

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
ETUDES ET ECONOMIE DE LA CONSTRUCTION**

SESSION 2014

EPREUVE E5

ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Sous Epreuve U5.1

ETUDES TECHNIQUES

Durée : 4 heures – Coefficient : 3

Matériel autorisé :

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999)

Documents à rendre avec la copie :

- Documents réponse DR1-1 et DR 1-2	Pages 24 et 25/27
- Document réponse DR2	Page 26/27
- Document réponse DR3	Page 27/27

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 27 pages, numérotées de 1/27 à 27/27.

Calculatrice autorisée conformément à la circulaire N°99-186 du 16/11/1999

Aucun document autorisé

BTS ETUDES ET ECONOMIE DE LA CONSTRUCTION		Session 2014
ECETUTC	Sous épreuve U5-1 : ETUDES TECHNIQUES	Page 1/27

COMPOSITION DU SUJET

	Temps conseillé	Barème	Pages
Lecture du sujet	0h15		
Plans			22-23
Sujet A Thermique	1h15	6	4
Sujet B Acoustique	0h30	3	5-6
Sujet C Mécanique	1h15	7	7-8
Sujet D Eclairage	0h45	4	9-10
Documents Techniques (DT)			11-21
Documents « réponse » (DR)			24-27

RENDU DU TRAVAIL

- Chaque partie sera traitée de façon indépendante (une copie double par partie)
- Toute partie non traitée fera l'objet d'une copie vierge convenablement repérée et portant la mention « **non traité** ».
- Les documents réponse « DR » sont à joindre aux copies correspondantes.
- Une chemise générale regroupera les 4 parties.

PRESENTATION DU PROJET

Zone d'étude



Le projet concerne la construction d'un gymnase et d'une chaufferie centrale dans un centre sportif. Le projet est situé en région parisienne (altitude < 600 m).

Les éléments essentiels du projet sont :

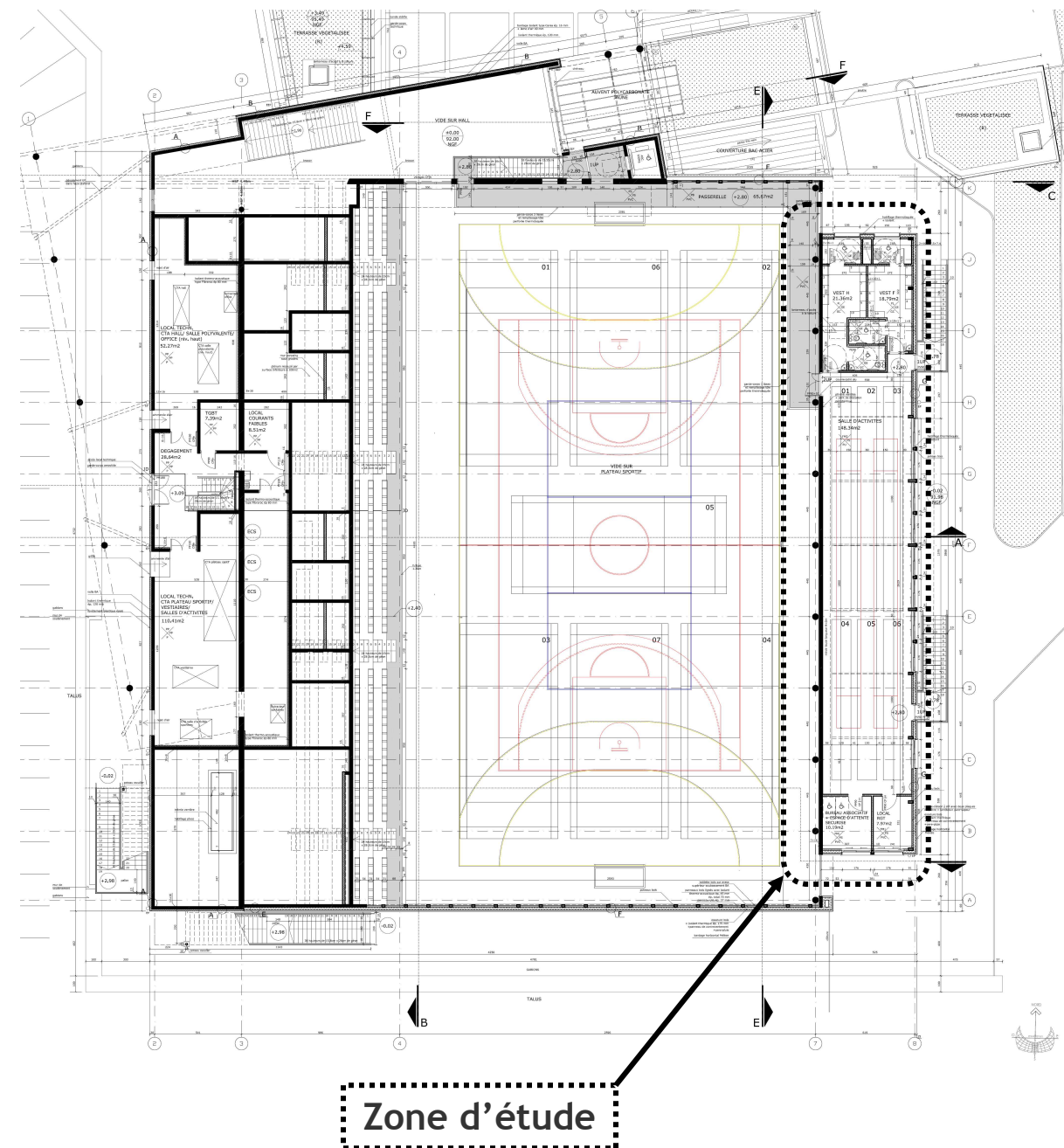
- Accueil, billetterie, nurserie, sanitaires réservés au public.
- Gymnase doté d'un plateau sportif, permettant d'accueillir des compétitions de volley, basket, hand, badminton, sports de combat, gymnase aux agrès et football.
- Salles sportives polyvalentes (boxe, danse).
- Salle d'activité sportive pour la pratique de l'escrime.

BTS ETUDES ET ECONOMIE DE LA CONSTRUCTION		Session 2014
ECETUC	Sous épreuve U5-1 : ETUDES TECHNIQUES	Page 2/27

Démarche haute qualité environnementale et label BBC

Le projet s'inscrit dans une démarche environnementale de « Haute Qualité Environnementale » selon le référentiel établi par CERTIVEA pour les salles de sports. Il vise le niveau BBC « Bâtiment basse consommation » au plan de la performance énergétique en référence à la réglementation thermique en vigueur.

PLAN DU NIVEAU MOYEN



BTS ETUDES ET ECONOMIE DE LA CONSTRUCTION		Session 2014
ECETUC	Sous épreuve U5-1 : ETUDES TECHNIQUES	Page 3/27

PARTIE A : THERMIQUE

SUJET

A- ETUDE DE LA SALLE D'ACTIVITE ESCRIME :

A-1 ETUDE DE LA FACADE EST. Repérage coupe AA. Document réponse DR 1

- A-1-1 Faire le schéma avec légende en coupe verticale de la paroi. **DR 1-1**
- A-1-2 Calculer le coefficient de transmission thermique surfacique U de la façade. **DR 1-1**
Nota : le bardage sera négligé du fait de la lame d'air ventilée
- A-1-3 Vérifier que l'exigence de la démarche HQE du projet est bien respectée :
 $U_{\max i} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$. Conclure. **DR 1-2**

A-2 MODIFICATION DE LA FACADE :

Afin d'optimiser l'ossature, la conception de la façade a été modifiée. La nouvelle ossature sera de 120 mm d'épaisseur et l'isolant thermique sera mis en œuvre en 2 couches au lieu d'une seule. L'exigence de la paroi $U_{\max i} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ doit toujours être respectée.

Nota : on ne tiendra pas compte de l'ossature bois pour le calcul thermique.

- A-2-1 Déterminer l'épaisseur de la seconde couche de l'isolant à partir des documents de fabricants joints, sachant que la première couche sera dans l'épaisseur de l'ossature. Tenir compte de l'exigence du CCTP : $R_{\text{isolant}} = 4,35 \text{ m}^2\text{K/W}$ minimum. Vérifier si $U_{\max} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ est également conforme. Conclure.
- A-2-2 Déterminer la température entre les 2 couches d'isolants, puis Tsi et Tse (températures de surface intérieure et extérieure). Tracer la courbe. **DR 1-2**

Pour cela vous prendrez $U_p = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ et un isolant thermique 120 + 40 de chez Rockwool.
 $T_i = 19^\circ\text{C}$, $T_e = -6^\circ\text{C}$. Flux : $\phi = U (T_i - T_e)$
Laine de roche : $\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$ (produit MB ROCK)
- A-2-3 En première approximation, à l'aide du diagramme de Mollier, analyser les risques de condensation dans la paroi. Justifier la position du pare vapeur. HR = 50% dans la salle d'activité escrime.
- A-2-4 Analyser la règle de positionnement du pare vapeur du fabricant Rockwool dans le cas d'une isolation en 2 couches. Proposer 2 positions possibles. **DR 1-2**
Positionner, dans l'un des 2 cas, le pare vapeur (en couleur).

PARTIE B : ACOUSTIQUE

SUJET

B- ETUDE DE LA SALLE D'ACTIVITE ESCRIME :

Dans le cadre de la démarche HQE du projet, on vous demande d'étudier la CIBLE 9 : CONFORT ACOUSTIQUE.

- B-1 Calculer (sur copie) le volume V de la salle d'activité (surface au sol rectangulaire), et la surface du faux plafond en dalles minérales.
- B-2 Déterminer le temps de réverbération de la salle d'activité. **DR 2**
- B-3 Faire une analyse par rapport à l'exigence de la démarche HQE : Tr_{moyen}

RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES

OBJECTIF VISE PAR LA DEMARCHE HQE :

Création d'une ambiance acoustique adaptée aux différents locaux

Extrait de la Notice acoustique PRO. : Durée de réverbération

La durée de réverbération est le temps de décroissance de 60 dB d'un signal brusquement interrompu exprimé en seconde.

Le référentiel HQE® « Salle multisports » fixe pour l'acoustique interne des espaces dédiés à la pratique sportive, en niveau performant, des objectifs de durée de réverbération par bande d'octave pour les espaces de volume supérieur à 250 m³.

Pour les locaux désignés dans le tableau ci-dessous, la limitation de la durée de réverbération est basée sur la moyenne de réverbération dans les intervalles d'octave centrés sur **500, 1000 et 2000 Hz**. Ces valeurs s'entendent pour des locaux normalement meublés et non occupés.

Désignation du local	Objectif correction acoustique en secondes
Locaux médicaux, bureau associatif, vestiaires	$Tr_{\text{moyen}} \leq 0,8$ secondes
Salle d'escrime - salle d'activités	$Tr_{\text{moyen}} \leq 1,2$ secondes
Salle polyvalente	$Tr_{\text{moyen}} \leq 1,2$ secondes
Circulations	$AAE_{\text{totale circulation}} \geq 0,5 \times S_{\text{surface au sol}}$

MATERIAUX	α coefficient d'absorption de Sabine par bande d'octave		
	500hz	1000hz	2000hz
Plaque de plâtre peinte	0,05	0,06	0,07
Dalle de faux plafond acoustique	0,30	0,45	0,35
Enduit au mortier	0,03	0,04	0,05
Tapiserie	0,08	0,09	0,08
Moquette	0,21	0,26	0,27
Sol souple plastique en dalles pour bureaux	0,09	0,10	0,12
Carrelage	0,02	0,03	0,04
Porte plane peinte	0,08	0,09	0,10
Baie vitrée	0,18	0,12	0,07
Sol sportif coulé Pulastic Boflex	0,10	0,12	0,13
Miroir	0,02	0,03	0,04

SUJET

C- ETUDE DE LA SALLE D'ACTIVITE ESCRIME

En phase PRO, on vous demande de vérifier la couverture de la salle d'activité (voir documents DT C 1 à 4).

Cette couverture est une toiture terrasse végétalisée ; elle s'appuie sur des poutres en bois lamellé-collé de 90 x 450 et est constituée de la manière suivante :

- bac nervuré HACIERCO 56 S
- isolant thermique de 360 mm (poids négligeable)
- étanchéité bicouche (12 daN/m²)
- bac végétalisé HYDROPAC de 90 mm

Les poutres en bois lamellé-collé GL36H s'appuient sur un mur en béton armé d'une part, par l'intermédiaire de sabots métalliques et sur des poteaux en bois d'autre part. Elles auront une portée de 5,35 m.

Données complémentaires :

- On considèrera la couverture comme horizontale.
- Le faux plafond est fixé sur une ossature métallique supportée uniquement par les poutres en bois lamellé-collé (poids : 8 daN/m² ossature comprise).
- Le poids des bacs Hydropack est à saturation d'eau : 88 daN/m².
- Charges d'exploitation : 1 kN/m² sur la couverture (entretien).
- Poids volumique du bois lamellé collé : 5 kN/m³.

C-1 ETUDE DES BACS NERVURES :

C-1-1 Déterminer les actions permanentes et les charges d'exploitation appliquées sur les bacs nervurés hors poids propre (en daN/m²).

C-1-2 Les bacs nervurés peuvent être conçus pour être fixés sur 2, 3 ou 4 appuis (voir DT C-4). Donner l'intérêt et/ou l'inconvénient de chacune des solutions et faites un choix argumenté d'un produit (épaisseur) avec le nombre d'appuis pour le système considéré.

Dessiner le schéma mécanique représentant le bac nervuré pour la solution retenue.

C-1-3 Avec les hypothèses suivantes :

- bac nervuré sur 3 appuis (entraxe : 4,00 m)
- charge permanente : 113 daN/m
- charge d'exploitation : 100 daN/m

Calculer la charge appliquée aux ELU (pour une bande 1 m de largeur de bac).

Tracer les diagrammes de l'effort tranchant et du moment fléchissant le long du profilé avec toutes les valeurs particulières ; vous utiliserez la méthode de votre choix (théorème des 3 moments ou autre).

C-1-4 Vérifier la résistance des bacs choisis vis-à-vis des moments fléchissants sur appui et en travée (système élasto-plastique).

PARTIE D : ECLAIRAGE

C-2 ETUDE DES POUTRES LAMELLE COLLE :

- C-2-1 Sachant que l'action (aux ELU) de la couverture sur la poutre vaut : 1 513 daN/m, dessiner le schéma mécanique de la poutre en bois lamellé-collé et déterminer la charge aux ELU reprise par la poutre en tenant compte de son poids propre et du faux plafond.
- C-2-2 Tracer le diagramme du moment fléchissant aux ELU dans la poutre et donner la valeur du moment maximum.
- C-2-3 Vérifier la poutre en bois lamellé-collé en résistance vis-à-vis de la contrainte normale uniquement (on prendra $M_{Ed} = 5\,667$ daN.m).
Le chargement sera considéré à long terme, classe de service 1.
- C-2-4 En supposant que la charge permanente vaut 618 daN/m et que la charge d'exploitation vaut 500 daN/m, vérifier la poutre en déformation (à court terme et à long terme).
Remarque : les poutres en bois lamellé-collé n'ont pas de contre flèche

SUJET

D- ETUDE DE LA SALLE D'ACTIVITE ESCRIME :

Dans le cadre de la démarche HQE du projet, on vous demande d'étudier l'éclairage de la salle d'activité, afin de respecter la CIBLE 10 : éclairage uniforme sur la surface au sol du local.

- D-1 Déterminer le nombre de luminaires nécessaires à l'éclairage de la salle d'activité. On prendra une hauteur moyenne sous faux plafond de 3,50 m.
- D-2 Déterminer l'implantation des luminaires dans la salle. Ajuster le nombre de luminaires de façon uniforme et répartie dans la pièce. **DR 3**

Extrait de la NOTICE HQE : Eclairage artificiel

Par local, le niveau d'éclairement moyen exigé sera : E_{moy} (lux)

- Plateau sportif : 300 / 500 / 800 lux au sol (plan utile)
- Salle d'activité - escrime : 400 lux au sol (plan utile)
- Bureaux : 500 lux
- Hall d'accueil : 300 lux
- Halls : 100 lux
- Dégagements : 100 lux
- Locaux techniques, réserves : 200 lux

Salle d'activité :

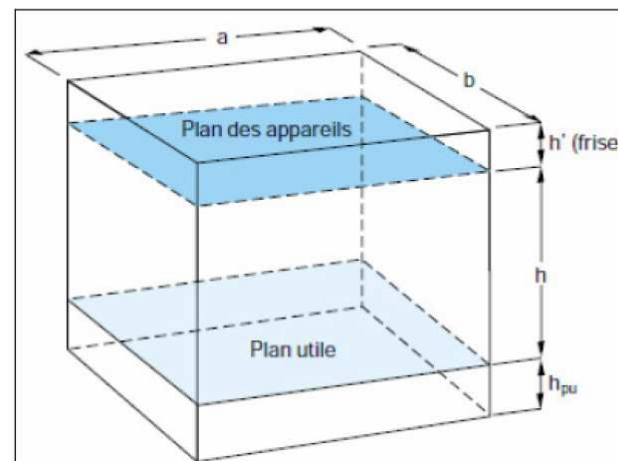
Facteur de réflexion des parois : 773
Plafond : $\rho = 0,70$
Murs : $\rho = 0,70$
Sol : $\rho = 0,30$

Le taux d'éblouissement (GR) des luminaires retenus respectera la norme NF EN 12193
L'indice de rendu des couleurs des sources (IRC) sera supérieur à 85 et la température de couleur comprise entre 3000 et 4000°K.

Les luminaires sont positionnés sans suspente en dessous des dalles de faux plafond :
On prendra : frise $h' = 0,14$ m

DEMARCHE DE CALCUL

D1-1– Définir les caractéristiques dimensionnelles du local.



Déterminer l'indice du local : K

$$K = \frac{ab}{h(a+b)}$$

Déterminer le rapport de suspension

$$J = \frac{h'}{h+h'}$$

Pour la salle d'activité, prendre : $h_{pu} = 0$

et $J = 0$

D1-2 – Choix des luminaires

Les luminaires proposés pour ce projet sont des **Darwin 100 – 1x80W T5 E RE** appareillage pour lampe T5 à flux renforcé – réflecteur extensif de chez Sammode (voir document joint **DT-D1**).

D1-3 – Calculer le flux total d'éclairage

$$F_{tot} = \frac{E_m \cdot a \cdot b \cdot d}{\eta \cdot u}$$

E_m : Eclairage moyen
 d : facteur de dépréciation = 1,30
 η : rendement des luminaires
 u : facteur d'utilance

D1-4 - Nombre de luminaires à installer

$$N = \frac{F_{tot}}{n \cdot flux}$$

N : nombre de luminaires
 F_{tot} : flux total d'éclairage
 n : nombre de lampe par luminaire
 $flux$: puissance d'une lampe en lm

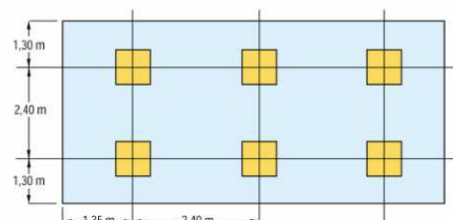
D-2 – Répartir les luminaires dans la salle d'activités

Calcul des répartitions et positionnement sur le plan de la salle d'activité **DR 3**

L'axe du luminaire de rive est à au moins 0,80 m du mur dans la largeur de la salle, et à au moins 2,00 m dans la longueur de la salle. Il est prévu 3 rangées de luminaires.

Exemple de schéma de répartition :

Vous représenterez chaque luminaire par un **trait renforcé** d'une longueur proportionnelle à l'appareil.



PARTIE A : THERMIQUE

DT A-1

RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES

RENSEIGNEMENTS CONCERNANT LA PAROI FACADE EST : EXTRAIT DU CCTP

CHAPITRE 2 Charpente et murs à ossature bois

2.2.3 - MURS OSSATURE BOIS - FACADES.

Réalisation de murs à ossature bois par éléments industrialisés hauteur d'étage, posés en remplissage des ossatures bois et béton, mise en oeuvre suivant DTU 31.2 - version Janvier 2011, comprenant de l'extérieur vers l'intérieur, les éléments suivants :

- Mise en oeuvre d'un feutre pare pluie déroulé côté extérieur sur les panneaux travaillants, compris recouvrement de 5 cm minimum entre lés.
- Mise en oeuvre de panneaux travaillants de contreventement côté extérieur, en panneaux de fibres de bois type Lameply OSB 3 des Ets ISOROY ou de caractéristiques équivalentes, de 12 mm d'épaisseur, panneaux verticaux cloués sur l'ossature bois.
- Ossature en épicea de cat. II, séchée à moins de 20 % d'humidité, calibré à 45 x 175 minimum et traité insecticide, fongicide et anti-termite de Classe II. Sablières lisses hautes et basses et pans de bois constitués par des montants verticaux avec espacement entre les montants de 0.40 ml maximum.
- Remplissage de l'ossature par isolation en panneaux de laine de roche mono densité rigide, type MB Rock des Ets ROCKWOOL ou de caractéristiques équivalentes, épaisseur et nature de l'isolant suivant étude thermique, épaisseur minimum de 175 mm pour obtenir un coef thermique $R = 4,35 \text{ m}^2\text{K/W}$.
- Mise en oeuvre, sur la face intérieure des murs ossature bois du plateau sportif, de panneaux de contreplaqué Lamibois, de 27 mm d'épaisseur, panneaux verticaux cloués sur l'ossature bois.
- Mise en oeuvre d'un film continu frein vapeur, faisant office de pare-vapeur, déroulé sur le panneau de contreplaqué Lamibois, compris recouvrement de 5 cm minimum entre lés, fixé par l'intermédiaire de tasseaux horizontaux de 6 cm d'épaisseur en sapin de pays traité.

CHAPITRE 4 Ravalement – Bardage extérieur

4.2.3 - BARDAGE EN LAMES BOIS NATUREL MELEZE.

Fourniture et pose d'un bardage extérieur en lames de bois massif naturel non traité, type Mélèze des Ets FINNFOREST ou équivalent, mis en oeuvre sur les murs à ossature bois prévus au corps d'état Charpente - Ossature bois, comprenant :

- Ossature secondaire constituée de tasseaux verticaux et horizontaux, en bois résineux catégorie III, classe C traité fongicide et insecticide, fixés sur les murs à ossature bois, permettant d'assurer une lame d'air de 40 mm minimum, entre la face externe du mur à ossature bois et la face intérieure du parement de bardage.
- Bardage en lames 20 x 132 mm de 3,00 ml de longueur, finition rabotée, pose à embrèvement.
 Nature de l'essence : Mélèze.
 Fixation apparente en acier inox (2 fixations minimum sur chaque lame).
 Réaction au feu : classe M2 (suivant P.V. justificatif)
 Ventilation haute et basse réglementaire permettant la libre circulation de l'air entre le pare-pluie et le bardage.

CHAPITRE 7 Cloisons – Doublages

7.2.1 - DOUBLAGE SUR OSSATURE DES MURS A OSSATURE BOIS.

Fourniture et pose de doublage intérieur en plaque de plâtre toute hauteur sur ossature, des murs de façades à ossature bois, fixations inoxydables, des Ets PLACOPLATRE ou de caractéristiques équivalentes, constitués :

- Mise en oeuvre, après passage des conducteurs électriques, d'une ossature métallique composée de rails et de montants en acier galvanisé 6/10° de 48 mm de largeur toute hauteur de plancher à plancher (nature et entraxe des montants en fonction de la hauteur).
- Fourniture et pose de 2 plaques de plâtre de 13 mm d'épaisseur chacune, pose croisée, plaques vissées directement sur l'ossature, nature des plaques de type THD (très haute dureté) pour les locaux accessibles au public et du type hydrofuge pour les parements donnant dans les locaux humides. Pour les doublages du promenoir, du dégagement et des sanitaires, donnant sur la terrasse accessible, les 2 plaques de plâtre BA 13 seront remplacées par des plaques spécial feu type Placoflam de classement A1.

Valeurs de différents coefficients de conductivité thermique λ [W/mK]

Matériau	λ W/mK
Cuivre	380
Acier	52
Béton courant	1,75
Plaque de plâtre	0,35
Plâtre	0,48
Béton cellulaire	0,12
Enduit en mortier	1,15
Polystyrène expansé	0,038
Laine minérale	0,030 à 0,040
Bois massif résineux	0,16
Bois contreplaqué, bois OSB	0,12
Liège	0,04

Les valeurs de Rsi et Rse sont à prendre dans le tableau ci-dessous

Croquis	Sens du flux	Paroi en contact avec					
		■ l'extérieur ■ un passage ouvert ■ un local couvert			■ un local non chauffé ■ un comble ■ un vide sanitaire		
		R _{si}	R _{se}	R _{si} + R _{se}	R _{si}	R _{se}	R _{si} + R _{se}
	Horizontal	0,13	0,04	0,17	0,13	0,13	0,26
	Ascendant	0,10	0,04	0,14	0,10	0,10	0,20
	Descendant	0,17	0,04	0,21	0,17	0,17	0,34

Valeurs par défaut pour la résistance thermique de la lame d'air non ventilée (m²K/W)

Croquis	Sens du flux	Épaisseur de la lame d'air (mm)						
		5	7	10	15	25	50	100
	Horizontal	0,11	0,13	0,15	0,17	0,18	0,18	0,18
	Ascendant	0,11	0,13	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16
	Descendant	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,22

DOCUMENTATION ROCKWOOL : isolation pour paroi à ossature bois

**MB ROCK**

MB ROCK est un panneau rigide avec bord flexible pour l'isolation des constructions à ossature bois entre montants structurels.

**MB ROCK +**

MB ROCK + est un panneau rigide double densité destiné au doublage intérieur des constructions bois.

MISE EN ŒUVRE D'UNE ISOLATION DE PAROI A OSSATURE BOIS

De manière générale, la mise en œuvre s'appuiera sur les recommandations du DTU 31-2 et des avis techniques de fabricants de pare-vapeur.

- Choix de l'isolant de la première couche :

L'isolant principal est celui situé entre les montants de l'ossature bois. Son épaisseur doit être inférieure ou égale à la profondeur des montants.

Les panneaux MB ROCK sont disponibles en 4 largeurs adaptées aux entraxes courants constatés : 365 – 380 – 565 – 590

- Choix de l'isolant de la seconde couche :

L'isolant mis en œuvre en seconde couche a 2 fonctions. La première est de compléter l'isolation entre montants de petites section afin d'atteindre la performance thermique attendue tout en réduisant les ponts thermiques dus aux montants.

La seconde est de réaliser une contre-cloison sur ossature bois, métallique ou par fixations intermédiaires tel que défini dans le DTU 25- 41 par exemple.

Cette contre-cloison doit aussi faciliter le passage des gaines électriques et autres réseaux sans intervenir sur les montants structurels.

DT A-4

R_{isolant} en m²K/W

		MB-ROCK +				
		Ep.	40	50	60	70
Isolant principal	MB ROCK (largeur) 365-380 565-590	95	3,90	4,20	4,45	4,75
		120	4,65	4,95	5,20	5,50
		145	5,40	5,70	5,95	6,25
		175	6,25	6,55	6,80	7,10
	DELTA ROCK (entraxe > 600 mm)	100	4,05	4,35	4,60	4,90
		120	4,65	4,95	5,20	5,50
		140	5,25	5,55	5,80	6,10
		160	5,85	6,15	6,40	6,70

Choisir l'isolant principal dans la colonne de gauche puis sélectionner l'épaisseur de MB ROCK + de la deuxième couche selon la performance thermique désirée.

REGLE DE POSITIONNEMENT DU PARE-VAPEUR SELON LES EPAISSEURS DE MB-ROCK et MB-ROCK+ .

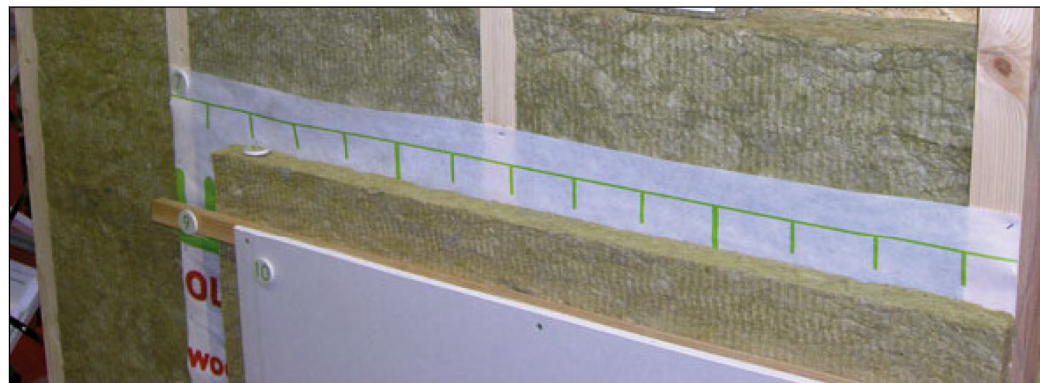
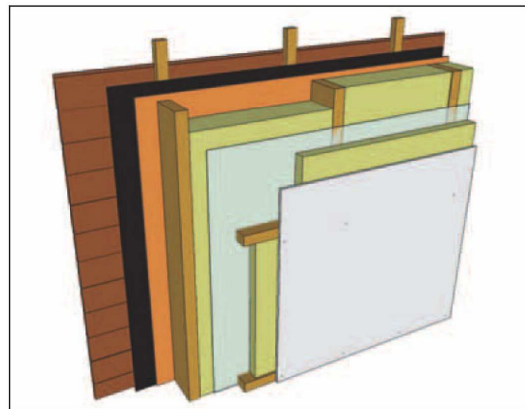
Règle 2/3 - 1/3	MB ROCK +			
	40	50	60	70
MB ROCK 95	☑	☒	☒	☒
120	☑	☑	☑	☒
145	☑	☑	☑	☑
175	☑	☑	☑	☑

Règle 3/4 - 1/4	MB ROCK +			
	40	50	60	70
MB ROCK 95	☒	☒	☒	☒
120	☑	☒	☒	☒
145	☑	☑	☒	☒
175	☑	☑	☑	☒

En dessous de 600 mètres d'altitude, le pare-vapeur doit être situé dans le premier tier (côté intérieur).

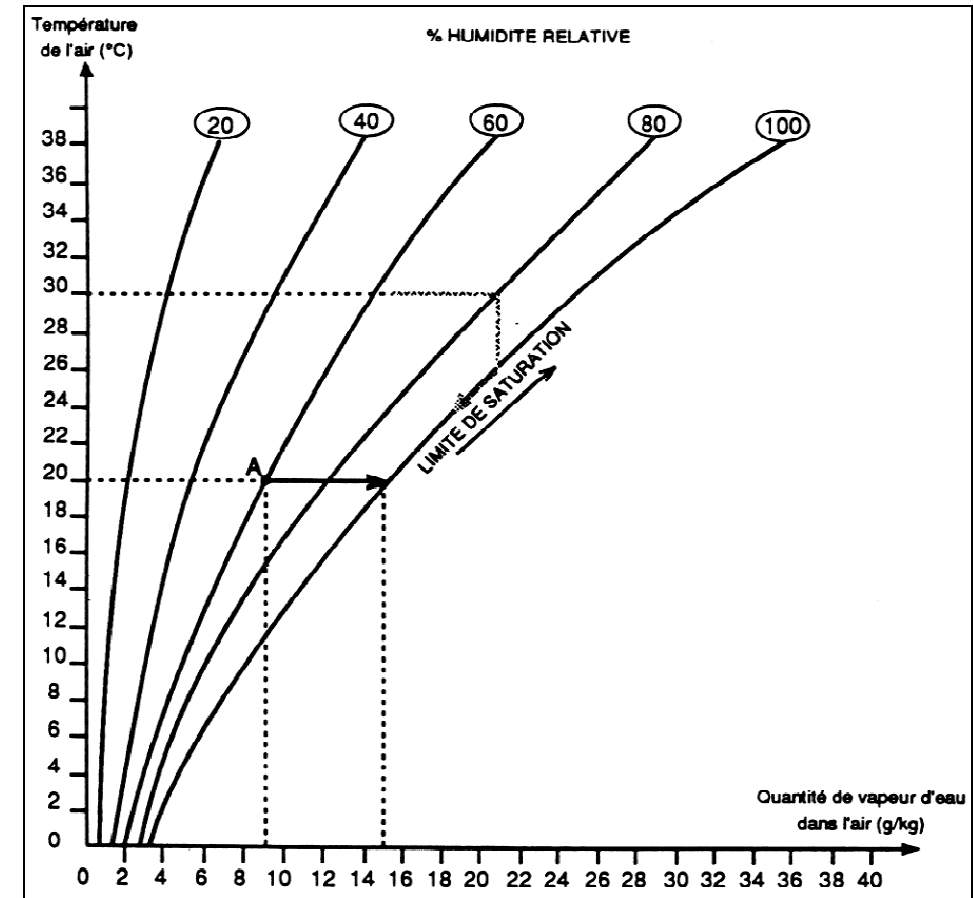
Au dessus de 600 mètres d'altitude, pour les régions froides, le pare-vapeur doit être situé dans le premier quart de l'isolant.

PRINCIPE DE POSE



DT A-5

DIAGRAMME DE MOLLIER



Exemples d'utilisation :

- Un air à 20°C et contenant 9 g de vapeur d'eau par kg à une humidité relative de 60% (point A).
- Si on augmente la teneur en eau de cet air, l'humidité relative augmente et atteint 100% lorsque l'air contient 15 g de vapeur d'eau par kg (trait plein noir).

Toute nouvelle quantité de vapeur apportée est aussitôt transformée en eau liquide car à cette température l'air ne peut contenir plus de 15 g de vapeur par kg.

Si on diminue la température d'un air à 30°C et 80% d'humidité relative, l'humidité relative augmente et atteint 100% à 26°C (trait discontinu).

PARTIE C : MECANIQUE

DT C-1

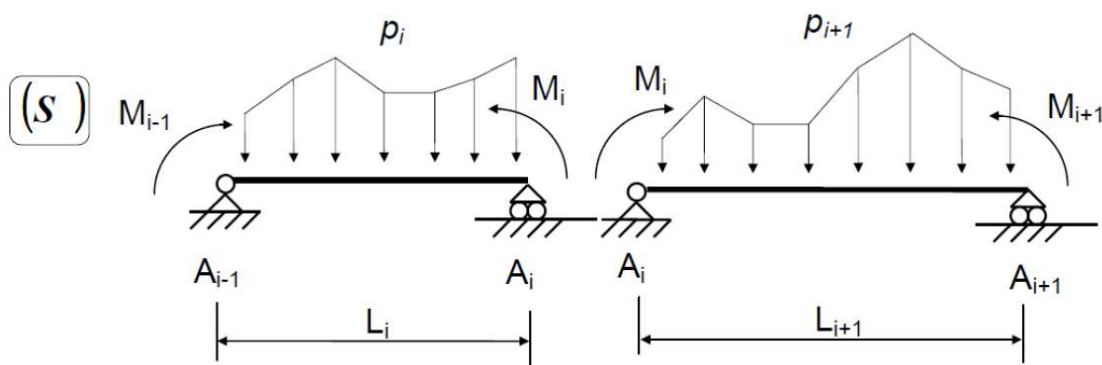
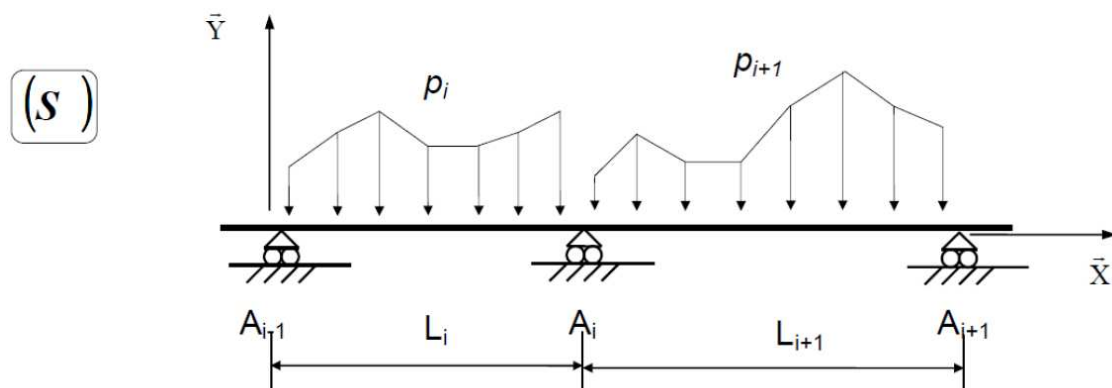
RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES

Formulaire de Résistance des matériaux

Schéma mécanique	Rotation aux appuis	Flèche
	$\omega_A = -\frac{pL^3}{24EI}$ $\omega_B = \frac{pL^3}{24EI}$	$f(L/2) = \frac{5pL^4}{384EI}$

Théorème des 3 moments (formule de CLAPEYRON)

Hypothèses : EI = constante sur l'ensemble de la poutre, en l'absence de dénivellations d'appuis.



$$L_i M_{i-1} + 2(L_i + L_{i+1}) M_i + L_{i+1} M_{i+1} = 6EI(\omega_{di}^0 - \omega_{gi}^0)$$

Combinaison de base aux Eurocodes 3 : ELU : 1,35 G + 1,5 Q

DT C-2

Extraits Eurocodes 5

Tableau 1.2 : Valeurs caractéristiques du BLC

Caractéristiques	Symbole	GL24h	GL28h	GL32h	GL36h	GL24c	GL28c	GL32c	GL36c
		Propriétés de résistance en N/mm ²							
Flexion	f _{m,k}	24	28	32	36	24	28	32	36
Traction axiale	f _{t,0,k}	16,5	19,5	22,5	26	14	16,5	19,5	22,5
Traction transversale	f _{t,90,k}	0,4	0,45	0,5	0,6	0,35	0,4	0,45	0,5
Compression axiale	f _{c,0,k}	24	26,5	29	31	21	24	26,5	29
Compression transversale	f _{c,90,k}	2,7	3	3,3	3,6	2,4	2,7	3	3,3
Cisaillement	f _{v,k}	2,7	3,2	3,8	4,3	2,2	2,7	3,2	3,8
Propriétés de rigidité en KN/mm ²									
Module moyen d'élasticité axial	E _{0,moy}	11,6	12,6	13,7	14,7	11,6	12,6	13,7	14,7
Module d'élasticité axial au fractile 5%	E _{0,0,5}	9,4	10,2	11,1	11,9	9,4	10,2	11,1	11,9
Module moyen d'élasticité transversal	E _{90,moy}	0,39	0,42	0,46	0,49	0,32	0,39	0,42	0,46
Module moyen de cisaillement	G _{moy}	0,72	0,78	0,85	0,91	0,59	0,72	0,78	0,85

Barre isolée		G et Q				
ELU	STR	1,35	G	+	1,5	Q
	EQU	NS				
ELS	INST	1	G	+	1	Q
	DIF	1	G	+	Ψ2	Q

CHARGES D'EXPLOITATION BATIMENTS	Ψ ₂
Catégorie A Habitations, résidentiels	0,3
Catégorie B Bureaux	0,3
Catégorie C Lieux de réunion	0,6
Catégorie D Commerce	0,6
Catégorie E Stockage	0,8
Catégorie G Circulation véhicules < 30kN	0,6
Catégorie F Circulation véhicules > à 30kN et > à 160k	0,3
Catégorie H Toits	0

Critère de résistance d'une section vis-à-vis des contraintes normales est :

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

f_{m,d} : résistance de calcul à la flexion du bois : $f_{m,d} = k_h \cdot k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$

σ_{m,d} : contrainte max. de calcul en flexion (sur les fibres extrêmes) engendrée par le moment de flexion M à l'E.L.U.

f_{m,k} : résistance caractéristique à la flexion du bois
 γ_M : coefficient partiel de propriété du matériau pour le bois à l'E.L.U.

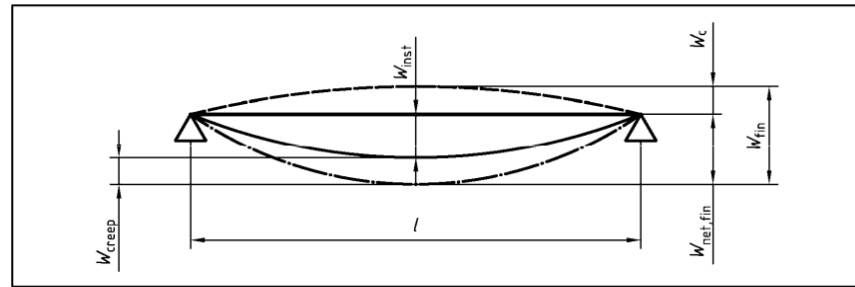
k_{mod} : coefficient modificatif pour classes de service et classes de durée de charges

Matériau	Norme	Classe de service	Classe de durée de chargement				
			Action permanente	Action long terme	Action moyen terme	Action court terme	Action instantanée
Bois massif	EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Bois lamellé collé	EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

k_h : coefficient modificatif tenant compte de la hauteur de la poutre
 h est la hauteur de la pièce (pour la flexion)

h (mm)	600 à 575	570 à 520	515 à 470	465 à 430	425 à 390	385 à 355	350 à 320	315 à 300
k _h	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07

Les composantes de la flèche qui résultent d'une combinaison d'actions sont illustrées dans la figure ci-contre :



On note :

- w_c est la contre-flèche (si elle existe)
- w_{inst} est la flèche instantanée
- w_{creep} est la flèche de fluage (sous charges permanentes ou quasi-permanentes)
- w_{fin} est la flèche finale ($w_{fin} = w_{inst} + w_{creep}$)
- $w_{net,fin}$ est la flèche résultante finale

$$w_{net,fin} = w_{inst} + w_{creep} - w_c = w_{fin} - w_c$$

Détermination des différentes flèches :

Flèches instantanées :

- w_{inst} (g) dues aux charges permanentes
- w_{inst} (q) dues aux charges variables (exploitation, neige, vent)

Flèches différées (fluage) :

La déformation du bois sous l'effet des charges permanentes s'accroît avec le temps, c'est le phénomène de fluage. La flèche due au fluage notée w_{creep} uniquement pour les charges permanentes ou quasi permanentes est calculée de la manière suivante :

Actions permanentes (g) $w_{creep}(g) = k_{def} \times w_{inst}(g)$
 Actions quasi permanentes partie de q : $\psi_2 \times q$
 partie de s : $\psi_2 \times s$ (si altitude > 1000m)
 $w_{creep}(q) = k_{def} \times \psi_2 \times w_{inst}(q)$

k_{def} : coefficient prenant en compte l'augmentation de la déformation en fonction du temps sous les effets du fluage et de l'humidité

Extraits du tableau donnant les valeurs de k_{def} :

Matériau	Norme	Classe de service		
		1	2	3
Bois massif	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Bois lamellé collé	EN 14080	0,60	0,80	2,00

Valeurs maximales des flèches admises :

	Bâtiments courants			Bâtiments agricoles et similaires		
	Valeurs limites $w_{inst}(Q)$	Valeurs limites $w_{net,fin}$	Valeurs limites w_{fin}	Valeurs limites $w_{inst}(Q)$	Valeurs limites $w_{net,fin}$	Valeurs limites w_{fin}
Chevrans	—	$\ell / 150$	$\ell / 125$	—	$\ell / 150$	$\ell / 100$
Éléments structuraux	$\ell / 300$	$\ell / 200$	$\ell / 125$	$\ell / 200$	$\ell / 150$	$\ell / 100$



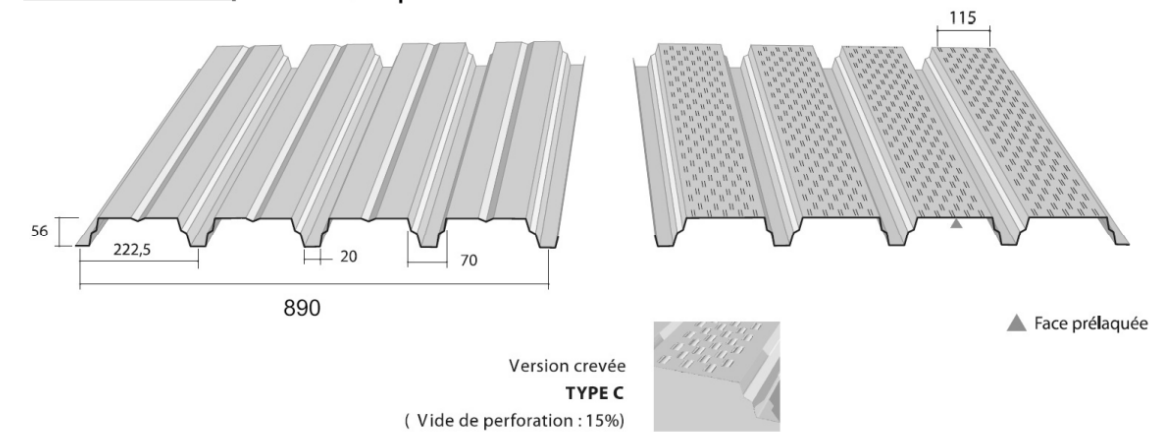
**Supports d'étanchéité
HACIERCO 56 S - HACIERCO 56 SC**

Norme NF P 84-206-1 - réf. DTU 43.3

Ouverture de vallée de 70 mm

CARACTERISTIQUE DU MATERIAU DE BASE	NORMES	
Nuance d'acier	S 320 GD	NF EN 10326
Type de protection	Galvanisé	NF EN 10326- P 34310
	Galvanisé-Prélaqué	NF EN 10169-1 - XP P 34301

EPAISSEUR	0,75	0,88	1,00	1,25
M kg/m ²	7,84	9,20	10,45	13,06

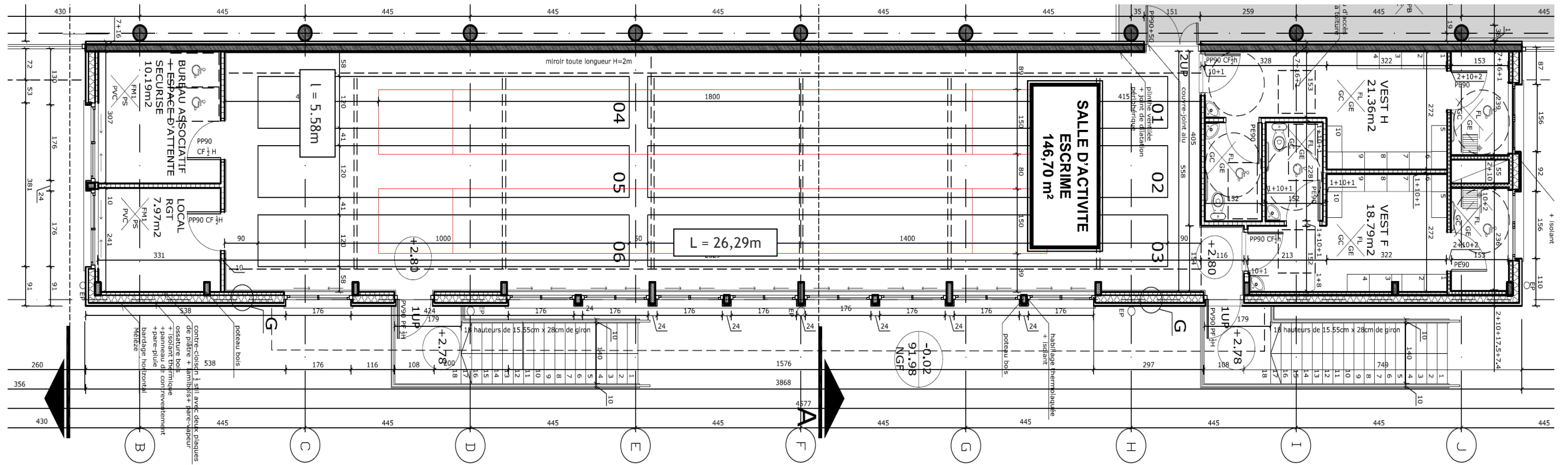


CARACTERISTIQUE EXPERIMENTALES			HACIERCO 56 S				HACIERCO 56 SC			
			EPAISSEUR (mm)				EPAISSEUR (mm)			
Moments			0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25
de flexion sous charge concentrée	MC	m.da N/ml	283,26	332,36	377,68	472,10	262,28	307,74	349,70	-
d'inertie en travée simple	I2	cm ⁴ / ml	50,02	58,68	66,69	83,36	47,83	56,13	63,78	-
d'inertie en deux travées égales	I3	cm ⁴ / ml	44,60	52,34	59,47	74,34	41,98	49,25	55,97	-
d'inertie en continuité	Im	cm ⁴ / ml	47,31	55,51	63,08	78,85	44,90	52,69	59,87	-
de flexion en travée. Système élastique	M2T	m.da N/ml	374,77	439,73	499,69	624,62	355,26	416,84	473,69	-
de flexion en travée. Système élasto-plastique	M3T	m.da N/ml	448,94	526,75	598,58	748,23	444,51	521,56	592,68	-
de flexion sur appui	M3A	m.da N/ml	383,26	449,69	511,01	638,77	380,91	446,93	507,88	-

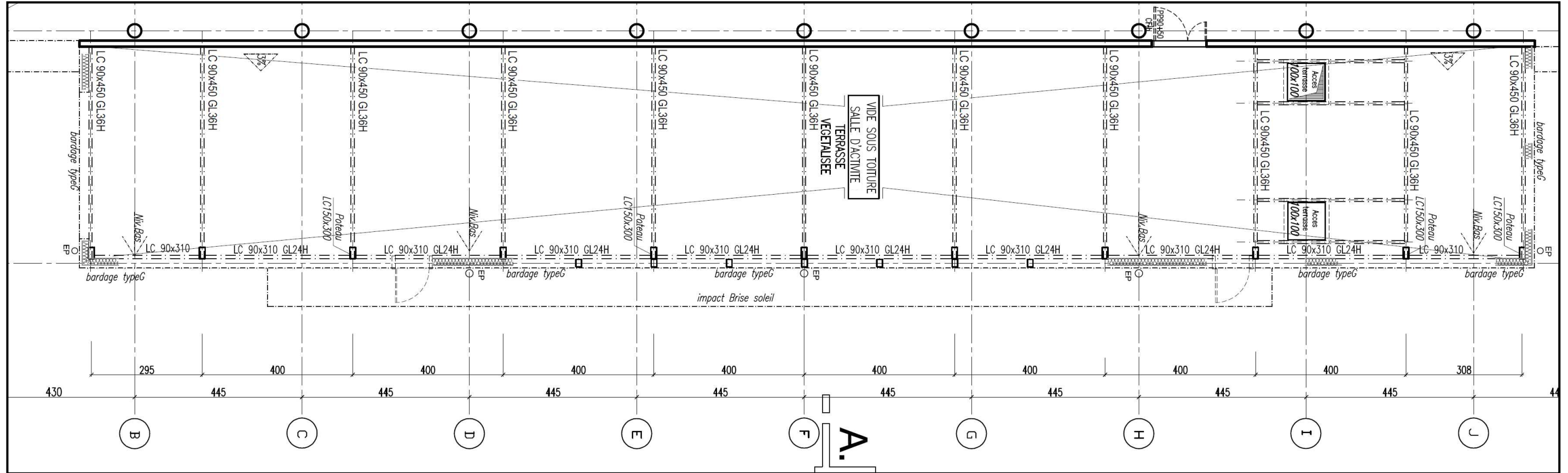
TABLEAU D'UTILISATION (pour travées égales)

	Charges d'exploitation da N/m ²	Charges permanentes da N/m ²	Total des charges descendantes da N/m ²	EPAISSEUR (mm)											
				2 APPUIS				3 APPUIS				4 APPUIS			
				0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25
HACIERCO 56 S	100	10	110	3,20	3,35	3,50	3,80	4,15	4,40	4,60	4,95	3,90	4,10	4,30	4,60
	100	15	115	3,20	3,35	3,50	3,75	4,15	4,40	4,55	4,90	3,90	4,10	4,30	4,60
	100	20	120	3,15	3,35	3,45	3,70	4,15	4,35	4,50	4,85	3,85	4,05	4,20	4,50
	100	25	125	3,10	3,30	3,40	3,65	4,10	4,30	4,45	4,75	3,80	4,00	4,15	4,45
	100	100	200	2,70	2,85	2,95	3,15	3,50	3,70	3,85	4,15	3,30	3,45	3,60	3,85
PV SOCOTEC QG 0021-01	125	25	150	2,95	3,10	3,25	3,45	3,85	4,05	4,20	4,50	3,60	3,80	3,95	4,20
	150	25	175	2,80	2,95	3,05	3,30	3,65	3,85	4,00	4,30	3,40	3,60	3,75	4,05
	175	25	200	2,65	2,80	2,90	3,15	3,40	3,65	3,80	4,10	3,25	3,40	3,55	3,85
	200	25	225	2,55	2,65	2,80	3,00	3,20	3,50	3,65	3,90	3,10	3,25	3,40	3,65
HACIERCO 56 SC	100	10	110	3,15	3,30	3,45	-	4,10	4,30	4,50	-	3,80	4,05	4,20	-
	100	15	115	3,15	3,30	3,45	-	4,10	4,30	4,50	-	3,80	4,05	4,20	-
	100	20	120	3,10	3,30	3,40	-	4,05	4,25	4,40	-	3,80	4,00	4,15	-
	100	25	125	3,10	3,25	3,35	-	4,00	4,20	4,35	-	3,75	3,95	4,10	-
	100	100	200	2,65	2,80	2,90	-	3,45	3,60	3,75	-	3,25	3,40	3,55	-
PV SOCOTEC QG 0021-02	125	25	150	2,90	3,05	3,20	-	3,75	3,95	4,15	-	3,55	3,70	3,85	-
	150	25	175	2,75	2,90	3,00	-	3,55	3,75	3,90	-	3,35	3,50	3,65	-
	175	25	200	2,60	2,75	2,85	-	3,40	3,55	3,70	-	3,15	3,35	3,50	-
	200	25	225	2,50	2,65	2,75	-	3,20	3,40	3,55	-	3,05	3,20	3,35	-

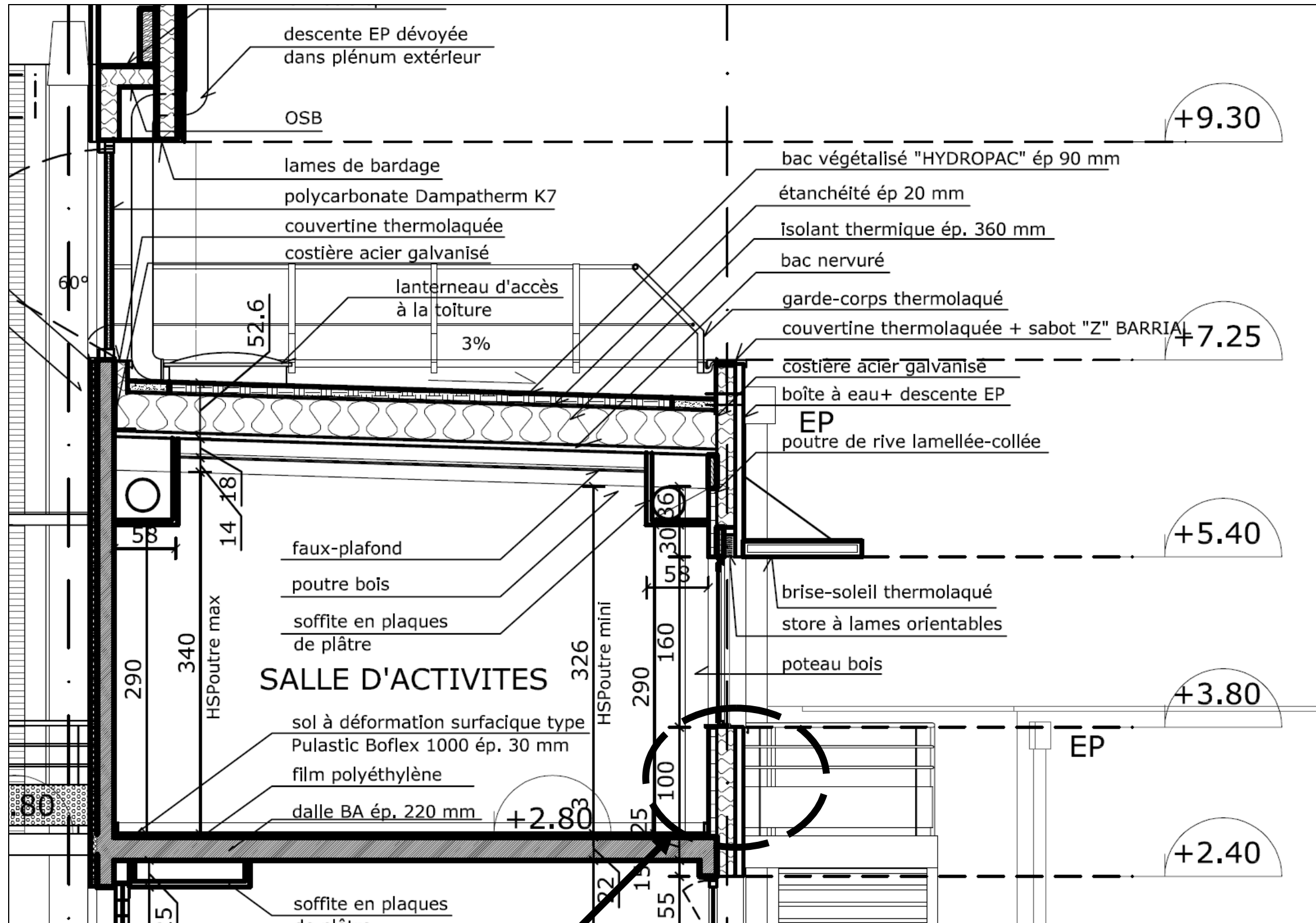
Plan de la SALLE D'ACTIVITE ESCRIME (niveau +2,80) :



Plan de la SALLE D'ACTIVITE ESCRIME (Charpente) :



SALLE D'ACTIVITE ESCRIME (Coupe AA)



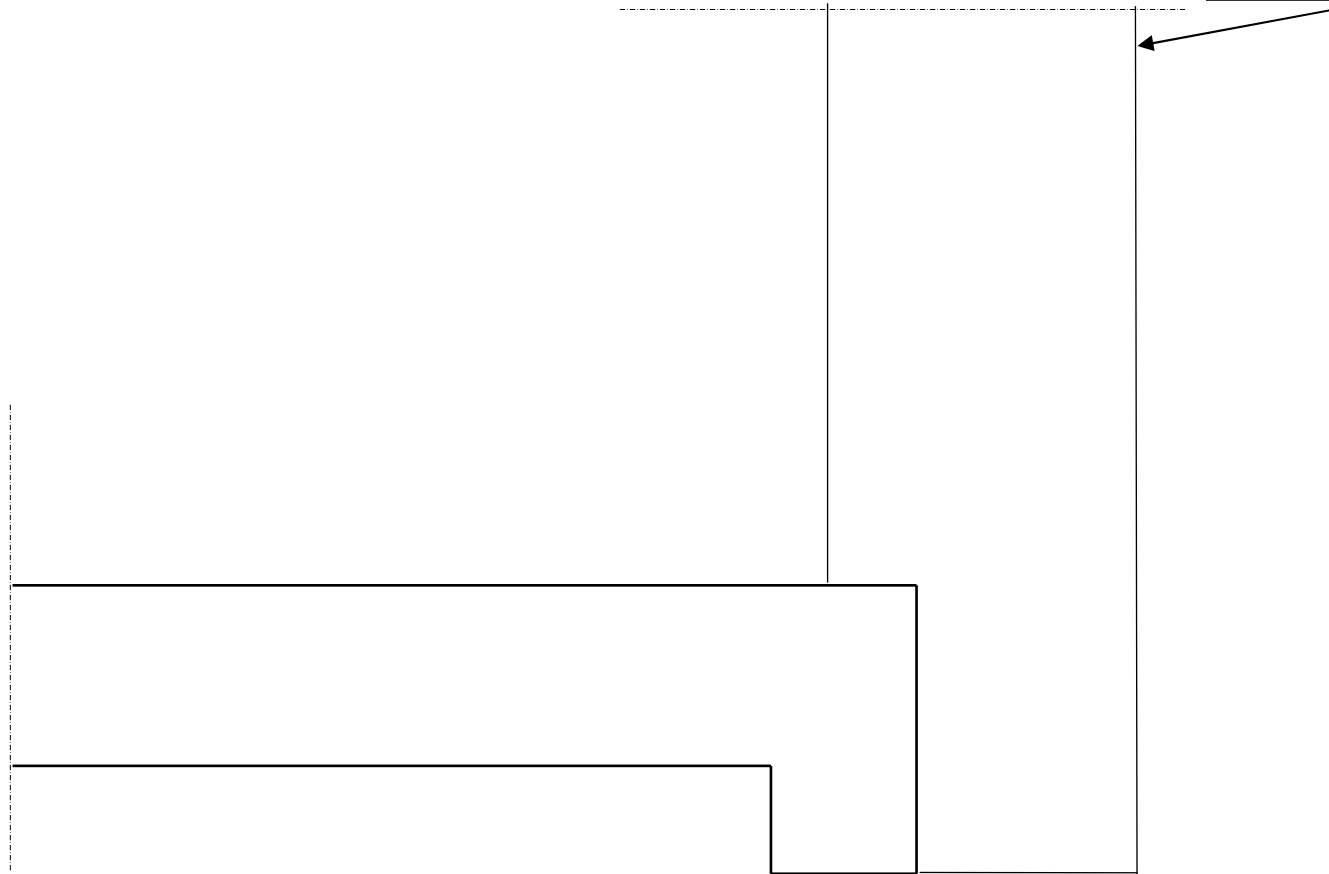
Dessin de détail : Question A1

PARTIE A : THERMIQUE / Document réponse DR 1-1

A-1-1 Coupe verticale sur paroi extérieure

Faire le dessin en respectant les proportions

Nu extérieur bardage



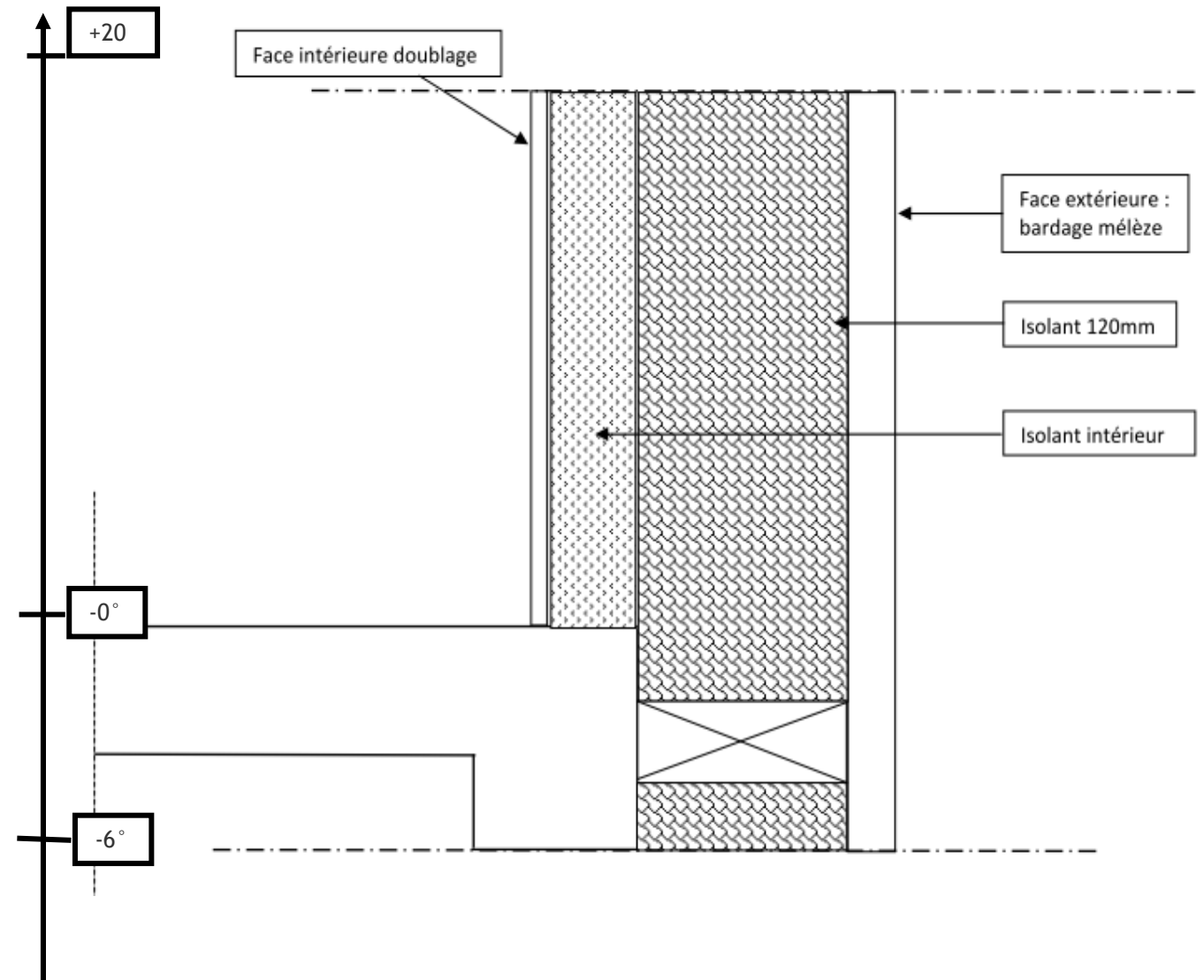
A-1-2 Calcul de R_{totale}

N°	Désignation	e	λ	R_u

PARTIE A : THERMIQUE / Document réponse DR 1-2

A-1-3 Vérifier l'exigence de la démarche HQE : $U_{maxi} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$. Conclure.

A-2-2 : Tracer la courbe des températures sur le schéma de principe de la paroi ci-dessous.
Nota : la 2^{ème} couche d'isolation sera dans l'épaisseur de la cloison de doublage.



Tracer la courbe des températures avec une couleur voyante

PARTIE B : ACOUSTIQUE / Document réponse DR 2

B-2 Déterminer le temps de réverbération de la salle d'activité

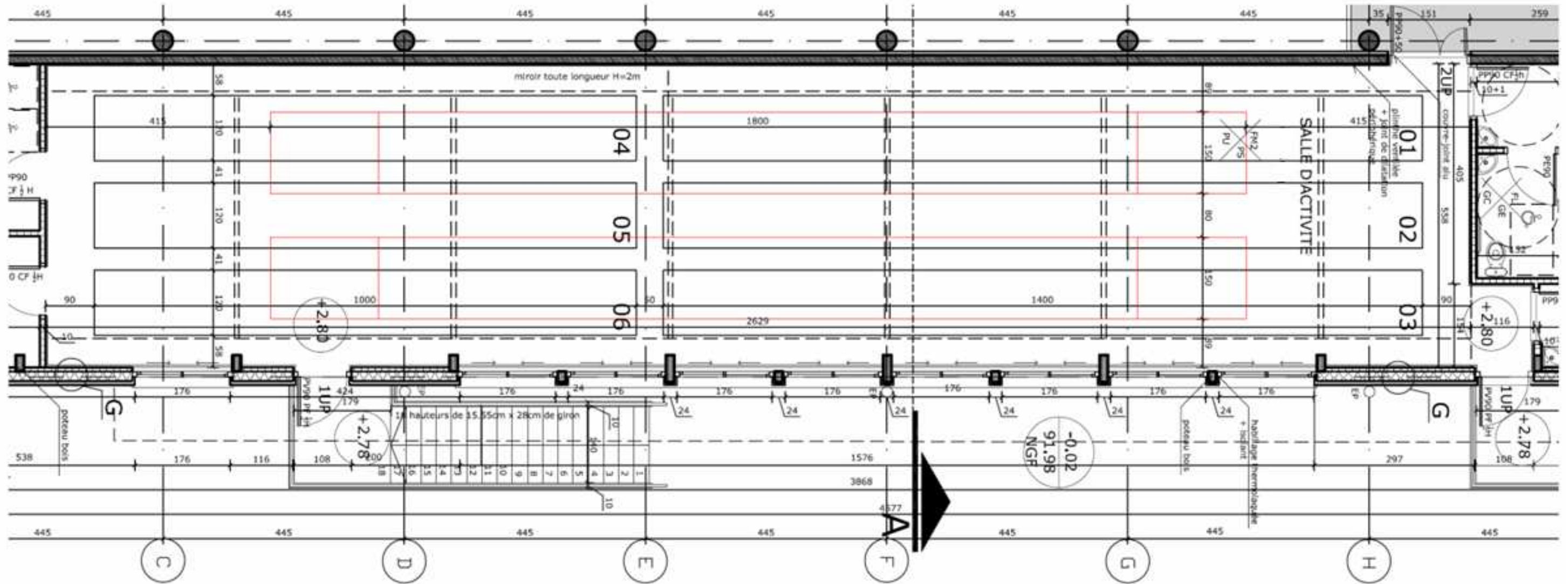
Calcul du temps de réverbération

Salle d'activité escrime

Désignation des parois	Nature	Surface S (m ²)	Bande d'octave					
			500 Hz		1000 Hz		2000 Hz	
			α	$\alpha \times S$	α	$\alpha \times S$	α	$\alpha \times S$
Mur intérieur coté, Cloison nord, Cloison sud, Façade								
Miroir		49,80	0,02	1,00	0,03	1,49	0,04	2,00
Doublage		106,50						
Porte extérieure		14,00						
Baies vitrées		25,35						
Sol								
Plafond								
Dalles minérales 60x60								
Soffites sur gaines		62,00						
Aire d'absorption équivalente A (m²)								
Volume de la salle d'activité V (m³)								
Tr = 0,16 V/A par bande d'octave								
Tr moyen								

PARTIE D : ECLAIRAGE / Document réponse DR 3

D-2 Répartition des luminaires dans la SALLE D'ACTIVITE ESCRIME



Nombre total de luminaires		
	Sur la longueur	Sur la largeur
Nombre de luminaires		
Position des luminaires de rive (m) à l'axe		
Espacement maximum des luminaires (m) entre axes		

La répartition des luminaires respectera les proportions du fond de plan fourni.

Utiliser une couleur voyante