Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BTS SCBH Session 2017

Étude technico économique

Sous épreuve U42

Analyse, dimensionnement et choix des composants

DURÉE : 4 heures, coefficient : 4

MAISON DES SPORTS

Livret technique pages 1/10 à 10/10

LT 1 Impacts environnementaux

LT 2 Salles sportives - Acoustique

LT 3 Simulation Temps de réverbération

LT 4 Actions sur les structures

LT 5 Eurocode 5 Calculs aux états limites des éléments simples

LT 6 Formulaire Résistance des Matériaux

LT 7 Extrait Eurocode 3

LT 8 Eurocode 5 Sollicitations combinées

LT 9 Eurocode 5 Assemblages

LT 10 Système de fixation par broches WS

LT 11 Axonométrie

LT 12 Coupe de principe toiture

LT 13 Coupe EE grande salle de basket

LT 14 Vue en plan charpente grande salle de basket

LT 15 Vue en plan charpente gymnase d'entraînement

LT 16 Coupe BB gymnase d'entraînement

LT 17 Coupe de principe charpente salle omnisports

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

LT1 Impacts environnementaux

Tous ces impacts sont renseignés ou calculés conformément aux indications du § 6.1 de la norme NF P 01-010 et pour l'Unité Fonctionnelle de référence, par annuité.

Définition de l'Unité Fonctionnelle (UF)
1 m² de revêtement de sol, mis en œuvre selon les règles de l'art, et destiné à assurer la couverture d'un sol intérieur et à participer à la décoration et au confort des locaux, pendant une annuité sur la base d'une durée de vie typique.

N°	Impact environnemental	Unité	Valeur de l'indicateur par annuité		
			Linoléum	**PVC**	**Bois**
1	**Consommation de ressources énergétiques :**	MJ/UF			
	Energie primaire totale		22,1	13,6	8,68
	Energie renouvelable		5,3	0,4	5,47
	Energie non renouvelable		16,7	13,2	3,21
2	**Epuisement de ressources (ADP)**	kg équiv. antimoine (Sb)/UF	0,0036	0,0047	0,00065
3	**Consommation d'eau totale**	litre/UF	10,1	5,8	0,733
4	**Déchets solides :**	kg/UF			
	Déchets valorisés (total)		0,75	0,01	0,0177
	Déchets éliminés (total)		0,352	0,33	0,175
5	**Changement climatique**	kg équiv. CO_2/UF	0,494	0,466	**-0,145**
6	**Acidification atmosphérique**	kg équiv. SO_2/UF	0,0032	0,006	0,0007
7	**Pollution de l'air**	m^3/UF	92	51	28,4
8	**Pollution de l'eau**	m^3/UF	0,782	0,155	0,0312
9	**Destruction de la couche d'ozone stratosphérique**	kg CFC équiv. R11/UF	1,00E-15	0	2,09E-11
10	**Formation d'ozone photochimique**	kg équiv. éthylène/UF	0,0003	0,00025	0,00058

LT 2 Salles sportives – Acoustique – Extrait NF P 90-207

La durée de réverbération d'une salle sportive T, est définie par la valeur moyenne arithmétique des durées de réverbération mesurées, conformément à l'article 5, la salle sportive étant vide mais avec ses équipements fixes, dans les bandes d'octave de fréquence médiane comprise entre 125 et 4 000 Hz.

$$\overline{T} = \frac{1}{6}\left[T_{125} + T_{250} + T_{500} + T_{1\,000} + T_{2\,000} + T_{4\,000}\right]$$

La valeur de la durée de réverbération d'une salle sportive, T, exprimée en secondes, doit être telle que :

où : $\overline{T} \leq 0{,}14\ V^{1/3}$

- V est la valeur du volume de la salle sportive, limité par le plancher, les gradins (le cas échéant), les parois latérales et le plafond, exprimée en mètres cubes.

Les valeurs minimales admissibles de la durée de réverbération d'une salle sportive sont représentées dans la courbe basse sur la figure 1.

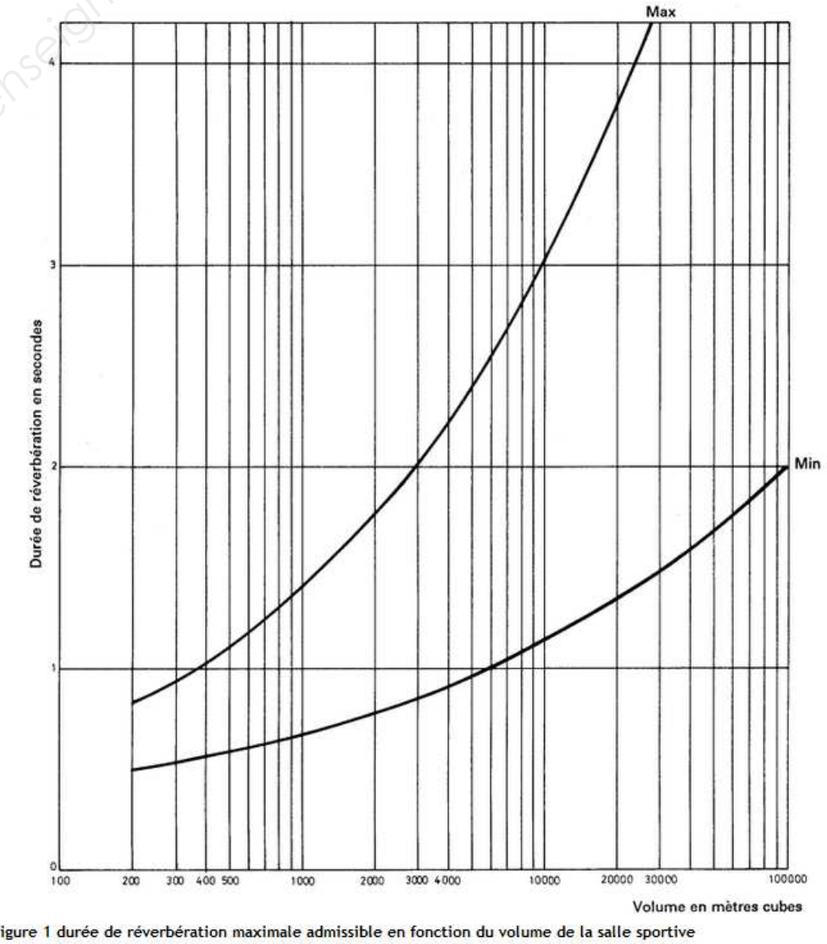
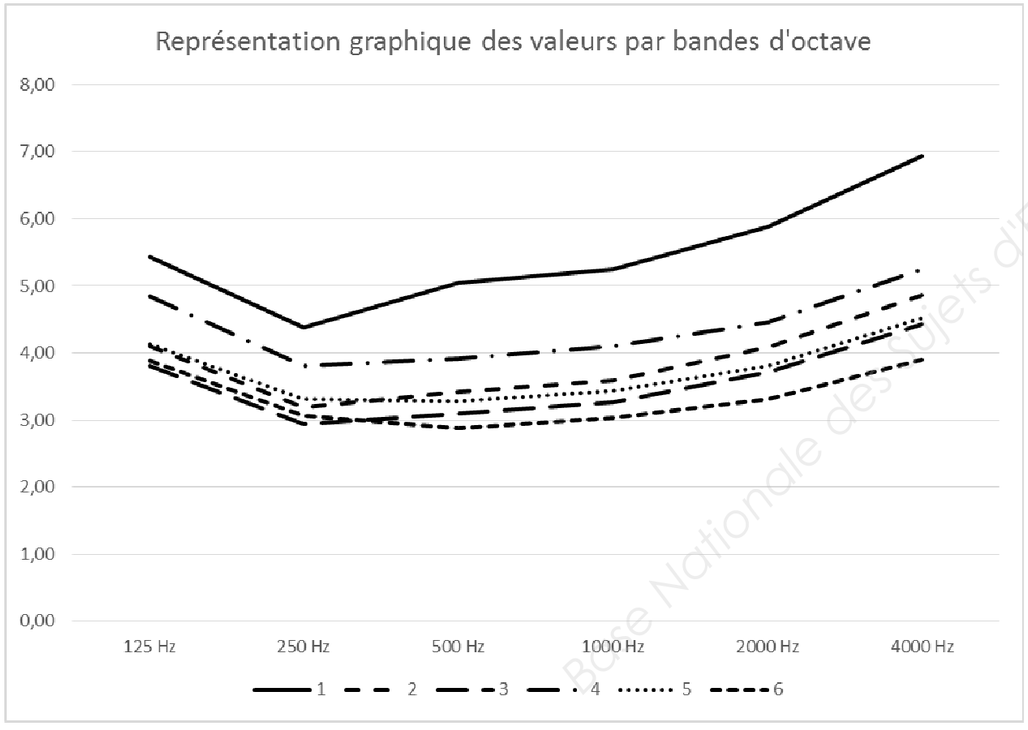


Figure 1 durée de réverbération maximale admissible en fonction du volume de la salle sportive

Base documentaire des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

LT 3 Simulation temps de réverbération

	Temps de réverbération par bande d'octave en secondes	Bandes d'octave					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	Plafond avec 50 % de traitement acoustique	5,43	4,38	5,04	5,24	5,88	6,94
2	Plafond avec 70 % de traitement acoustique	4,10	3,19	3,42	3,59	4,08	4,86
3	Plafond avec 90 % de traitement acoustique	3,80	2,94	3,10	3,26	3,72	4,43
4	Plafond avec 50 % de traitement acoustique + Traitement sur 1 pignon	4,84	3,80	3,91	4,10	4,46	5,25
5	Plafond avec 70 % de traitement acoustique + Traitement sur 1 pignon	4,14	3,30	3,27	3,44	3,81	4,51
6	Plafond avec 70 % de traitement acoustique + Traitement sur 2 pignons	3,88	3,06	2,88	3,03	3,30	3,90



LT 4 Actions sur les structures

4.1 Actions d'entretien sur les toitures (Q)

Pour les toitures, les actions d'entretien correspondent à des charges mobiles (i.e. personnes, matériels, matériaux).
Le calcul des composants structuraux de toitures prend en compte comme actions :
– des charges uniformément réparties *qk* (kN/m²),
– des charges concentrées *Qk* (kN) **non cumulables avec d'autres actions**.
Dans le cas des toitures inaccessibles sauf pour entretien, le **Tableau 5-6** donne les valeurs minimales des actions d'entretien spécifiées dans l'annexe française de NF EN 1991-1-1.

Catégorie H	q_k (kN/m²)	Q_k (kN)
Toiture de pente inférieure à 15 % recevant une étanchéité	0,8	1,5
Autres toitures	0	1,5

Tableau 5-6 : Charges d'entretien sur les toitures selon NF EN 1991-1-1/NA

La charge répartie d'entretien ne doit s'appliquer que :
– sur une aire rectangulaire de 10 m², dont la forme et la localisation sont à choisir de la façon la plus défavorable pour la vérification à effectuer (sans toutefois que le rapport entre longueur et largeur dépasse la valeur 2),
– pour la justification des éléments structuraux de la toiture,
– seule sans prise en compte des charges de neige ou des actions du vent.
Vis-à-vis des classes de durée cumulée de chargement de l'EN 1995-1-1, les charges d'entretien sur les toitures correspondent à une classe de durée cumulée de chargement de court terme.

4.2 Actions climatique de neige (S)

Neige en situation durable et transitoire et sans accumulation :
$s_k = \mu_i C_e C_t s_{kA}$
Avec :
- μ_i : coefficient de forme (dans notre cas μ_1)
- Ce : coefficient d'exposition (dans notre cas = 1)
- Ct : coefficient thermique (dans notre cas = 1)
- s_{kA} = charge de neige caractéristique à l'altitude A

Valeurs des charges de base S_{k0} : valeur au sol rapportée à la projection horizontale de la surface toiture pour une **Altitude ≤ 200 m**

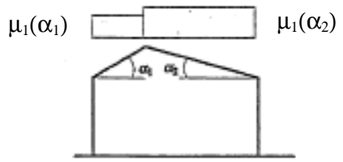
Zone	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E
S_{k0}	0,45	0,45	0,55	0,55	0,65	0,65	0,90	1,40

kN/m²h (m²h signifie par m² en projection horizontale)

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Coefficient de forme :

α (angle du toit avec l'horizontale)	$0° \le \alpha \le 30°$	$30° < \alpha < 60°$	$\alpha \ge 60°$
μ_1	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8\ \alpha/30$	1,6	-



Charge de neige caractéristique à l'altitude A :

$s_{kA} = s_{k0} + \Delta s_1$

Altitude A [en mètres]	$\Delta s_1(A)$ [en kN/m²]
entre 0 et 200	0
entre 200 et 500	$0,10\ \frac{A-200}{100}$
entre 500 et 1000	$0,30+0,15\ \frac{A-500}{100}$
entre 1000 et 2000	$1,05+0,35\ \frac{A-1000}{100}$

Prise en compte des effets locaux *Accumulation au droit de saillies et d'obstacles*
Dans le cas de la neige avec accumulation, la présence d'obstacles (équipements, murets, acrotères, …) modifie localement le coefficient de forme μ.
On entend par saillies et obstacles tout ce qui peut provoquer une accumulation de la neige sur les toitures quasi horizontales lorsque le vent souffle, comme les équipements et les acrotères.
On doit alors modifier localement le coefficient de forme μ dans les cas de neige avec cumulation sur les toitures quasi horizontales comme suit :
Avec

$\mu_1 = 0,8$ et $\mu_2 = \gamma.h / s_k$
$l_s = 2.h$

γ est le poids spécifique de la neige pris égal à 2 kN/m^3 (neige fraîche) et s_k la charge de neige caractéristique au sol en kN/m², et les limitations suivantes :

- $0,8 \le \mu_2 \le 2$ dans le cas d'un obstacle isolé **(Figure 5-9)**
- $5\ m \le l_s \le 15\ m$

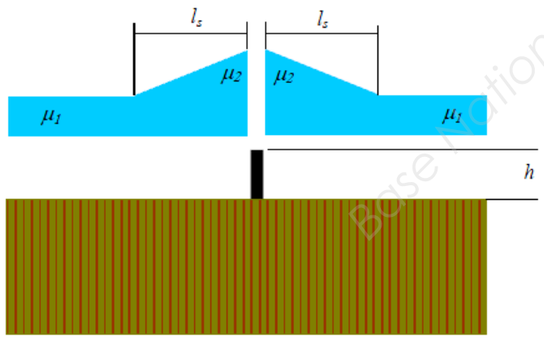


Figure 5-9 : Accumulation locale au niveau d'un obstacle

Combinaisons pour les ELS

Pour déterminer w_{fin} : $(1 + k_{def})\,G + (1 + k_{def} \cdot \Psi 2)\,S$

Valeurs caractéristiques des classes de résistance :

	C18	C24	GL24h
ρ_k [kg/m³]	320	350	380
ρ_{moyen} [kg/m³]	380	420	437
$f_{m,k}$ [N/mm²]	18	24	24
$f_{t,0,k}$ [N/mm²]	11	14	16,5
$f_{t,90,k}$ [N/mm²]	0,5	0,5	0,4
$f_{c,0,k}$ [N/mm²]	18	21	24
$f_{c,90,k}$ [N/mm²]	2,2	2,5	2,7
$f_{v,k}$ [N/mm²]	3,4	4,0	2,7
$E_{0,moyen}$ [N/mm²]	9000	11000	11600
$E_{0,05}$ [N/mm²]	6000	7400	9400
$E_{90,moyen}$ [N/mm²]	300	370	390
G_{mean} [N/mm²]	560	690	720

Facteur de modification k_{mod} :

k_{mod} pour BM, BLC et LVL		
Classe de durée de charge	**Classe 1 et 2**	**Classe 3**
Permanente (+ de 10 ans, ex : poids propre)	0,60	0,50
Long terme (6 mois à 10 ans, ex : stockage, équipements fixes)	0,70	0,55
Moyen terme (1 semaine à 6 mois, ex : charge d'exploitation, neige (H > 1000m))	0,80	0,65
Court terme (<1 semaine, ex : neige (H ≤ 1000m), et charge d'entretien)	0,90	0,70
Instantanée (ex : situations accidentelles, neige exceptionnelle et vent)	1,10	0,90

Coefficients partiels γ_M :

Pour les E.L.U	γ_M
Combinaisons fondamentales	
bois massif	1,30
bois lamellé collé	1,25

Coefficient de réduction de contrainte pour le cisaillement k_{cr} :

k_{cr} COEFFICIENT DE REDUCTION DE SECTION POUR LE CISAILLEMENT

kcr	CLASSE DE SERVICE 1		CLASSE DE SERVICE 2		CLASSE DE SERVICE 3
BM	h<à150mm	1	h<à150mm	1	0.67
	h>à150mm	0.67	h>à150mm	0.67	
BLC (GL GT)	1		G/(G+ΣQ)<0.7	1	
			G/(G+ΣQ)>0.7	0.67	

* autres matériaux, kcr =1

Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Annexe Nationale (Avril 2007): NF EN 1995-1-1/NA, P21-711-1/NA

valeurs limites pour les flèches.

	Bâtiments courants			Bâtiments agricoles et similaires		
	$w_{inst}(Q)$	$w_{net,fin}$	w_{fin}	$w_{inst}(Q)$	$w_{net,fin}$	w_{fin}
Chevrons	-	$\ell/150$	$\ell/150$	-	$\ell/150$	$\ell/150$
Eléments structuraux	$\ell/300$	$\ell/200$	$\ell/125$	$\ell/200$	$\ell/150$	$\ell/100$

- Pour les panneaux de planchers ou supports de toiture, $w_{net,fin} \leq \ell/250$.
- Les trois valeurs doivent être vérifiées. Avec $w_c = w_{fin} - w_{net,fin}$.
- $w_{inst}(Q)$ part de la flèche instantanée due aux actions variables (Q, S ou W).
- Console (porte à faux), flèche limite max (w net,fin < l/200 x 2 ; 5mm)

Facteur de modification de la déformation k_{def} :

	$k_{déf}$ selon classes de service		
Matériau	CS 1	CS 2	CS 3
Bois Massif, BLC	0,60	0,80	2,00

CS = classe de service

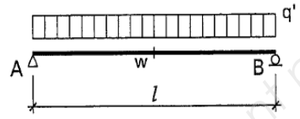
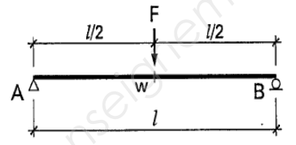
Vérification des pièces soumises à du cisaillement :

Pièces soumises à du **CISAILLEMENT**		
EFFORTS INTERNES	CONTRAINTES	VERIFICATIONS EC5
$T \text{ ou } V \neq 0$	$\tau = \frac{1,5T}{k_{cr}.b.h_e}$ k_{cr} coefficient de réduction de section	$\tau_d \leq f_{v,k}.\frac{k_{mod}}{\gamma_M}.k_v$ k_v coefficient d'entaille (si la pièce est entaillée).

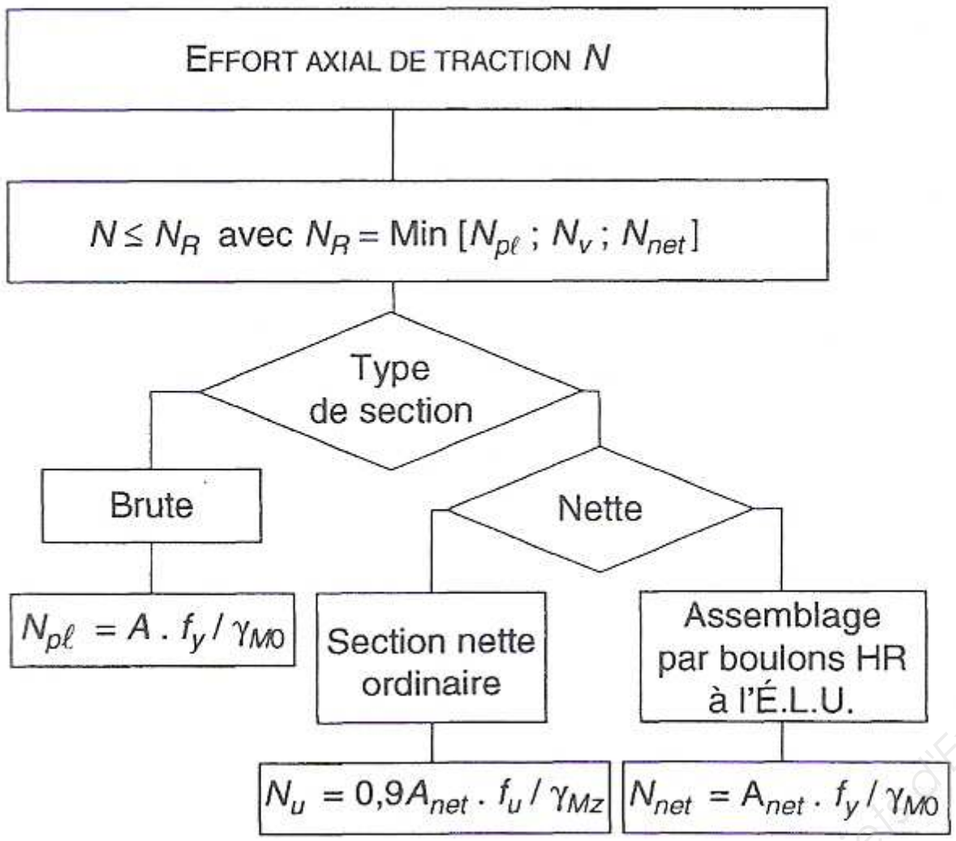
Vérification des pièces soumises à de la flexion :

Pièces soumises à de la **FLEXION SIMPLE**		
		pannes, solives, poutres....
EFFORTS INTERNES	CONTRAINTES	VERIFICATIONS EC5
$Mf \neq 0$	$\sigma_m = \frac{Mf}{I/v}$ Rappel $\frac{I}{v} = \frac{bh^2}{6}$	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,k}.\frac{k_{mod}}{\gamma_M}.k_h.k_{ls}.k_{crit}$ k_h coefficient de hauteur. k_{ls} coefficient d'effet système. k_{crit} coefficient de déversement.

Poutres simples

Système E · I = constante	Réactions d'appuis en kN q' en kN/m, F en kN *l* en m	Moments de flexion M en kNm q' en kN/m, F en kN *l* en m	Flèches w en mm q' en N/mm, F en N *l* en mm E en N/mm², I en mm⁴
	$A = B = \frac{q' \cdot l}{2}$	$M_{max} = \frac{q' \cdot l^2}{8}$	$w = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$
	$A = B = \frac{F}{2}$	$M_{max} = \frac{F \cdot l}{4}$	$w = \frac{1}{48} \cdot \frac{F \cdot l^3}{E \cdot I}$

Base nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel



Vérification des poteaux en flexion combinée

Pièces soumises à de la COMPRESSION AXIALE (sollicitation principale) + FLEXION

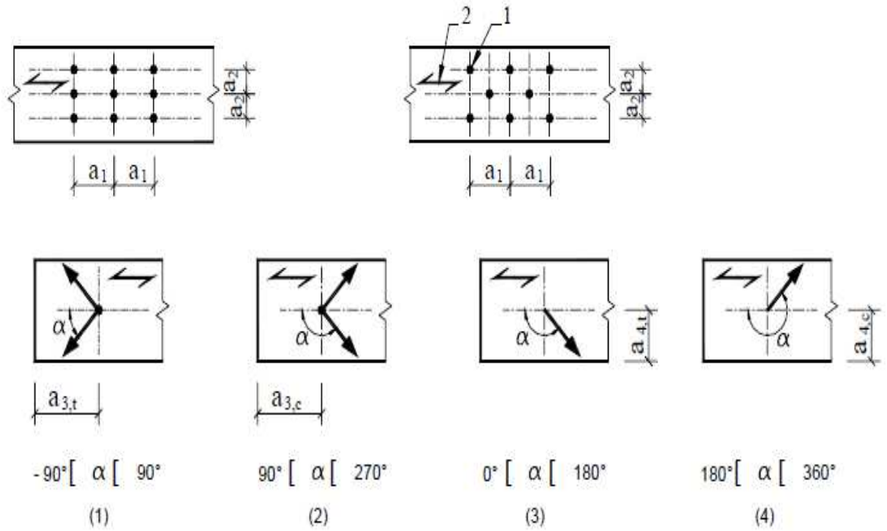
Poteaux comprimés et fléchis...

EFFORTS INTERNES	CONTRAINTES	VERIFICATIONS EC5
T ou $V \neq 0$		Voir pièces soumises à du CISAILLEMENT
$N \neq 0$	$\sigma_{c,0} = \frac{N}{S}$	SANS INSTABILITE DE FLAMBEMENT k_c, $k_{cy} = 1$: $\frac{\sigma_m}{f_{m,d}} + \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 \leq 1$
$Mf \neq 0$	$\sigma_m = \frac{Mf}{I/v}$	AVEC L'INSTABILITE DE FLAMBEMENT k_c, $k_{cy} < 1$: $\frac{\sigma_m}{f_{m,d}.k_{crit}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}.k_{c,y\ ou\ z}} \leq 1$
	Rappel $I/v = bh^2/6$	
	Rappel $I/v = \pi D^3/32$	k_c, k_{cy} coefficients de flambement
		Nota : $f_{m,d} = f_{m,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$ $\quad f_{c,0,d} = f_{c.0.k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

LT 9 Eurocode 5 Assemblages

Espacements et distances minimales pour les broches



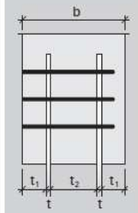
Espacements et distances	Angle	Distance minimale
a_1 (parallèle au fil)	$0° \le \alpha \le 360°$	$(3+2\lvert\cos\alpha\rvert).d$
a_2 (perpendiculaire au fil)	$0° \le \alpha \le 360°$	$3.d$
$a_{3,t}$ (distance d'extrémité chargée)	$-90° \le \alpha \le 90°$	max ($7d$;80 mm)
$a_{3,c}$ (distance d'extrémité non chargée)	$90° \le \alpha < 150°$ $150° \le \alpha < 210°$ $210° \le \alpha \le 270°$	max ($3d$; $a_{3,t}.\lvert\sin\alpha\rvert.d$) $3d$ max ($3d$; $a_{3,t}.\lvert\sin\alpha\rvert.d$)
$a_{4,t}$ (distance de rive chargée)	$0° \le \alpha \le 180°$	max ($3d$; $(2+2\sin\alpha)d$)
$a_{4,c}$ (distance de rive non chargée)	$180° \le \alpha \le 360°$	$3d$

LT 10 Système de fixation par broches WS



Fiche technique n° 02 3.03

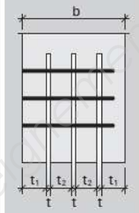
Figure 3



Valeur caractéristique de la capacité résistante R_k en kN par broche en **quadruple** cisaillement

Broche	WS-T	7×73	7×93	7×113	7×133	7×153	7×173	7×193	7×213	7×233
Largeur du bois	b en mm	80	100	120	140	160	180	200	220	240
Bois extérieur	t_1 en mm	—	—	—	40	40	55	65	65	75
Bois intérieur	t_2 en mm	—	—	—	48	68	58	58	78	78
α angle entre la direction de l'effort et le fil du bois	0°	—	—	—	17,8	19,8	21,3	22,4	22,4	23,1
	30°	—	—	—	16,3	18,6	19,4	20,5	21,1	21,6
	45°	—	—	—	15,0	17,6	17,8	18,8	19,8	20,5
	60°	—	—	—	13,9	16,8	16,4	17,3	18,7	19,5
	90°	—	—	—	13,0	15,8	15,3	16,1	17,7	18,6

Figure 4



Valeur caractéristique de la capacité résistante R_k en kN par broche en **sextuple** cisaillement

Broche	WS-T	7×73	7×93	7×113	7×133	7×153	7×173	7×193	7×213	7×233
Largeur du bois	b en mm	80	100	120	140	160	180	200	220	240
Bois extérieur	t_1 en mm	—	—	—	—	—	39	39	43	53
Bois intérieur	t_2 en mm	—	—	—	—	—	42	52	58	58
α angle entre la direction de l'effort et le fil du bois	0°	—	—	—	—	—	25,0	29,1	31,7	32,8
	30°	—	—	—	—	—	22,8	26,4	28,8	29,8
	45°	—	—	—	—	—	20,9	24,2	26,4	27,2
	60°	—	—	—	—	—	19,3	22,3	24,4	25,0
	90°	—	—	—	—	—	17,8	20,6	22,6	23,2

Dans le cas de plusieurs broches sur le même fil de bois, le nombre efficace n_{ef} doit être pris suivant le tableau ci contre.
Les valeurs sont valables pour une distance entre broche parallèlement au fil du bois de 50 mm.

Nombre efficace n_{ef}

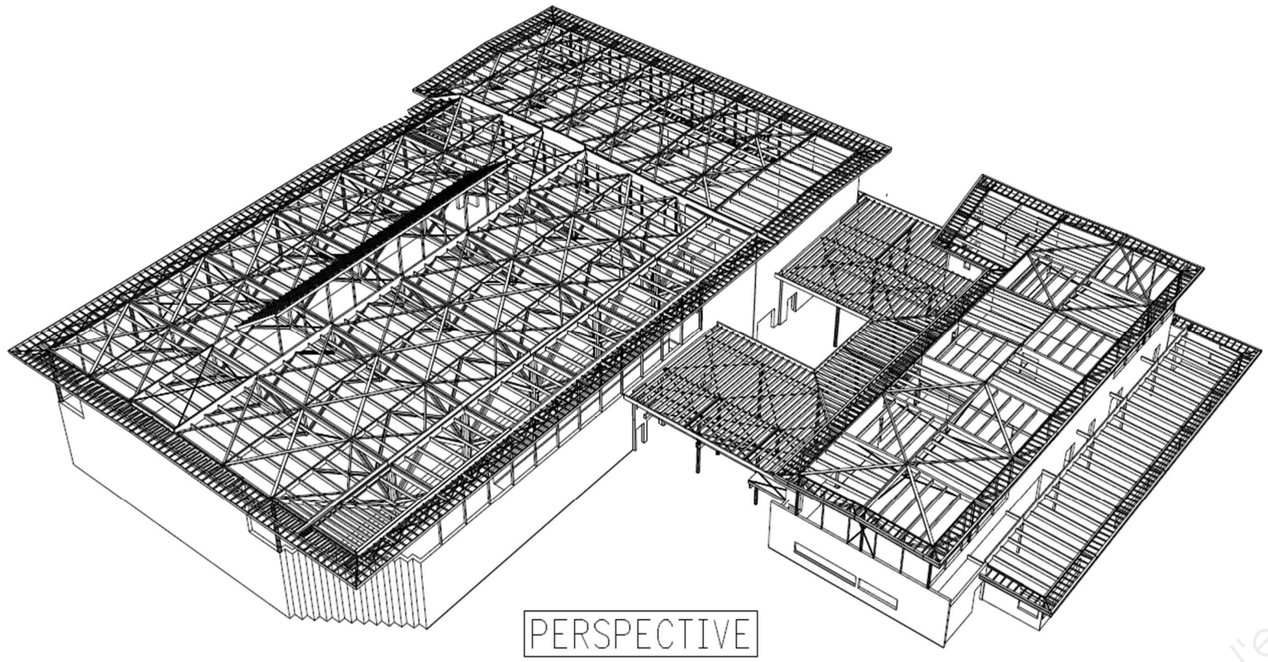
	n	1	2	3	4	5
α angle entre la direction du effort et le fil du bois	0°	1,00	1,61	2,31	3,00	3,66
	30°	1,00	1,74	2,54	3,33	4,11
	45°	1,00	1,80	2,66	3,50	4,33
	60°	1,00	1,87	2,77	3,67	4,55
	90°	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00

La valeur de calcul de la résistance en cisaillement des broches R_d se calcul comme suit, suivant l'EN 1995-1-1:2004/A1, chapitre 2:

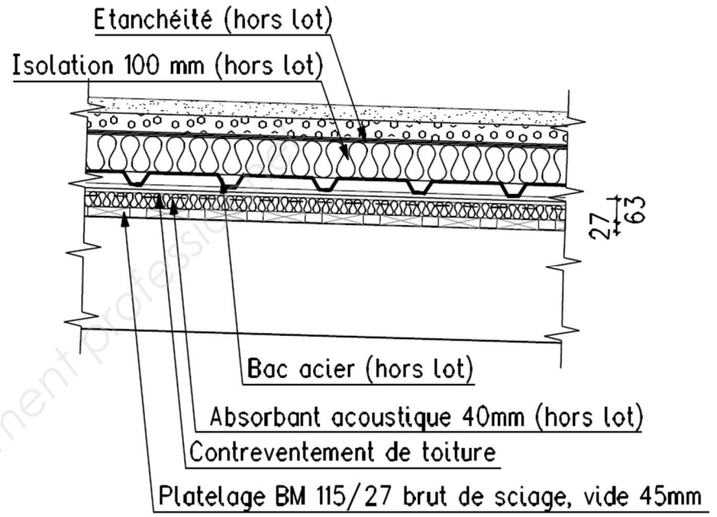
$$R_d = \frac{R_k \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$$ avec γ_M = 1,3 selon EN 1995-1-1:2004/A1, tableau 2.3

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

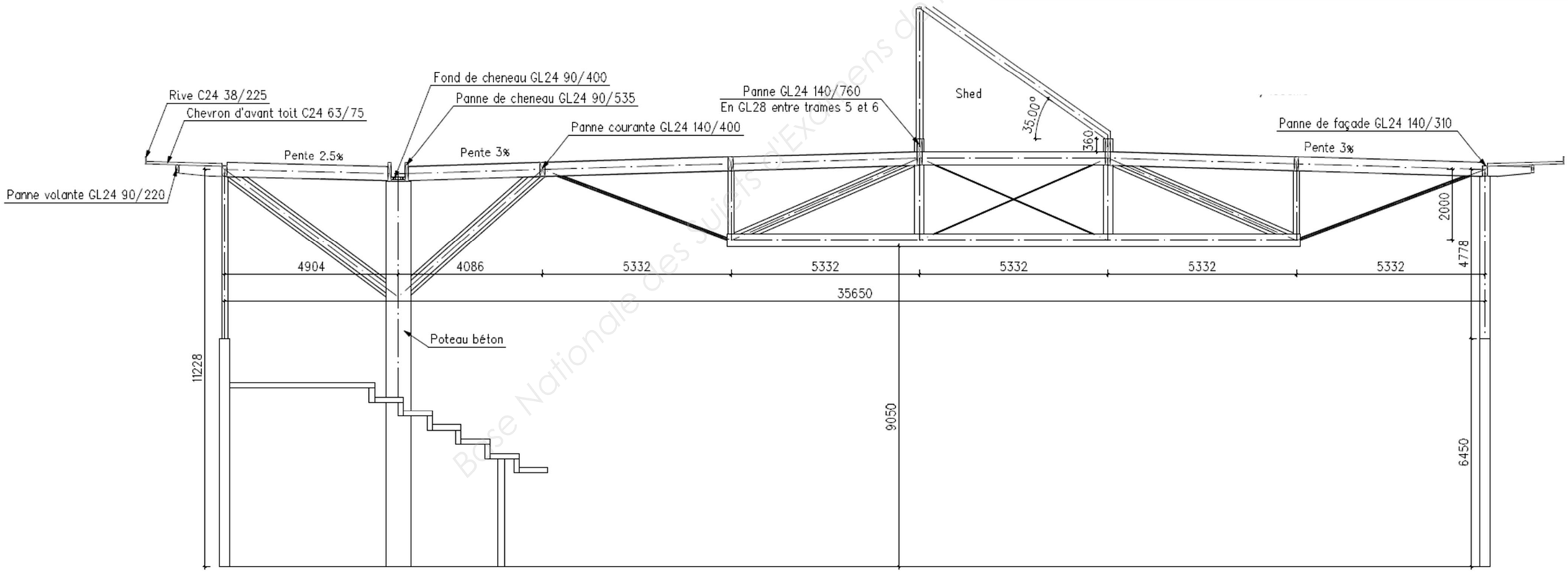
LT 11 Axonométrie



LT12 Principe de toiture



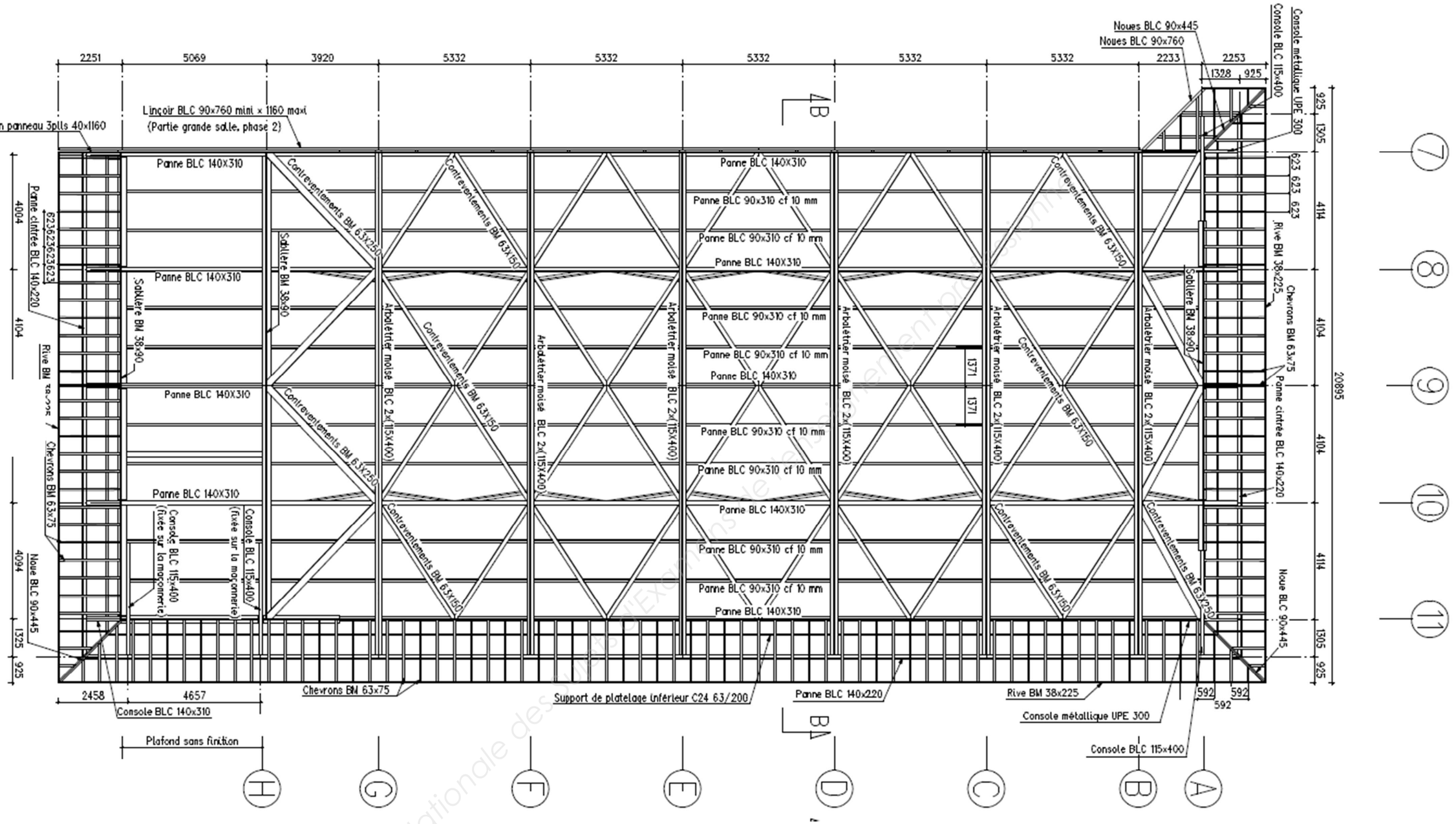
LT 13 Coupe EE grande salle de basket



Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

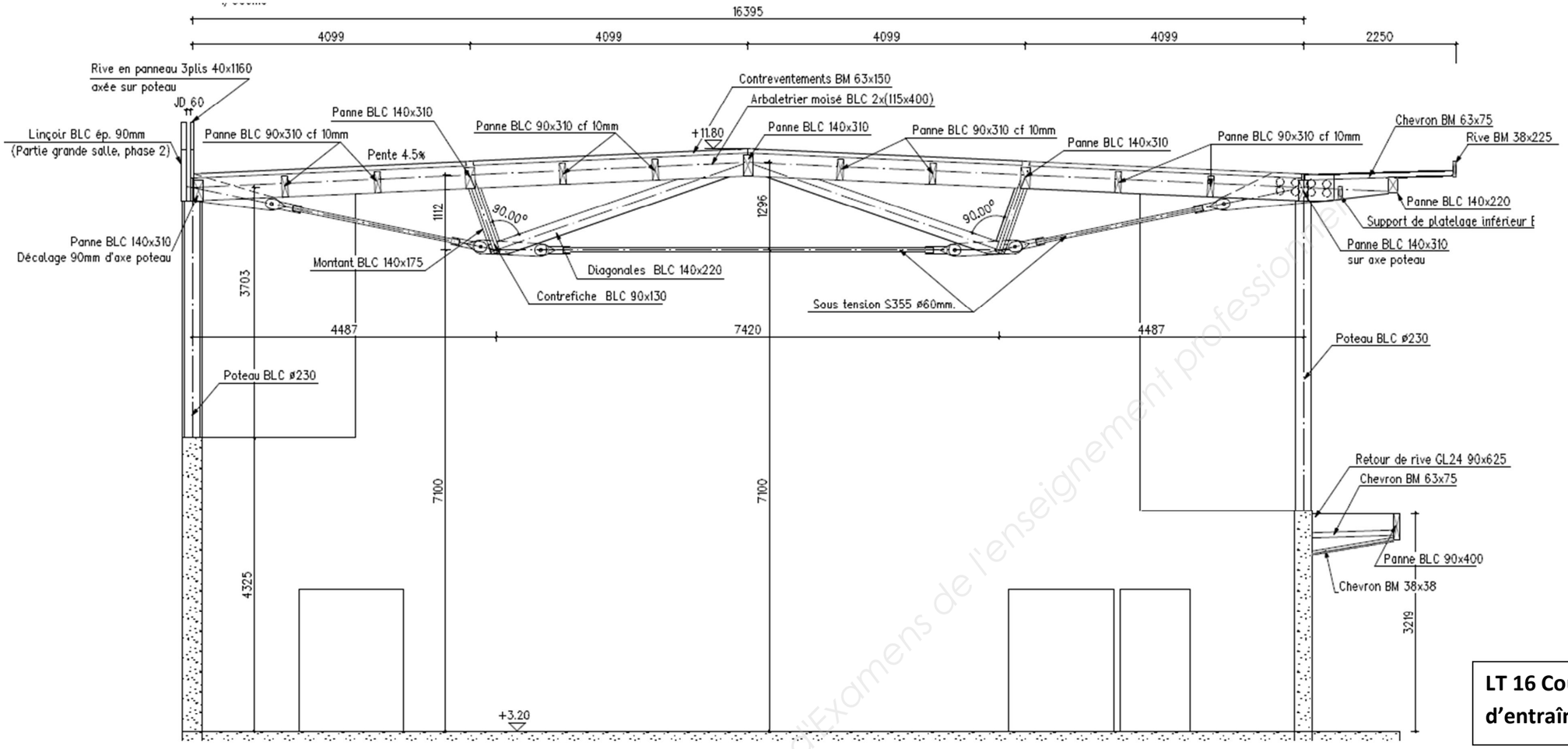
LT 14 Vue en plan

charpente grande salle de basket

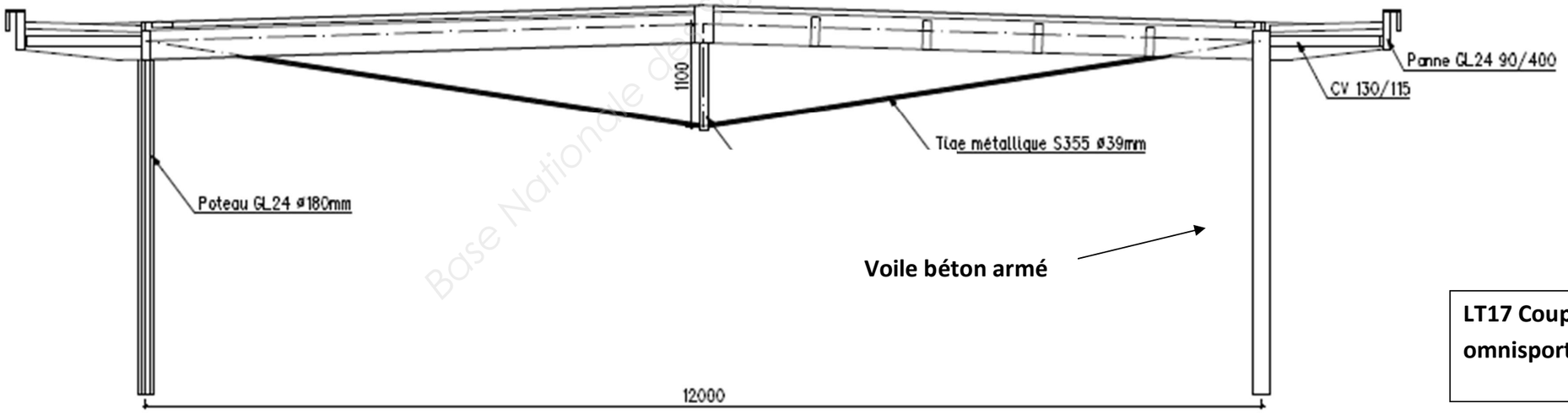


LT 15 Vue en plan charpente gymnase entraînement

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel



LT 16 Coupe BB gymnase d'entraînement



LT17 Coupe de principe charpente salle omnisports

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.