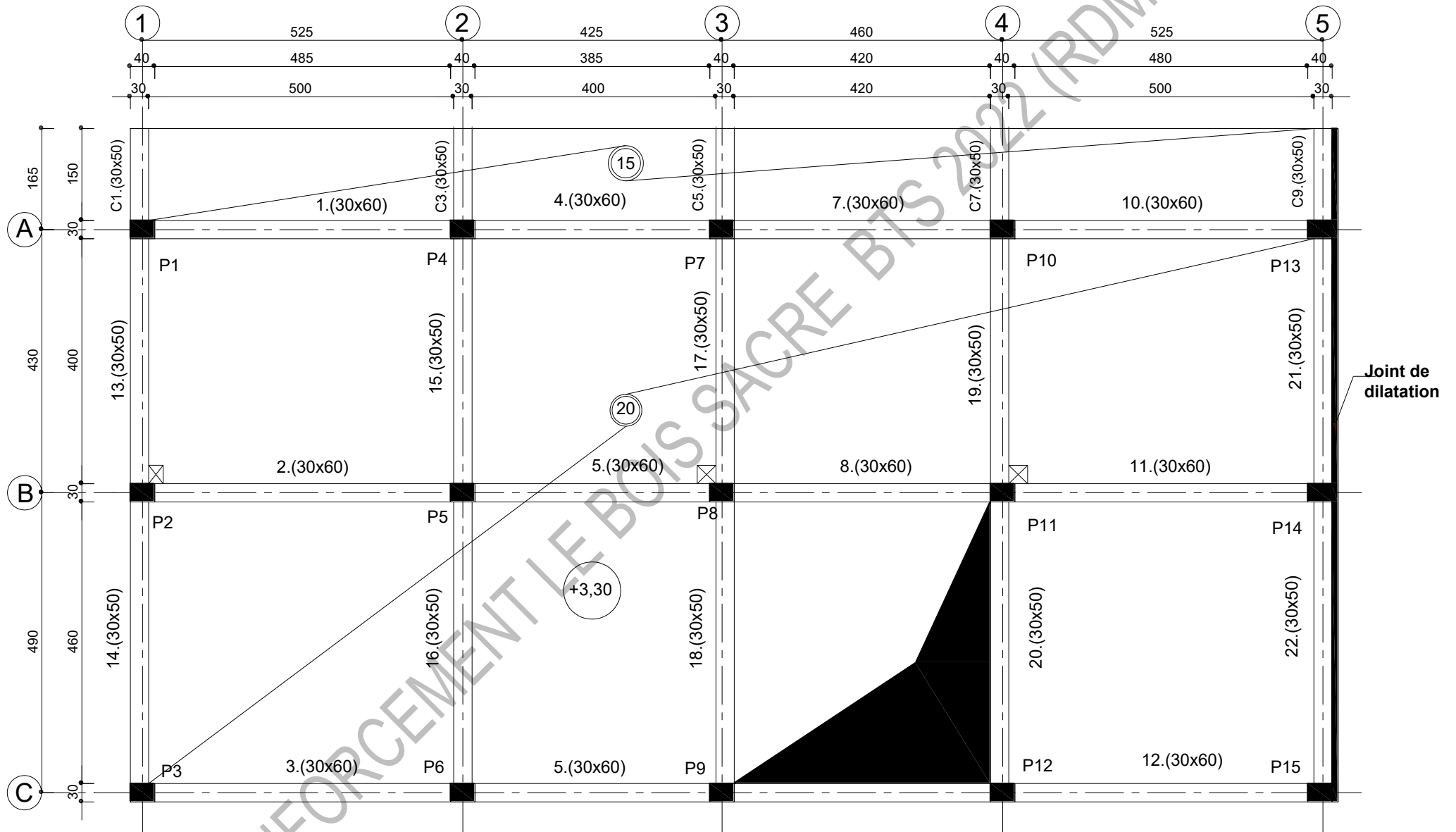
ETAPE 4 :
Vérifier que :

$$\sigma_{bc} < f_{bser} \quad \text{et} \quad \sigma_{sc} < f_{sser}$$

ORGANIGRAMME DE CALCUL DES TIRANTS EN BÉTON ARMÉ



PLAN DE COFFRAGE DU PLANCHER HAUT DU RDC



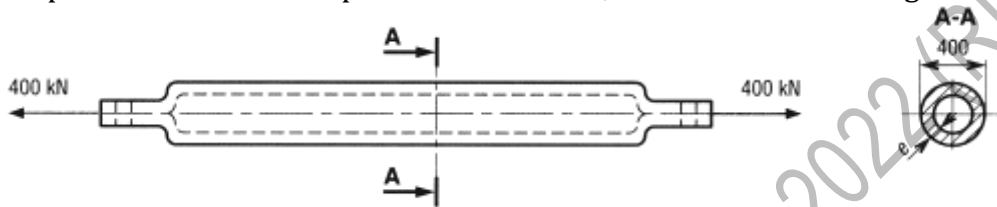
RENFORCEMENT LE BOIS SACRE BTS 2022 (RDM - A)

Exercices d'application

EXERCICE 01

Une poutre tubulaire (diamètre extérieur 400 mm, épaisseur e) en acier AE235 (limite à la rupture $R_m = 370 \text{ MPa}$; limite élastique $R_e = 240 \text{ MPa}$), appartenant à la charpente métallique du Centre Pompidou à Paris, supporte un effort de traction de 400 kN. Le coefficient de sécurité adopté, par rapport à R_e , est égal à 6.

1. Déterminer l'épaisseur e minimale admissible pour la construction;
2. La longueur de la partie tubulaire de la poutre est de 3.5 m; déterminer son allongement si $E = 210\,000 \text{ Mpa}$.

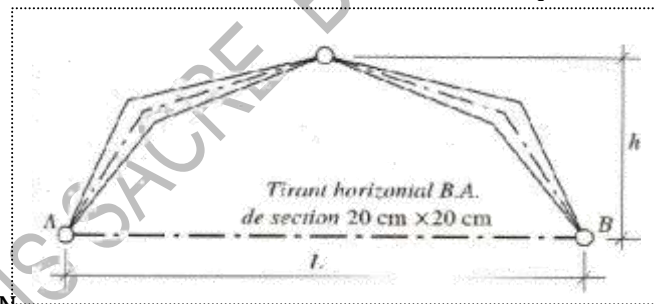


EXERCICE 02

Un atelier industriel est réalisé à l'aide d'éléments préfabriqués formant arcs isostatiques à trois articulations. Pour équilibrer les poussées engendrées en pieds, un tirant horizontal en B.A repose sur le sol et relie les extrémités distantes de 16m. Déterminer l'armature du tirant soumis à un effort normal de traction simple.

Données :

- Matériaux utilisés : Béton $f_{c28} = 23 \text{ MPa}$
Acier FeE400
- Section du tirant : 20 cm x 20 cm
- Fissuration très préjudiciable
- Effort normal : $N_u = 420 \text{ kN}$ et $N_{ser} = 300 \text{ kN}$



EXERCICE 03

Une poutre AD a une section tubulaire rectangulaire telle que $h = 2b = 40e$ (figure 1).

Cette poutre est sur deux (02) appuis à ses extrémités et supporte entre A et C une charge uniformément répartie $p = 1\,200 \text{ N/ml}$ et une charge concentrée $F = 2\,100 \text{ N}$ au point B. (figure 1).

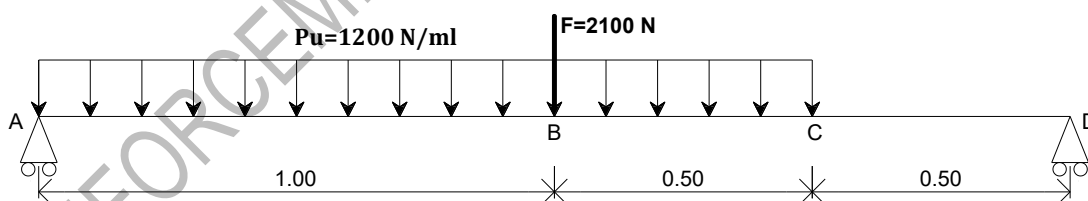
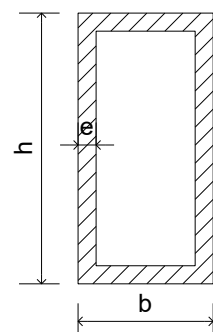


Figure 1



Travail à faire :

1. Calculez les réactions de liaisons aux points A et D qui sont des appuis simples.
2. Établissez les équations des efforts internes $N(x)$, $V(x)$ et $M(x)$ le long de la poutre et justifier qu'elle est sollicitée en flexion simple.
3. Tracez le diagramme de l'effort tranchant $V(x)$ et du moment fléchissant $M(x)$.
4. À partir de la figure 1, calculez le moment d'inertie I_{GZ} et le module de flexion $z = \frac{I_{GZ}}{v}$ de la section de la poutre en fonction de son épaisseur e .
5. Sachant la poutre est en acier de limite d'élasticité $R_e = 300 \text{ MPa}$, calculez l'épaisseur e au 1/10 de millimètre près pour un coefficient de sécurité $s = 5$. On considérera un moment maximal $M_{\max} = 1575 \text{ N.m}$
6. Déduisez alors les dimensions b et h de la section de la poutre.

EXERCICE 04

Chercher les déformées et les grandeurs indiquées des systèmes représentés ci-après en utilisant la méthode d'intégration directe.

Remarques :

- sauf indication contraire, EI la rigidité flexionnelle (EI_z).

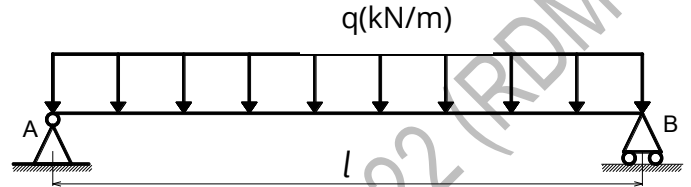
Poutre 1

La rotation et la flèche au point B

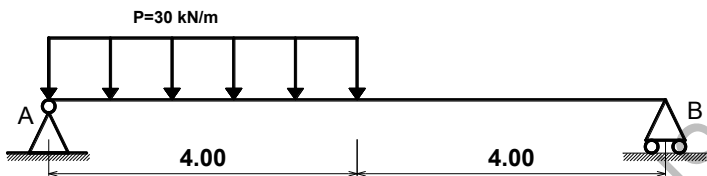


Poutre 2

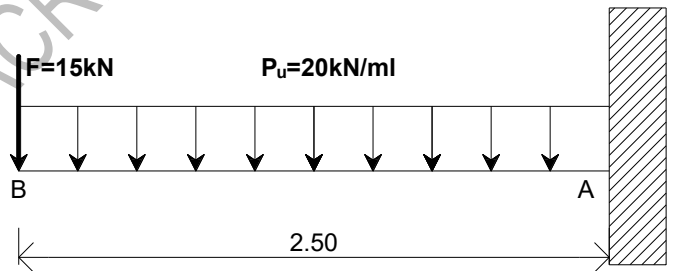
* La flèche pour $x=L/2$



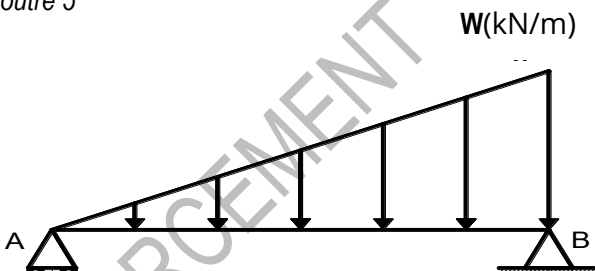
Poutre 3



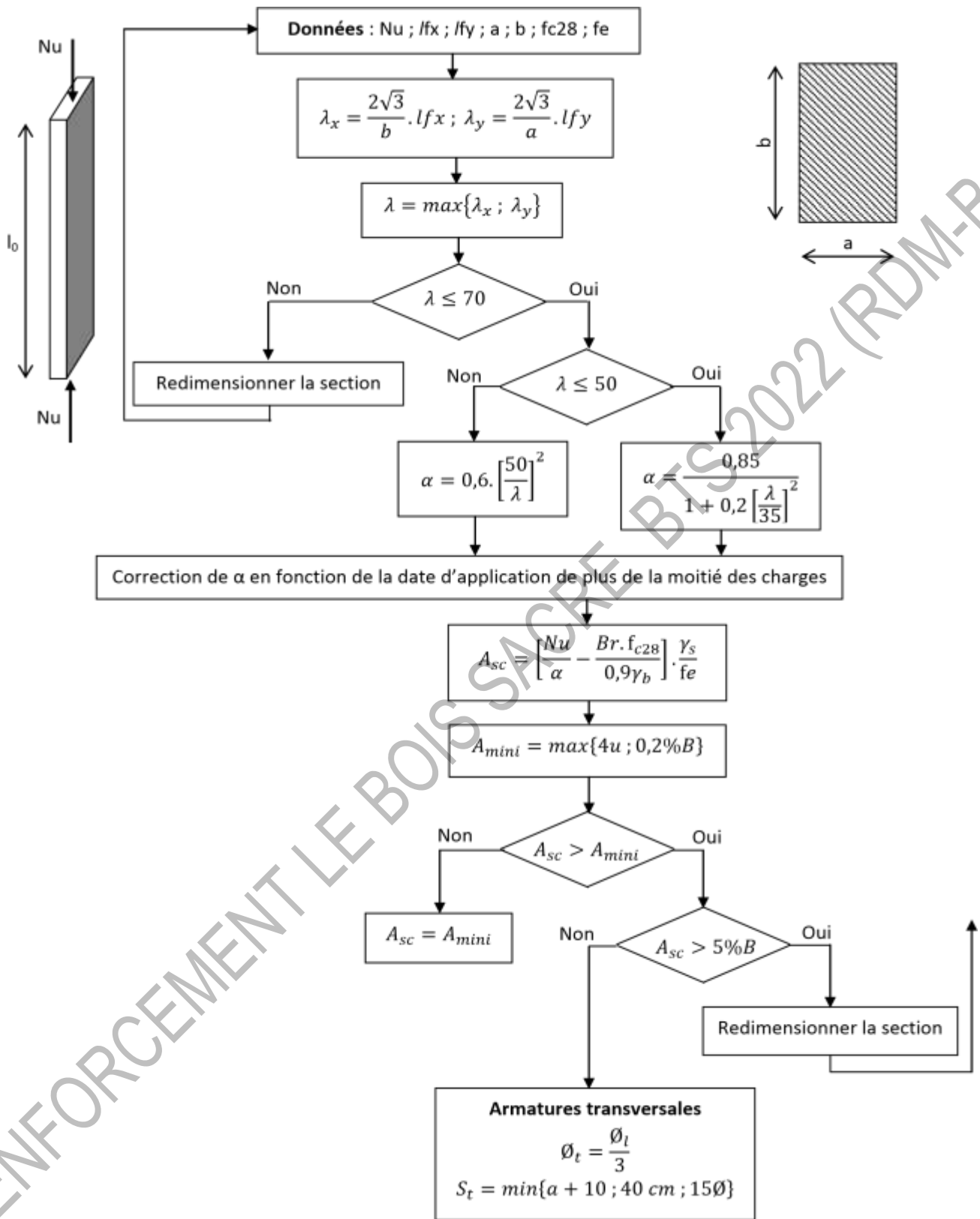
Poutre 4



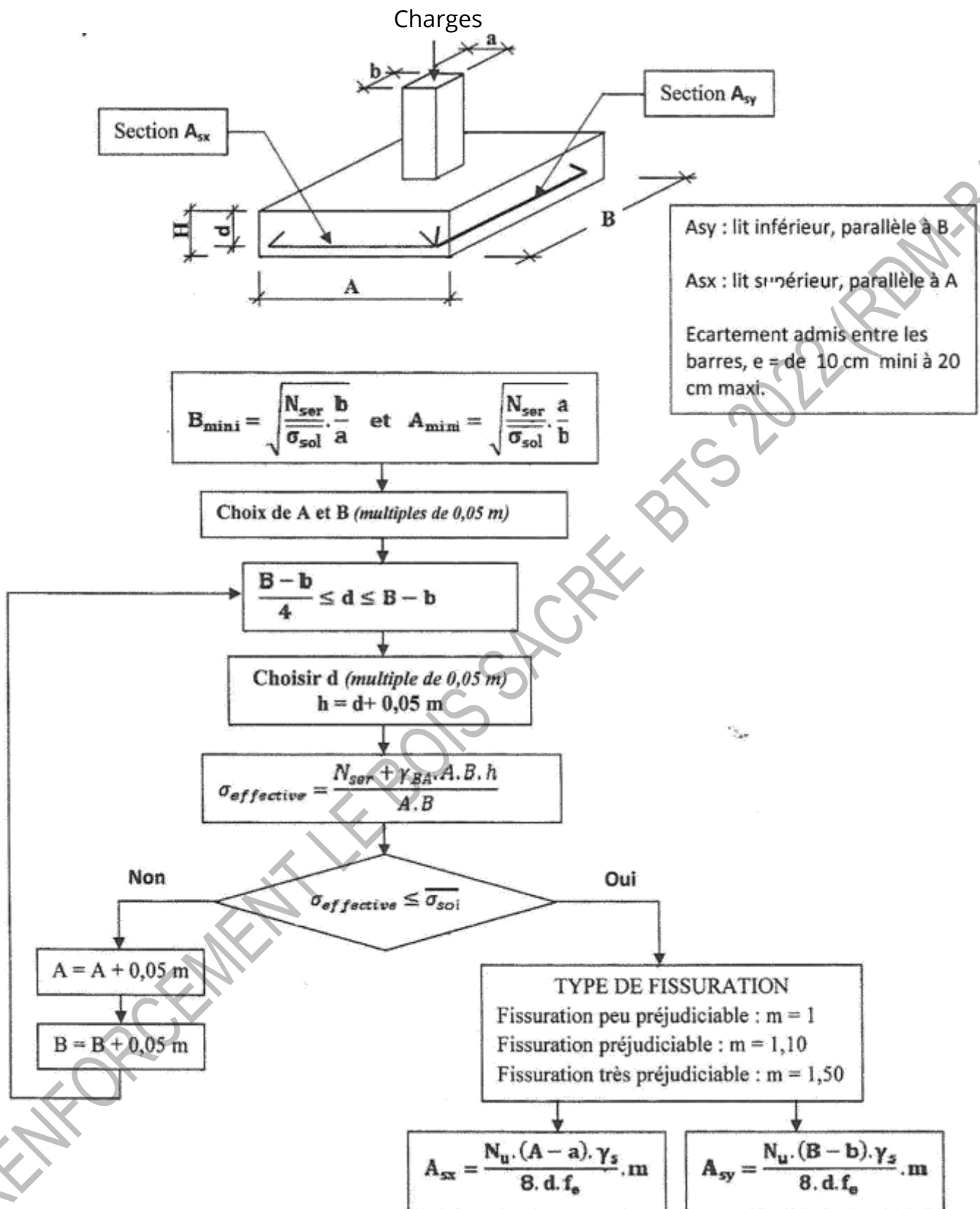
Poutre 5



ORGANIGRAMME DE CALCUL DES POTEAUX RECTANGULAIRES.



ORGANIGRAMME DE CALCUL DE SEMELLE À L'ELS



ORGANIGRAMME DE CALCUL A L'ELU DES POUTRES EN BÉTON ARMÉ, SECTIONS RECTANGULAIRES SOLLICITÉES EN FLEXION SIMPLE.

Données : b ; h ; c ; f_{c28} ; f_e ; M_u ; M_{ser}

$$f_{bu} = \frac{0,85 \cdot f_{c28}}{\gamma_b} ; f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s}$$

$$\mu = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_{bu}}$$

$\mu > 0,186$

PIVOT A

PIVOT B

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu})$$

$$Z = d(1 - 0,4\alpha)$$

$$A_{sc} = 0$$

$$A_{st} = \frac{M_u}{Z \cdot f_{su}}$$

Non

Oui

$\mu > \mu_L$

$$\alpha_L = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_L})$$

$$Z = d(1 - 0,4\alpha_L)$$

$$M_{rb} = \mu_L \cdot b \cdot f_{bu}$$

$$A_{sc} = \frac{M_u - M_{rb}}{(d - d') \cdot f_{su}}$$

$$A_{st} = \frac{M_{rb}}{Z \cdot f_{su}} + \frac{M_u - M_{rb}}{(d - d') \cdot f_{su}}$$

$\mu > \frac{\mu_L}{0,6}$

Oui

Redimensionner la section:

- soit en augmentant h
- soit en considérant une poutre en T.

$$d = \min \begin{cases} h - c - 3cm \\ 0,9h \end{cases}$$

$$d' = \min \begin{cases} c + 2cm \\ 0,1h \end{cases}$$

c : enrobage

Vérifier la condition de non fragilité : $\frac{A_{st}}{bd} \geq \frac{0,23f_{tj}}{f_e}$ et $\frac{A_{st}}{bd} \geq 0,001$

Pour FeE400 : $\mu_L = 0,344 \cdot \gamma + 0,0049 \cdot f_{c28} - 0,305$

Pour FeE500 : $\mu_L = 0,322 \cdot \gamma + 0,0051 \cdot f_{c28} - 0,310$

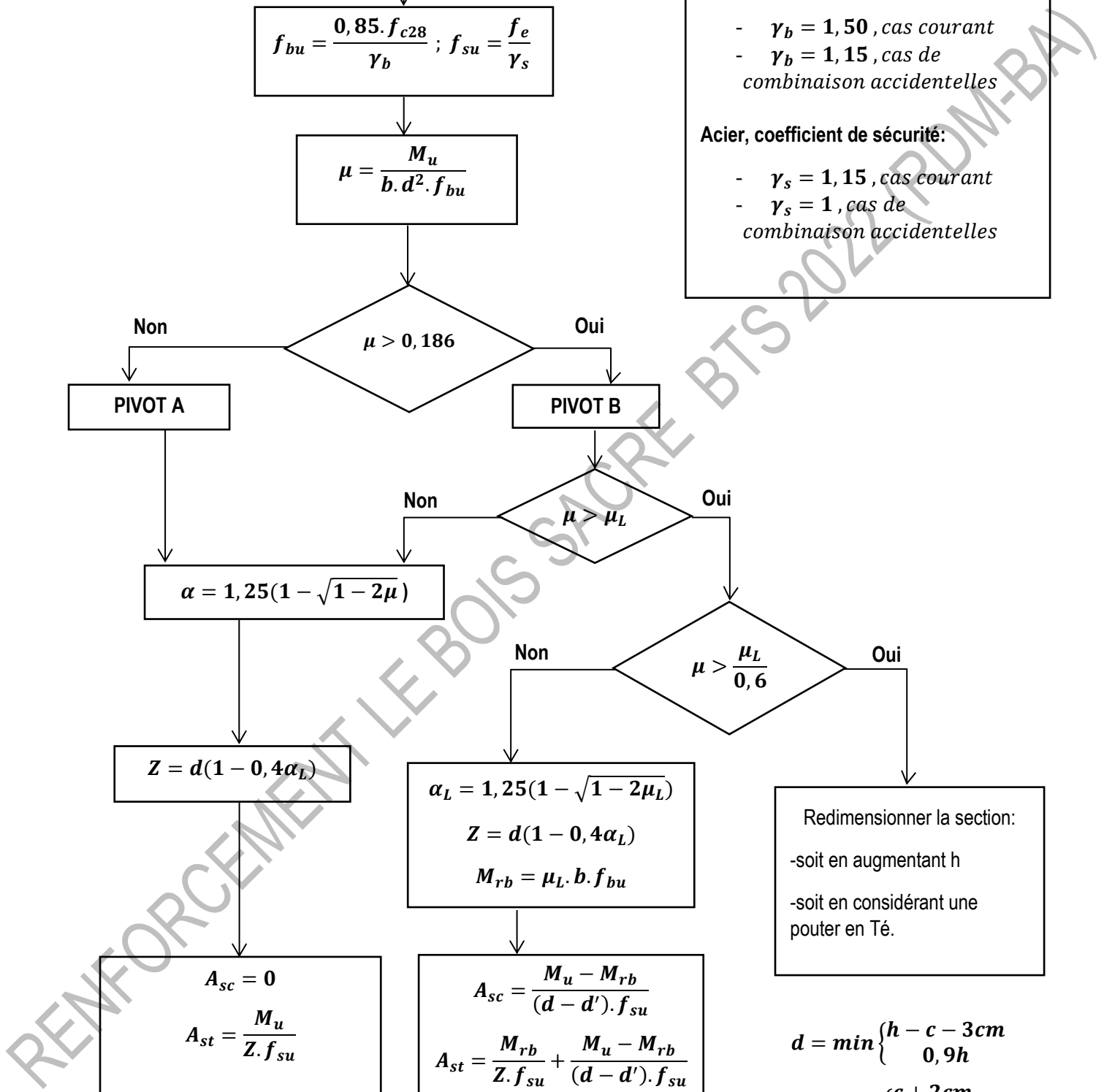
avec $\gamma = \frac{M_u}{M_{ser}}$

Béton, coefficient de sécurité:

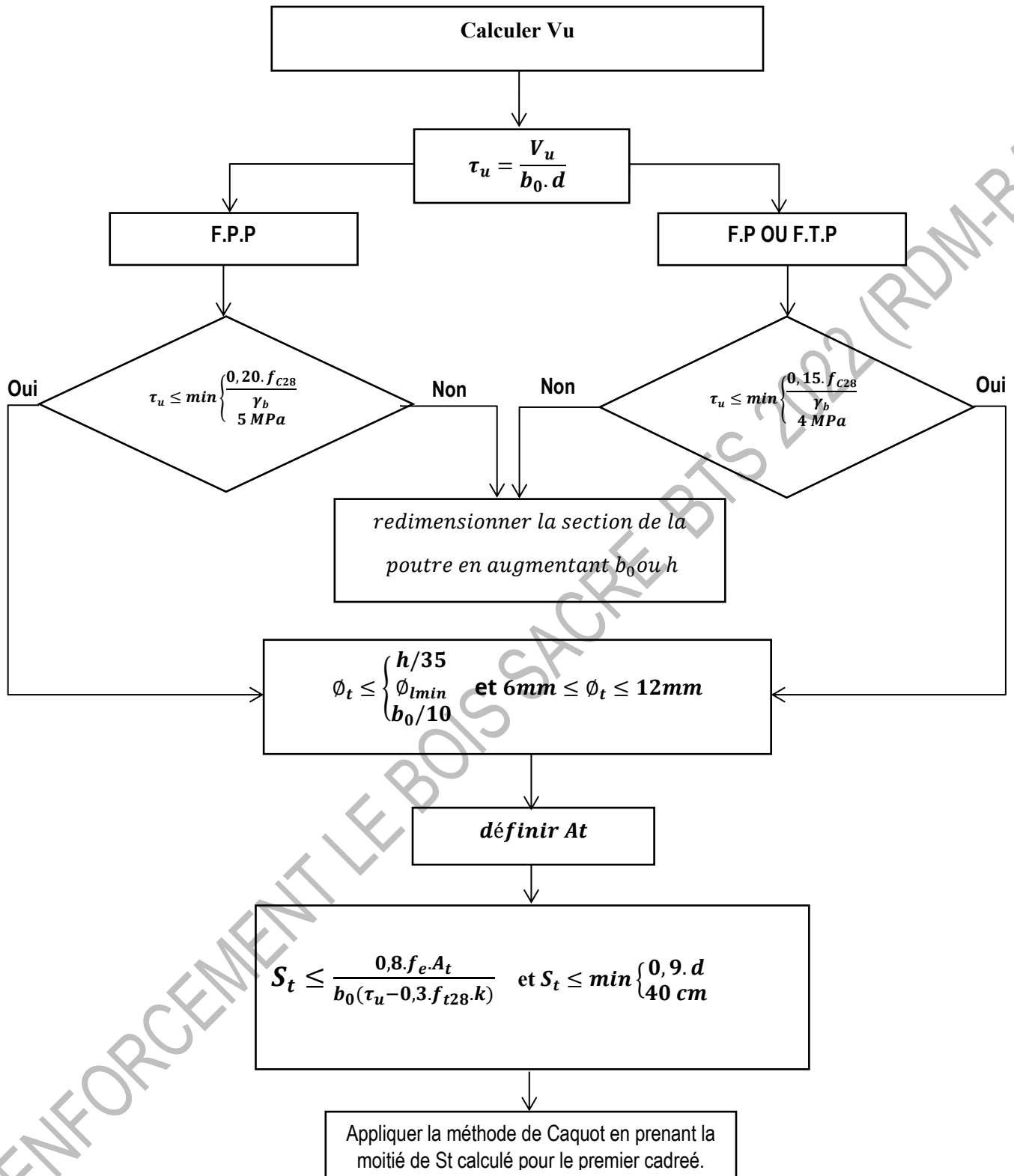
- $\gamma_b = 1,50$, cas courant
- $\gamma_b = 1,15$, cas de combinaison accidentelles

Acier, coefficient de sécurité:

- $\gamma_s = 1,15$, cas courant
- $\gamma_s = 1$, cas de combinaison accidentelles



ORGANIGRAMME DE CALCUL DES ACIERS TRANSVERSAUX



$k=0$ s'il y a reprise de bétonnage ou si la fissuration est très préjudiciable;

$k=1$ en flexion simple sans reprise de bétonnage