

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
ETUDES ET ECONOMIE DE LA CONSTRUCTION

SOUS ÉPREUVE : U5.1 – ETUDES TECHNIQUES

SESSION 2016

Durée : 4 heures

Coefficient : 3

ELEMENTS DE CORRECTION

**CREATION D'UN POINT D'INFORMATION JEUNESSE
DANS UN BATIMENT EXISTANT**

Lecture	30 min
Sujet - Etude A : Structure	1h15
Sujet - Etude B : Thermique et Hygrométrie	1h15
Sujet - Etude C : Acoustique	1h00

ETUDE D'UN PROFILÉ IPE 200 DU NOUVEAU PLANCHER HAUT DU RdC

A-1/ Compléter sur le document DR 1 les différentes charges linéique reprises par le profilé IPE 200

I/- CHARGES PERMANENTES

Détermination du poids du profilé IPE 200

0,224 kN/m

Détermination du poids des profilés IPE 100

⇒ Zone Z1 'Partie courante'

$$\frac{0,081 \text{ kN / ml} \times 2,72}{2} = 0,11 \text{ kN}$$

profilés répartis tous les 0,58 m

$$\frac{0,11}{0,58} = 0,19 \text{ kN / m}$$

Détermination du poids du plancher bois épaisseur 22 mm

⇒ Zone Z1 'Partie courante'

$$0,16 \text{ kN/m}^2 \times \left(\frac{2,72}{2} \right) = 0,22 \text{ kN / m}$$

III/- CHARGES D'EXPLOITATION

⇒ Zone Z1 'Partie courante'

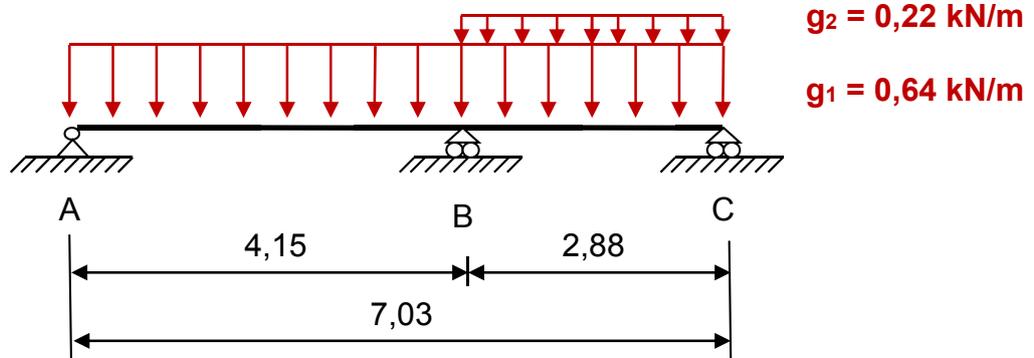
$$2,5 \text{ kN/ m}^2 \times \left(\frac{2,72}{2} \right) = 3,40 \text{ kN / m}$$

RECAPITULATIF ...

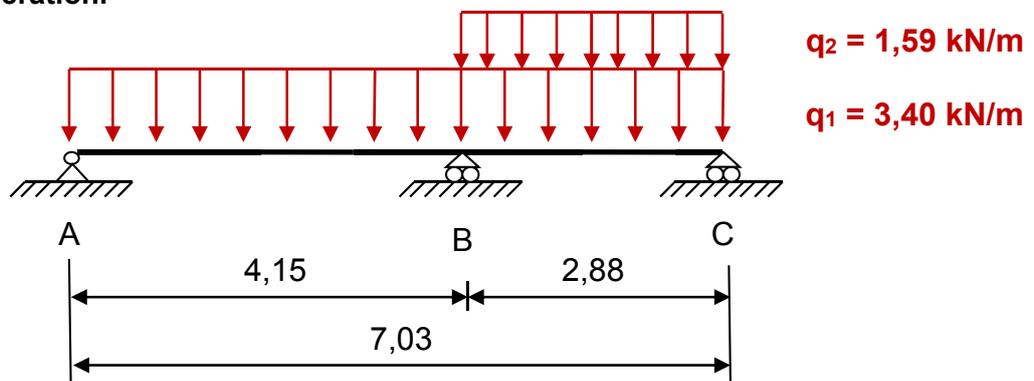
CHARGES		ZONE Z1 'PARTIE COURANTE'	ZONE Z2 'TREMIE DROITE'	ZONE Z3 'TREMIE GAUCHE'
CHARGES PERMANENTES G (kN/m)				
IPE 200	g ₁	0,224		
IPE 100	g ₂	0,19		
PARQUET BOIS		0,22		
IPE 100	g ₃		0,11	0,15
PARQUET BOIS			0,11	0,11
CHARGES D'EXPLOITATION Q (kN/m)				
SURCHARGE PLANCHER	q ₁	3,40		
	q ₂		1,59	1,59

A-2/ En déduire les schémas mécaniques

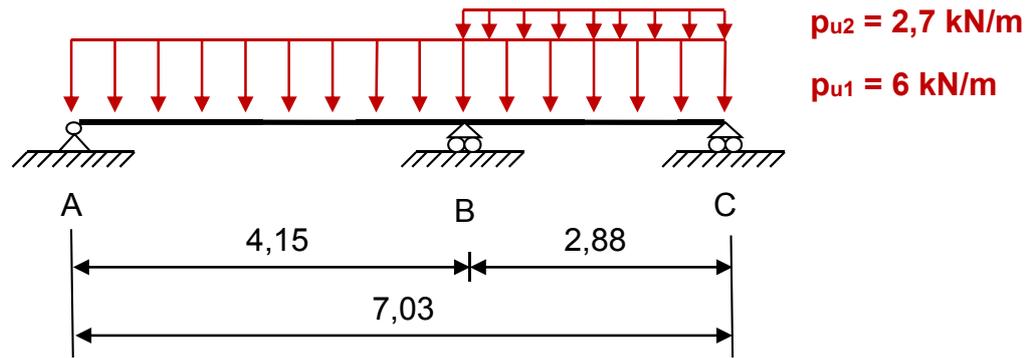
A-2.1/ Schéma mécanique du profilé IPE 200 avec uniquement les charges permanentes sans pondération.



A-2.2/ Schéma mécanique du profilé IPE 200 avec uniquement les charges variables sans pondération.



A-3/ Déterminer la valeur du moment fléchissant sur l'appui B.

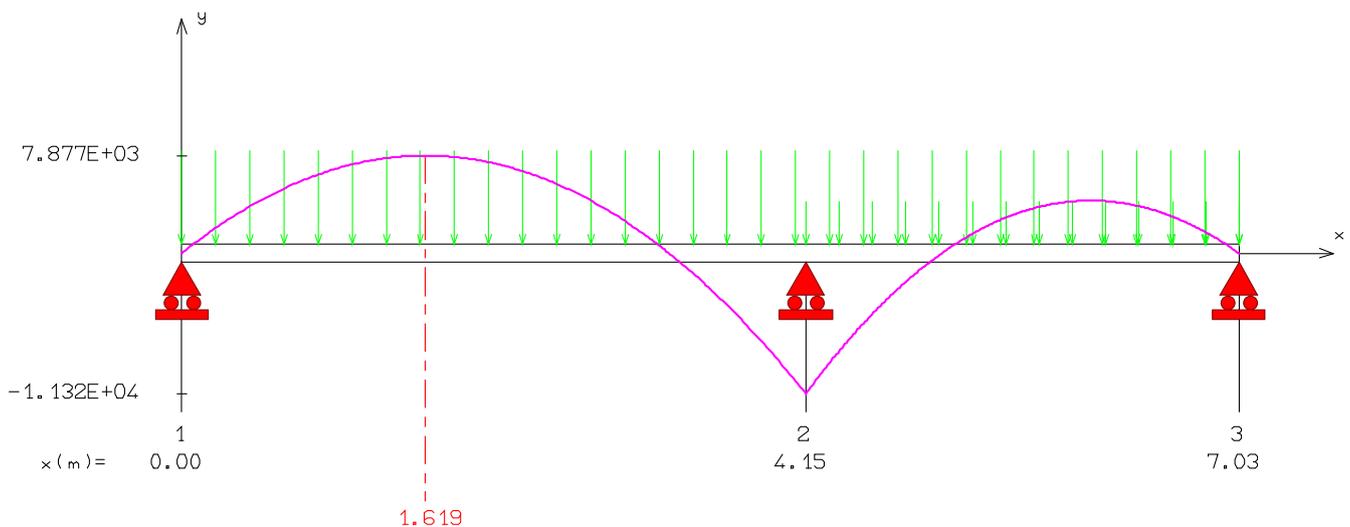


$$2(4,15 + 2,88) M_B = \frac{6}{24} (-8,70 \times 2,88^3 - 6 \times 4,15^3)$$

$$M_B = -11,32 \text{ kN.m}$$

A-4/ En prenant la valeur $M_B = -11,4 \text{ kN.m}$ et afin de vérifier la position et la valeur du moment fléchissant maximum, tracer sur le document DR 1 les diagrammes de l'effort tranchant et du moment fléchissant le long de la poutre en précisant toutes les valeurs particulières.

MOMENT FLECHISSANT [N.m]



A-5/ Déterminer la classe du profilé IPE 200.

CLASSE 1 car acier S235 en flexion.

A-6/ En retenant $M_{ED} = 11,4 \text{ kN.m}$ vérifier la condition de résistance du profilé IPE 200 énoncée ci-dessous selon l'article 6.2.5 de l'Eurocode 3. Conclure.

$$M_{Ed} < M_{C,Rd} = M_{pl,Rd}$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{220,6 \cdot 10^{-6} \times 235}{1,0} = 0,052 \text{ MN.m} \quad \text{OK!}$$

A-7/ Calculer la flèche $f_{p_{ser1}}$ au milieu de la travée [AB] sous le seul cas de chargement p_{ser1} à l'aide de l'expression ci-après :

$$f_{p_{ser1}} = -\frac{p_{ser1}}{384 EI} \cdot \left[5 L_1^4 - \frac{3 L_1^2 (L_1^3 + L_2^3)}{L_1 + L_2} \right]$$

$$f_{p_{ser1}} = -2,02 \text{ mm}$$

En déduire la flèche $f_{(p_{ser1}+p_{ser2})}$ due à l'ensemble du chargement auquel est soumis le profilé.

$$f_{(p_{ser1} + p_{ser2})} = -2,02 + 0,21 = -1,81 \text{ mm}$$

A-8/ Le cahier des charges impose une déformation maximale égale au 400^{ème} de la portée. Vérifier si cette condition est satisfaite. Conclure

$$f_{adm} = L/400 = 10,4 \text{ mm} \quad \text{OK !}$$

A-9/ Récapituler vos résultats quant au dimensionnement du profile IPE 200 vis-à-vis des conditions de résistance et de déformation puis conclure.

$$\text{RESISTANCE : } M_{Ed} < M_{C,Rd} = M_{pl,Rd}$$

$$\text{DEFORMATION: } f_{(p_{ser1} + p_{ser2})} < f_{adm}$$

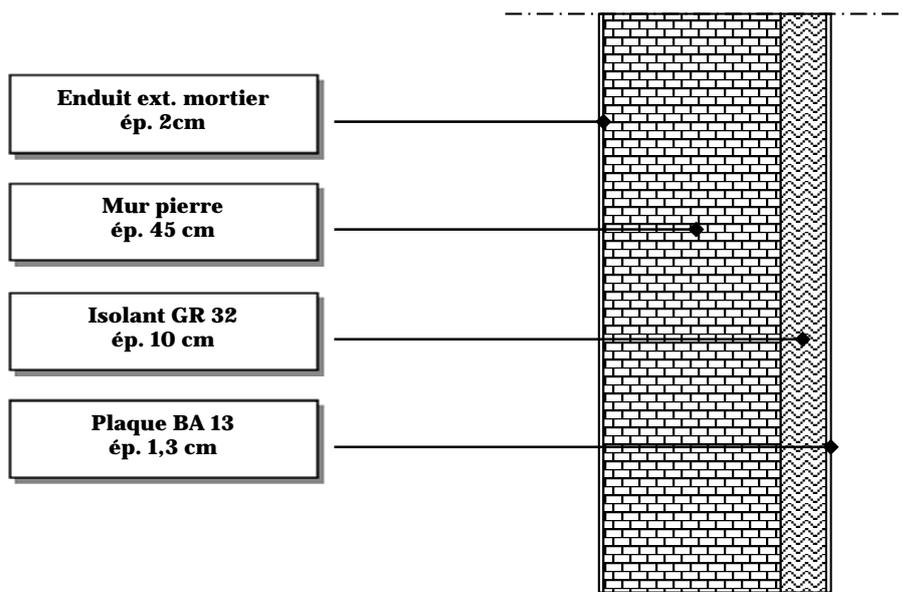
⇒ Le profilé IPE 200 est correctement dimensionné !

ETUDE B : THERMIQUE ET HYGROMETRIE

ETUDE D'UN MUR DE FACADE DU BATI EXISTANT – ISOLATION INTERIEURE

PARTIE B.1 : THERMIQUE

B-1.1/ Réaliser une coupe verticale (sans échelle mais en respectant les proportions) du mur de façade en faisant apparaître clairement les différents matériaux employés et leurs épaisseurs respectives.



B-1.2/ Déterminer la résistance thermique globale de la paroi.

Cette valeur respecte-t-elle les valeurs demandées par la RT Existant (Arrêté du 3 mai 2007) applicable à ce projet de rénovation ?

ELEMENTS	Epaisseur e (m)	Conductivité λ (W/m.K)	Résistance R (W/m ² .K)
Plaque BA 13	0,013	0,33	0,039
Isolant laine minérale	0,10	-	3,150
Mur en pierre	0,45	1	0,450
Enduit mortier	0,02	1,75	0,011
Résistances thermiques superficielles			0,17
TOTAL			3,82

RT Existant respectée !

B-1.3/ Calculer le flux de température dans la paroi pour une température intérieure de 19°C et extérieure de -5 °C.

$$\phi = \frac{\Delta \theta}{R} = \frac{24}{3,82} = 6,3 \text{ W / m}^2$$

B-1.4/ Calculer les températures aux différentes interfaces de matériaux.

• Température de surface intérieure :

$$\begin{aligned}\theta_i - \theta_{Si} &= R_{Si} \cdot \phi \\ \Rightarrow \theta_{Si} &= \theta_i - R_{Si} \cdot \phi \\ \theta_{Si} &= 19 - 0,13 \cdot 6,3 \\ \theta_{Si} &= 18,18 \text{ °C}\end{aligned}$$

• Température interface BA13/isolant :

$$\begin{aligned}\theta_{Si} - \theta_{BA13/isolant} &= R_{BA13} \cdot \phi \\ \Rightarrow \theta_{BA13/isolant} &= \theta_{Si} - R_{BA13} \cdot \phi \\ \theta_{BA13/isolant} &= 18,18 - 0,039 \cdot 6,3 \\ \theta_{BA13/isolant} &= 17,93 \text{ °C}\end{aligned}$$

• Température interface isolant/mur pierre :

$$\begin{aligned}\theta_{BA13/isolant} - \theta_{Pierre} &= R_{isolant} \cdot \phi \\ \Rightarrow \theta_{Pierre} &= \theta_{BA13/isolant} - R_{isolant} \cdot \phi \\ \theta_{Pierre} &= 17,93 - 3,15 \cdot 6,3 \\ \theta_{Pierre} &= -1,92 \text{ °C}\end{aligned}$$

• Température interface mur pierre/enduit extérieur :

$$\begin{aligned}\theta_{Pierre} - \theta_{Enduit\ ext\ \text{érieur}} &= R_{Pierre} \cdot \phi \\ \Rightarrow \theta_{Enduit\ ext\ \text{érieur}} &= \theta_{Pierre} - R_{Pierre} \cdot \phi \\ \theta_{Enduit\ ext\ \text{érieur}} &= -1,92 - 0,45 \cdot 6,3 \\ \theta_{Enduit\ ext\ \text{érieur}} &= -4,76 \text{ °C}\end{aligned}$$

• Température de surface extérieure:

$$\begin{aligned}\theta_{Enduit\ ext\ \text{érieur}} - \theta_{Se} &= R_{Enduit\ ext} \cdot \phi \\ \Rightarrow \theta_{Se} &= \theta_{Enduit\ ext\ \text{érieur}} - R_{Enduit\ ext} \cdot \phi \\ \theta_{Se} &= -4,76 - 0,011 \cdot 6,3 \\ \theta_{Se} &= -4,84 \text{ °C}\end{aligned}$$

B-1.5/ Tracer la courbe d'évolution des températures dans la paroi sur le document DR 2-a.

VOIR DR 2-a

PARTIE B.2 : HYGROMETRIE

B-2.1/ Retrouver à l'aide du tableau des valeurs de pressions saturantes et de températures aux interfaces des matériaux, les valeurs de pressions saturantes notées $p_{v,s}$ pour chaque intervalle.

ELEMENT	T (°C)	Pression $p_{v,sat}$ (Pa)
Température intérieure	19	2199
Température de surface intérieure	18	2068
Température interface BA13/isolant	17,5	2002,5
Température interface isolant/Pierres	- 2	518
Température interface Pierres/enduit extérieur	- 4,5	420
Température de surface extérieure	- 5	402
Température extérieure	- 5	402

B-2.2/ Tracer la courbe correspondant aux valeurs de pressions de vapeur saturante (en supposant que le diagramme est linéaire entre chaque composant de la paroi) sur le document DR 2-b.

VOIR DR 2-b

B-2.3/ Calculer les valeurs de résistance au passage de la vapeur d'eau des matériaux.

ELEMENTS	Epaisseur e (m)	Perméabilité π (10^{-8}) (g/m.s.Pa)	Résistance diffusion S_d ($m^2.s.Pa/g$)
Plaque BA 13	0,013	1,875	$0,007 \times 10^8$
Isolant laine minérale	0,10	11,5	$0,009 \times 10^8$
Mur en pierres	0,45	-	$0,357 \times 10^8$
Enduit mortier	0,02	0,932	$0,021 \times 10^8$
TOTAL			$0,394 \times 10^8$

B-2.4/ Calculer les valeurs de pression partielle intérieure ($p_{v,INT}$) et extérieure ($p_{v,EXT}$) .

$$p_{v,int} = 2199 \times 0,50 = 1099,5 \text{ Pa}$$

et

$$p_{v,ext} = 402 \times 0,80 = 321,6 \text{ Pa}$$

B-2.5/ Calculer la valeur du flux de vapeur d'eau traversant la paroi.

$$\varpi = \frac{\Delta p_v}{S_d}$$

$$\varpi = \frac{p_{v,int} - p_{v,ext}}{S_d} = \frac{1099,5 - 321,6}{0,394 \times 10^8} = 1974 \times 10^{-8}$$

B-2.6/ Calculer les valeurs de pression partielle p_v entre chaque matériau.

• Pression de vapeur plaque de plâtre :

$$p_{v_{\text{plâtre}}} = p_{v_i} - \varpi \cdot S_{d_{\text{plâtre}}}$$

$$p_{v_{\text{plâtre}}} = 1099,5 - 1974 \times 0,007$$

$$p_{v_{\text{plâtre}}} = 1085,7 \text{ Pa}$$

• Pression de vapeur isolant :

$$p_{v_{\text{isolant}}} = p_{v_{\text{plâtre}}} - \varpi \cdot S_{d_{\text{isolant}}}$$

$$p_{v_{\text{isolant}}} = 1085,7 - 1974 \times 0,009$$

$$p_{v_{\text{isolant}}} = 1067,9 \text{ Pa}$$

• Pression de vapeur mur pierre :

$$p_{v_{\text{mur pierre}}} = p_{v_{\text{isolant}}} - \varpi \cdot S_{d_{\text{mur pierre}}}$$

$$p_{v_{\text{mur pierre}}} = 1067,9 - 1974 \times 0,357$$

$$p_{v_{\text{mur pierre}}} = 363,2 \text{ Pa}$$

• Pression de vapeur enduit extérieur :

$$P_{v_{\text{enduit ext}}} = p_{v_{\text{mur pierre}}} - \varpi \cdot S_{d_{\text{enduit ext}}}$$

$$P_{v_{\text{enduit ext}}} = 363,2 - 1974 \times 0,021$$

$$P_{v_{\text{enduit ext}}} = 321,7 \text{ Pa}$$

B-2.7/ Tracer la courbe correspondant aux valeurs de pressions de vapeur partielle sur le document DR 2-b.

VOIR DR 2-b

B-2.8/ Existe-t-il une zone de condensation interne à la paroi ?

Si oui, où se situe-t-elle ?

Proposer une solution réaliste (aucun calcul demandé).

VOIR DR 2-b

ETUDE C : ETUDE ACOUSTIQUE

PARTIE C.1 : ISOLEMENT VIS A VIS DES BRUITS D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES

C-1.1/ En général, quelles parois d'un bâtiment sont principalement concernées par l'isolement aux bruits routiers ?

LES FACADES DU BATIMENT

C-1.2/ À l'aide de l'annexe C, déterminer pour le bâtiment étudié, la valeur minimale réglementaire de l'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,A,tr}$ réglementaire vis-à-vis des bruits d'infrastructures routières.

RUE EN TISSU OUVERT, CATEGORIE 4 , d = 200 m \Rightarrow $D_{nT,A,tr} = 30$ dB

PARTIE C.2 : ISOLATION DE LA MACONNERIE SEULE VIS A VIS DES BRUITS ROUTIERS

C-2.1/ Sachant que les pierres employées dans la réalisation des murs de façades ont une masse volumique de 1600 kg/m^3 , calculer la masse surfacique du support maçonnerie seule.

$$M_s = 1600 \times 0,45 \text{ (épaisseur mur R+1)} = 720 \text{ kg/m}^2$$

C-2.2/ À l'aide de la loi de masse (voir Annexe C), déterminer l'indice d'affaiblissement R_w+C_{tr} des parois en maçonnerie (seule) du bâtiment concernées par l'isolement aux bruits routiers.

$$[R_w+C_{tr}] = 63 \text{ dB}$$

PARTIE C.3 : ISOLATION DES LA PAROI COMPOSITE (MACONNERIE ET MENUISERIES) VIS A VIS DES BRUITS ROUTIERS

On s'intéresse toujours à la façade principale du bâtiment. Cette fois, on tiendra compte des menuiseries.

C-3.1/ La paroi étant composée de différents éléments (maçonnerie et menuiseries), déterminer son indice d'affaiblissement $[R_w+C_{tr}]_{résultant}$ en tenant compte des valeurs données ci-dessus et en vous aidant de l'annexe C.

$$\begin{aligned}
 6,93 \times 2,50 &= 17,33 \text{ m}^2 \\
 - 2 \text{ fenêtres : } 2 \times 0,87 \times 1,24 &- 2,16 \text{ m}^2 \\
 \text{Surface maçonnerie} &= 15,17 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Eléments	Résultat surface S_i (m ²)	Ri (dB)	$\frac{S_i}{10^{\frac{R_i}{10}}}$
Mur en pierres	15,17	63	$7,60 \cdot 10^{-6}$
2 Fenêtres 0,87 x 1,24 m	2,16	29	$2,72 \cdot 10^{-3}$
	17,33	$A = \sum \frac{S_i}{10^{\frac{R_i}{10}}}$	$2,73 \cdot 10^{-3}$

$$R_{w \text{ résultant}} = 10 \log \frac{S_p}{A} = 38 \text{ dB}$$

C-3.2/ Calculer alors la valeur de l'isolement normalisé $D_{nT,A,Tr}$ en comparant avec la valeur réglementaire. Conclure.

$$D_{nT,A,Tr} = [R_w + C_{tr}] + 10 \log \frac{0,32 V}{S} - 5$$

$$\begin{aligned}
 V &= 6,93 \times 2,62 \times 2,50 = 45,4 \text{ m}^3 \\
 S &= 17,33 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$D_{nT,A,Tr} = [R_w + C_{tr}] + 10 \log \frac{0,32 V}{S} - 5 = 32 \text{ dB} > 30 \text{ dB, OK}$$

PARTIE C.4 : INFLUENCE DU COMPLEXE DOUBLAGE SUR LES PERFORMANCES ACOUSTIQUES :

C-4.1/ En vous aidant de l'annexe C, déterminer la fréquence critique f_c du mur en maçonnerie seul (sans doublage).

$$f_c = \frac{64000}{e} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{E} \cdot (1 - \nu^2)}$$

$$f_c = 35,8 \text{ Hz}$$

C-4.2/ En prenant maintenant en considération le complexe de doublage, calculer alors la fréquence de résonance f_0 de l'ensemble 'mur en maçonnerie + doublage'.

$$f_0 = 84 \cdot \sqrt{\frac{1}{e_{\text{AIR}}} \cdot \left(\frac{1}{M1} + \frac{1}{M2} \right)}$$

$$f_0 = 235 \text{ Hz}$$

C-4.3/ Comparer les résultats précédents (questions C-4.1/ et C-4.2/) puis conclure quant à l'influence du complexe de doublage sur les performances acoustiques de la façade sud (Espace jeux/télé).

$$f_0 < 350 \text{ Hz}$$

$$f_0 > f_c$$