

SECURITE PARASISMIQUE

VÉRIFICATION DE LA SÉCURITÉ PARASISMIQUE

SELON CAHIER TECHNIQUE SIA 2018

RÉSISTANCE PARASISMIQUE D'UNE CONSTRUCTION EXISTANTE



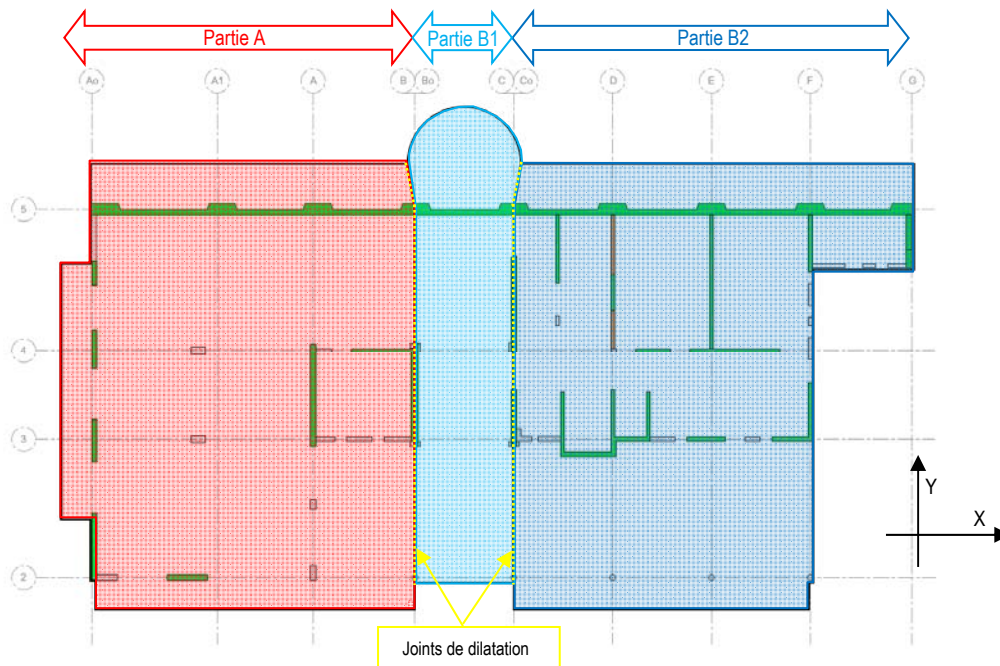
Source : <https://www.avalems.ch>

CO selon norme SIA	: <input type="checkbox"/> I (immeuble privé) <input checked="" type="checkbox"/> II (immeuble ou halle publique, etc.) <input type="checkbox"/> III (Lifeline)
Type de projet	: Etablissement Médico-Social à Troistorrents
Date de construction	: 1992
Commune et adresse du projet	: Foyer les 3 Sapins, Route du Village 5, 1872 Troistorrents
No. parcelle ; [coord. Nationales]	: 3309 ; [2'559'709 / 1'119'768]
Altitude du projet	: 765 m.s.m.
Maître de l'ouvrage (M.O.)	: Commune de Troistorrents Place du Village 26 Case postale 65 1872 Troistorrents. administration@troistorrents.ch
Auteur de l'expertise sismique	: Sollertia – groupe d'ingénieurs Rue du Coppet 14 1870 Monthey monthey@sollertia.ch

1. Introduction

La Commune de Troistorrens souhaite évaluer la conformité parasismique du Foyer « Les 3 Sapins » à Troistorrens vis-à-vis des normes sismiques actuelles. Le but de l'étude est l'analyse et la vérification de la sécurité parasismique de la construction existante, ceci afin de déterminer la nécessité d'un confortement parasismique.

La construction est divisée sur toute sa hauteur en 3 parties distinctes (A, B1 et B2), séparées par des joints d'une épaisseur de 1 cm. De ce fait, l'analyse parasismique doit être établie pour chaque partie individuellement.



2. Données de base

2.1. Liste de plans à disposition

Désignation	Type	No	Date
Situation géomètre officiel	Plan d'ingénieur	1885-1	05.04.1988
Profils I à IV	Plan d'ingénieur	1885-2	05.04.1988
Situation schématique pieux	Plan d'ingénieur	1885-3	
Coupe schématique pieux	Plan d'ingénieur	1885-4	

BATIMENT A			
Désignation	Type	No	date
Passage sur dépôt	Coffrage + Armature	1885-45	07.04.1992
Verrière chapelle	Coffrage + Armature	1885-46	30.04.1992
Extention dépôt	Coffrage + Armature	1885-47	13.01.1992
Dépôt sur PC II plan murs au rez + dalle dépôt (rampe)	Coffrage	1885-48	20.01.1992
Dépôt sur PC II dalle sur dépôt (rampe)	Coffrage + Armature	1885-49	04.11.1991
Dépôt sur PC II escalier dépôt	Coffrage + Armature	1885-50	05.10.1991
Elévations au rez V12+M9+10+11+12+P6+7+8+9+T1+2	Coffrage + Armature	1885-51	20.01.1992
Elévations au rez V10+11+M7+8	Coffrage + Armature	1885-52	29.11.1991
Dalle sur le rez + empl elts b.a au 1er	Coffrage	1885-53	07.04.1992
Dalle sur rez	Armature	1885-54	20.02.1992
Murs au 1er : Vue en plan	Coffrage	1885-55	30.01.1992
Murs au 1er : Elév A-A à H-H	Coffrage	1885-56	14.04.1993
Murs au 1er : Elév A-A à H-H	Armature	1885-57	14.04.1993

Dalle sur 1er	Armature	1885-59	21.02.1992
Murs au 2ème : Vue en plan	Coffrage	1885-60	05.02.1992
Murs au 2ème : Elév A-A à F-F	Coffrage	1885-61	05.02.1992
Murs au 2ème : Elév A-A à F-F	Armature	1885-62	20.02.1992
Dalle sur 2ème + empl b.a au 3ème	Coffrage	1885-63	21.02.1992
Dalle sur 2ème	Armature	1885-64	21.02.1992
Murs au 3ème : Vue en plan	Coffrage	1885-65	18.02.1992
Murs au 3ème : Elév A-A à G-G	Coffrage	1885-66	18.02.1992
Murs au 3ème : Elév A-A à G-G	Armature	1885-67	21.02.1992
Dalle sur 3ème + empl b.a aux combles	Coffrage	1885-68	12.02.1992
Dalle sur 3ème	Armature	1885-69	20.02.1992
Murs aux combles : Vue en plan	Coffrage	1885-70	12.02.1992
Murs aux combles : Elév A-A à G-G	Coffrage	1885-71	12.02.1992
Murs aux combles : Elév A-A à G-G	Armature	1885-72	20.02.1992
Dalle sur combles + elt b.a aux surcombles	Coffrage	1885-73	12.02.1992
Dalle sur combles	Armature	1885-74	20.02.1992

BATIMENT B (y compris B1 et B2)			
Désignation	Type	No	Date
Murs au rez : Vue en plan	Coffrage	1885-7	27.09.1990
Murs au rez : Elév A-A à I-I	Coffrage	1885-8	27.09.1990
Murs au rez : Elév J-J à L-L	Coffrage	1885-9	30.07.1990
Murs au rez : Elév A-A à I-I	Armature	1885-10	17.07.1990
Murs au rez : Elév J-J à L-L	Armature	1885-11	18.07.1990
Pilier métallique au rez		1885-12	27.09.1990
Escalier + Pallier du rez	Coffrage - Armature	1885-13	15.04.1993
Dalle sur le rez	Coffrage	1885-14	27.09.1990
Dalle sur le rez	Armature	1885-15	22.08.1990
Murs au 1er : Elév A-A à L-L	Coffrage	1885-16	25.03.1991
Murs au 1er : Elév A-A à L-L	Armature	1885-17	24.09.1990
Murs au 1er : Vue en plan	Coffrage	1885-18	14.04.1993
Dalle sur le 1er	Coffrage	1885-19	25.03.1991
Dalle sur le 1er	Armature	1885-20	05.10.1990
Murs au 2ème : Elév A-A à J-J	Coffrage	1885-21	08.04.1991
Murs au 2ème : Elév A-A à J-J	Armature	1885-22	09.04.1991
Murs au 2ème : Vue en plan	Coffrage	1885-23	25.03.1991
Dalle sur 2ème + passerelle d'accès	Coffrage	1885-24	26.09.1990
Dalle sur 2ème + passerelle d'accès	Armature	1885-25	28.11.1990
Murs au 3ème : Elév A-A à K-K	Coffrage	1885-26	09.04.1991
Murs au 3ème : Elév A-A à K-K	Armature	1885-27	08.04.1991
Murs au 3ème : vue en plan + palier au 3ème	Coffrage	1885-28	08.04.1991
Dalle sur 3ème	Coffrage	1885-29	23.04.1991
Dalle sur 3ème	Armature	1885-30	25.04.1991
Murs au combles : Elév A-A à K-K	Coffrage	1885-31	07.05.1991
Murs au combles : Elév A-A à K-K	Armature	1885-32	07.05.1991
Murs au combles : Vue en plan	Coffrage	1885-33	23.04.1991
Escalier : Paillasse 1er + 2ème + combles : liste de fer		1885-34	
Dalle sur combles + Elév aux sur-combles	Coffrage	1885-35	04.09.1991
Dalle sur combles + Elév aux sur-combles	Armature	1885-36	20.05.1991
Couverture b.a : cage ascenseur	Coffrage + Armature	1885-38	26.06.1991
Modification murs au 1er	Coffrage + Armature	1885-39	18.04.1991
Modification murs au 2ème	Coffrage + Armature	1885-40	08.04.1991

2.2. Qualité des données de base disponibles

- **Faible** (peu ou pas de plan d'exécution à disposition, incertitudes résiduelles sur le comportement effectif de la structure en cas de séisme majeur, incertitudes résiduelles sur les hypothèses admises pour les calculs et sur la qualité de la construction, ...)
- **Bonne** (Pas tous les plans d'exécution à disposition mais peu d'incertitudes résiduelles sur les hypothèses admises pour les calculs et sur la qualité de la construction lors de l'exécution,...)
- **Très bonne** (plans d'exécution à disposition, bonne connaissance de l'ouvrage, bonnes certitudes sur les hypothèses admises pour les calculs et sur la qualité de la construction lors de l'exécution, ...)

2.3. Complexité de la construction

- **Construction simple** (régularité géométrique en plan et en élévation; système statique simple et clair; construction n'ayant pas subi de transformation,...)
- **Construction complexe** (Asymétries en plan ou en élévation, construction ayant peut être déjà subi une transformation ou un agrandissement, système statique complexe,...)
- **Construction très complexe** (Asymétries en plan ou en élévation, construction ayant déjà subi plusieurs transformations ou agrandissements, système statique difficile à cerner et très complexe, ...)

Remarque :

La présence de joints de dilatation séparant les trois corps A, B1 et B2 du bâtiment implique que chaque partie se comporte de manière indépendante en cas de séisme et l'étude de leur résistance respective doit se faire séparément.

2.4. Références normatives particulières

- SIA 260, 261, 262, 266, 269.2, 269.6-2 (Zurich 2003, 2011)
- Cahier technique SIA 2018

3. Description de l'ouvrage

3.1. Historique

- Année de construction : 1ère étape, partie B (y c. B1 et B2), en 1991. 2ème étape, partie A, en 1992.
- Phases de construction : Construction en 2 phases selon les 2 étapes de construction.
- Aucune modification du système porteur depuis la construction.

3.2. Description état existant

- Type d'occupation de l'ouvrage : Etablissement Médico-Social

- Classe d'ouvrage : COII

- Nombre d'étages : **Partie A** : 8 étages dont 2 sous-sols enterrés
Partie B1 : 8 étages dont 2 sous-sol enterrée
Partie B2 : 8 étages dont 2 sous-sol enterrée

- | | | | |
|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| - Hauteur des étages | Partie A | Partie B1 | Partie B2 |
| | Sous-sol 2 : 2.95 m. | Sous-sol 2 : 2.95 m. | Sous-sol 2 : 2.95 m. |
| | Sous-sol 1 : 2.90 m. | Sous-sol 1 : 2.90 m. | Sous-sol 1 : 2.90 m. |
| | Rez-de-chaus. : 3.99 à 4.64 m. | Rez-de-chaus. : 3.99 m. | Rez-de-chaus. : 3.99 m. |
| (Entraxes des dalles) | 1 ^{er} étage : 2.89 m. | 1 ^{er} étage : 2.89 m. | 1 ^{er} étage : 2.89 m. |
| | 2 ^{ème} étage : 2.79 m. | 2 ^{ème} étage : 2.79 m. | 2 ^{ème} étage : 2.79 m. |
| | 3 ^{ème} étage : 3.09 m. | 3 ^{ème} étage : 3.09 m. | 3 ^{ème} étage : 3.09 m. |
| | Combles : 2.79 m. | Combles : 2.79 m. | Combles : 2.79 m. |
| | Surcombles : ~ 2.30 m. | Surcombles : ~ 2.30 m. | Surcombles : ~ 2.30 m. |

- Hauteur de l'ouvrage hors terre : **Partie A** : 17.85 m.
Partie B1 : 17.85 m.
Partie B2 : 17.85 m.
- Nombre de sous-sol : 2 sous-sols enterrés pour l'ensemble de l'ouvrage
- Longueur de l'ouvrage : 43.4 m (maximale)
Longueur par partie : **Partie A** : 17.9 m.
Partie B1 : 5.0 m.
Partie B2 : 20.5 m.
- Largueur de l'ouvrage : 20.6 m (maximale)
Largueur par partie : **Partie A** : 20.6 m.
Partie B1 : 18.9 m.
Partie B2 : 20.6 m.
- Géométrie en plan : rectangulaire
- Présence de constructions voisines : oui, les différentes parties du complexe sont séparées par des joints de dilatation de 10 mm d'épaisseur.

L'étude sismique, par souci de clarté, sera divisée dans les 3 parties :

- **Partie A** (côté ouest)
- **Partie B1** (partie centrale, verrière)
- **Partie B2** (coté est)

3.3 Durée d'utilisation après transformation/agrandissement

La durée d'utilisation après intervention, conformément à la convention d'utilisation, est de **40 ans**. Les valeurs limites des facteurs de réduction en application du tableau 2 du cahier technique SIA 2018 sont les suivantes :

- $\alpha_{\text{adm}} = 0,72$
- $\alpha_{\text{min}} = 0,25$

4. Description de la structure porteuse

PARTIE A

4.1. Structure porteuse état existant

- Structures porteuses verticales pour charges de gravité :
 - Au sous-sol : murs en béton armé ép. de 20 cm à 30 cm
 - Au RDC et étages : murs en béton armé ép. de 13 à 30 cm et murs en maçonnerie de parpaings ép. de 15 à 18 cm.
 - Au RDC : colonnes en béton armé circulaires, diam. 20 cm.
- Nature des planchers : dalles pleines en béton armé de 19 cm.
- Présence de demi-niveaux : ☐ oui ☒ non

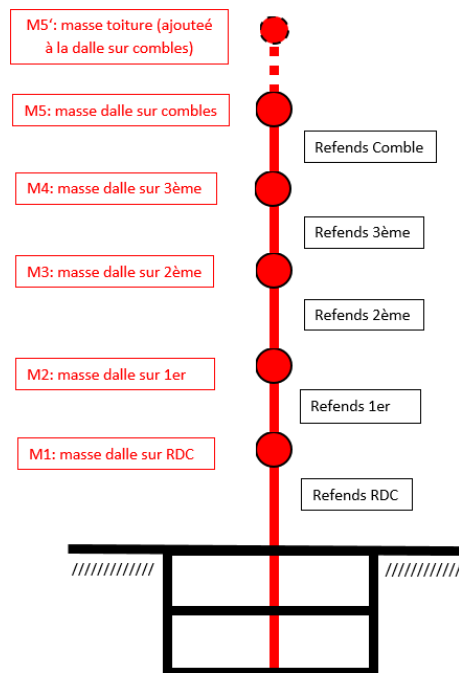
4.2. Structure porteuse pour la reprise des forces sismiques

- Niveau d'encastrement admis : Dalle sur sous-sol
- Positions des sections contrôlées pour la vérification de la sécurité structurale : 2 zones de contrôle :
 - Au niveau dalle sur sous-sol
 - Au niveau dalle sur RDC
- Refends prévues pour la reprise des sollicitations sismiques : Cf. Annexe A : Plans refends parasismiques

Après vérification sur toute la hauteur du bâtiment, les refends niveau déterminant pour la détermination du facteur de conformité du bâtiment sont le rez-de-chaussée et le 1^{er} étage. Ainsi, les refends de contrôle sont listés ci-dessous :

Etage	Refend	Matériel	Sens	lw mm	tw mm	hw mm	Elancement
RDC	A.R.RX1	béton	X	16400	300	3990	13.3
	A.R.RX2	béton	X	3200	200	3990	20.0
	A.R.RX3	béton	X	2050	300	3990	13.3
	A.R.RY1	béton	Y	3550	250	3990	16.0
	A.R.RY2	béton	Y	1950	250	3990	16.0
	A.R.RY3	béton	Y	2150	250	3990	16.0
	A.R.RY4	béton	Y	3400	250	3990	16.0
	A.R.RY5	béton	Y	5200	300	3990	13.3
	A.R.RY6	béton	Y	4500	200	3990	20.0
1er	A.1.RX1	maçonnerie	X	5800	180	2890	16.1
	A.1.RX2	maçonnerie	X	1750	180	2890	16.1
	A.1.RX3	maçonnerie	X	1250	180	2890	16.1
	A.1.RY1	béton armé	Y	1000	180	2890	16.1
	A.1.RY2	béton armé	Y	1800	180	2890	16.1
	A.1.RY3	béton armé	Y	1000	180	2890	16.1
	A.1.RY4	béton armé	Y	2100	230	2890	12.6
	A.1.RY5	béton armé	Y	2500	150	2890	19.3

- Système dynamique considéré



PARTIE B1

4.1. Structure porteuse état existant

- Structures porteuse verticale pour charges de gravité :
 - Au sous-sol : murs en béton armé ép. de 20 cm à 30 cm
 - Au RDC et aux : murs en béton armé ép. de 13 à 30 cm et murs en maçonnerie de parpaings ép. de 15 à 18 cm.
 - Au RDC : colonnes en béton armé, dia. 20 cm.
- Nature des planchers : dalles pleines en béton armé de 19 cm.
- Présence de demi-niveaux : ☐ oui ☒ non

4.2. Structure porteuse pour la reprise des forces sismiques

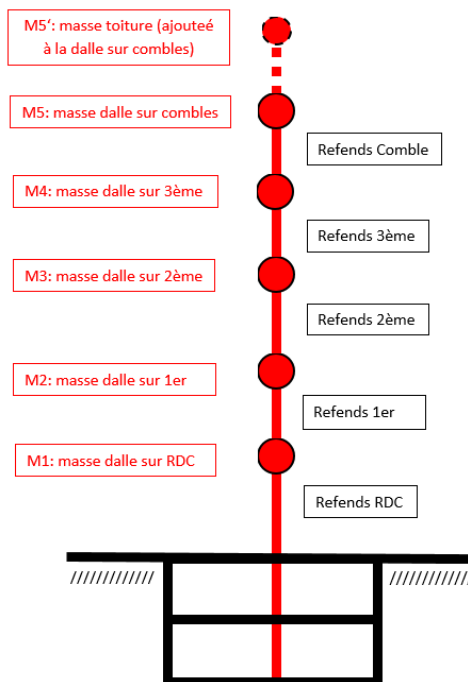
- Niveau d'encastrement admis : Dalle sur sous-sol
- Positions des sections contrôlées pour la vérification de la sécurité structurale : 2 zones de contrôle :
 - Au niveau dalle sur sous-sol
 - Au niveau dalle sur RDC
- Refends prévues pour la reprise des sollicitations sismiques : Cf. Annexe A : Plans refends parasismiques

Après vérification sur toute la hauteur du bâtiment, les refends niveau déterminant pour la détermination du facteur de conformité du bâtiment sont le rez-de-chaussée et le 1^{er} étage. Ainsi, les refends de contrôle sont listés ci-dessous :

Étage	Refend	Matériau	Sens	lw mm	tw mm	hw mm	Elancement
RDC	B1.R.RX1	béton	X	5000	300	3990	13.3
	B1.R.RY1	béton	Y	5200	160	3990	24.9
	B1.R.RY2	béton	Y	4800	130	3990	30.7
	B1.R.RY3	béton	Y	2850	130	3990	30.7
1er	B1.1.RY1	béton	Y	2500	150	2890	19.3
	B1.1.RY2	béton	Y	2500	150	2890	19.3
	B1.1.RY3		Y	2500	130	2890	22.2

Remarque importante : Ce corps de bâtiment ne comporte pas d'éléments de stabilisation parasismique dans le sens X (à partir du 1^{er} étage. Sa résistance parasismique (facteur de conformité α_{eff}) dans cette direction sera donc inférieure à 0.10.

- Système dynamique considéré :



PARTIE B2

4.1. Structure porteuse état existant

- Structures porteuse verticale pour charges de gravité :
 - Au sous-sol : murs en béton armé ép. de 20 cm à 30 cm
 - Au RDC et aux : murs en béton armé ép. de 13 à 30 cm et murs en maçonnerie de parpaings ép. de 15 à 18 cm.
 - Au RDC : colonnes en béton armé, dia. 20 cm.
- Nature des planchers : dalles pleines en béton armé de 19 cm.
- Présence de demi-niveaux : ☐ oui ☒ non

4.2. Structure porteuse pour la reprise des forces sismiques

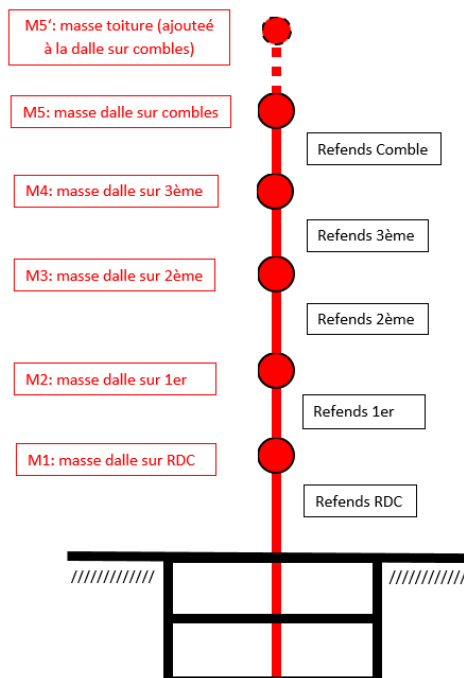
- Niveau d'encastrement admis : Dalle sur sous-sol
- Positions des sections contrôlées pour la vérification de la sécurité structurale : 2 zones de contrôle :
 - Au niveau dalle sur sous-sol
 - Au niveau dalle sur RDC
- Refends prévues pour la reprise des sollicitations sismiques : Cf. Annexe A : Plans refends parasismiques

Après vérification sur toute la hauteur du bâtiment, les refends niveau déterminant pour la détermination du facteur de conformité du bâtiment sont le rez-de-chaussée et le 1^{er} étage. Ainsi, les refends de contrôle sont listés ci-dessous :

Etage	Refend	Matériel	Sens	lw mm	tw mm	hw mm	Elancement -
RDC	B2.R.RX1	béton	X	2015	300	3990	13.3
	B2.R.RX2	béton	X	1750	200	3990	20.0
	B2.R.RX3	béton	X	4550	200	3990	20.0
	B2.R.RX4	béton	X	2800	250	3990	16.0
	B2.R.RX5	béton	X	1600	200	3990	20.0
	B2.R.RX6	béton	X	1950	200	3990	20.0
	B2.R.RX7	béton	X	1850	200	3990	20.0
	B2.R.RY1	béton	Y	2850	140	3990	28.5
	B2.R.RY2	béton	Y	4800	140	3990	28.5
	B2.R.RY3	béton	Y	3450	180	3990	22.2
	B2.R.RY4	béton	Y	1950	180	3990	22.2
	B2.R.RY5	béton	Y	1800	200	3990	20.0
	B2.R.RY6	béton	Y	3000	180	3990	22.2
	B2.R.RY7	béton	Y	6750	180	3990	22.2
	B2.R.RY8	béton	Y	2850	200	3990	20.0
	B2.R.RY9	béton	Y	2650	300	3990	13.3
	B2.R.RY10	béton	Y	3050	180	3990	22.2
	B2.R.RY11	béton	Y	2400	180	3990	22.2
	B2.R.RY12	béton	Y	2300	180	3990	22.2
	B2.R.RY13	béton	Y	2750	200	3990	20.0

Etage	Refend	Matériel	Sens	lw mm	tw mm	hw mm	Elancement
1er	B2.1.RX1	maçonnerie	X	3550	180	2890	16.1
	B2.1.RX2	maçonnerie	X	4800	180	2890	16.1
	B2.1.RX3	maçonnerie	X	2150	180	2890	16.1
	B2.1.RX4	maçonnerie	X	1850	180	2890	16.1
	B2.1.RX5	béton	X	2450	180	2890	16.1
	B2.1.RX6	maçonnerie	X	2550	180	2890	16.1
	B2.1.RX7	maçonnerie	X	1850	180	2890	16.1
	B2.1.RY1	béton armé	Y	2400	150	2890	19.3
	B2.1.RY2	maçonnerie	Y	2500	130	2890	22.2
	B2.1.RY3	maçonnerie	Y	3750	180	2890	16.1
	B2.1.RY4	maçonnerie	Y	7000	180	2890	16.1
	B2.1.RY5	béton armé	Y	2600	180	2890	16.1
	B2.1.RY6	béton armé	Y	3400	180	2890	16.1
	B2.1.RY7	maçonnerie	Y	3300	180	2890	16.1
	B2.1.RY8	maçonnerie	Y	2400	180	2890	16.1
	B2.1.RY9	maçonnerie	Y	3300	180	2890	16.1
	B2.1.RY10	maçonnerie	Y	2300	230	2890	12.6

- Système dynamique considéré :



5. Caractéristiques mécaniques des contreventements (valables pour les 3 parties A, B1 et B2)

Béton CP 300 kg/m³ avec augmentation de la résistance dans le temps selon SIA 269-2

$$\begin{aligned} f_{cd} &= 17 \text{ N/mm}^2 \\ E_{cm} &= 27'800 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ck} &= 26 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Acier d'armature III selon CT2018 :

$$\begin{aligned} \text{classe de ductilité} &: B \\ f_{sd} &: 390 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Maçonnerie de parpaings :

$$\begin{aligned} \text{Facteur de conversion sorte de maçonnerie} &: \eta_1 = 1 \\ \text{Facteur de conversion charge} &: \eta_2 = 1 \\ \text{Facteur de conversion joints} &: \eta_3 = 1 \\ \text{Facteur partiel} &: \gamma_M = 2 \\ \text{Valeurs caract. résistance à la compression joints d'assise} &: f_{xk} = 7 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Valeurs de calcul résistance à la compression joints d'assise} &: f_{xd} = 3.5 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Valeurs de calcul résistance à la compression joints verticaux} &: f_{yd} = 1.05 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Valeur caract. module d'élasticité joint d'assise} &: E_{xk} = 7'000 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Valeur de calcul module d'élasticité joint d'assise} &: E_{xd} = 3'500 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Valeur caract. coeff. de poisson} &: G_k = 2'800 \text{ N/mm}^3 \\ \text{Valeur de calcul frottement interne joints d'assise} &: \mu_d = 0.6 \\ \text{Coefficient de réponse structurale} &: q = 1.5 \text{ (maçonnerie)} \end{aligned}$$

6. Masses admises pour le calcul

PARTIE A

Tableau récapitulatif des éléments porteurs, non porteurs et charges utiles considérés pour le calcul des masses

Eléments de construction		Poids propre, G kN/m ²	γ_g -	$\gamma_g \cdot G$ kN/m ²
\$Toiture	Structure et couverture	0.5	1	0.5
	Total :			0.5
Dalle sur combles	Revêtement, 2 cm	0.4	1	0.4
	Chape, 4 cm	0.8	1	0.8
	Isolation, 4 cm	admis = 0	1	0
	Dalle B.A. ép. 19 cm	4.75	1	4.75
	Total :			5.95
Dalle sur 3 ^{ème} étage / dalle sur 2 ^{ème} étage / dalle sur 1 ^{er} étage / dalle sur RdC	Revêtement, 2 cm	0.4	1	0.4
	Chape, 4 cm	0.8	1	0.8
	Isolation, 4 cm	admis = 0	1	0
	Dalle B.A. ép. 19 cm	4.75	1	4.75
	Total :			5.95

Dalle	Descriptif	Poids propre, G <i>kN/m²</i>	γ_g -	$\gamma_g \cdot G$ <i>kN/m²</i>
Charge rapportées à la surface de la dalle sur combles	Murs porteurs intérieurs et façades et murs de galandages	1.0	1	1.0
Charge rapportées à la surface de la dalle sur 3 ^{ème} étage / dalle sur 2 ^{ème} étage / dalle sur 1 ^{er} étage / dalle sur sur RdC	Murs porteurs intérieurs et façades et murs de galandages	3.0	1	3.0

Charges utiles selon SIA 261	Catégorie	q_r <i>kN/m²</i>	ψ_{21} -	$\psi_{21} \cdot q_r$ <i>kN/m²</i>
Locaux immeubles	A1	2	0.3	0.6
Balcons	A2	3	0.3	0.9
Toiture non accessibles	H	0.4	0	0
Neige	-	0.92	0	0

- Répartition des masses par étage :
Niveau d'encastrement admis : Dalle sur sous-sol

Etage	Masse exprimée [kN]	Masse exprimée [kN]
	Répartition effective	Répartition pour calcul
Dalle sur combles (y c. masse toiture)	2'943	2'943
Dalle sur 3 ^{ème}	3'313	3'313
Dalle sur 2 ^{ème}	3'326	3'326
Dalle sur 1 ^{er}	3'381	3'381
Dalle sur RdC	3'534	3'534
Total en kN	16'497	16'497

PARTIE B1

Tableau récapitulatif des éléments porteurs, non porteurs et charges utiles considérés pour le calcul des masses

Eléments de construction		Poids propre, G <i>kN/m²</i>	γ_g -	$\gamma_g \cdot G$ <i>kN/m²</i>
Toiture	Structure et couverture	0.5	1	0.5
	<i>Total :</i>			0.5
Dalle sur combles	Revêtement, 2 cm	0.4	1	0.4
	Chape, 4 cm	0.8	1	0.8
	Isolation, 4 cm	admis = 0	1	0
	Dalle B.A. ép. 19 cm	4.75	1	4.75
	<i>Total :</i>			5.95
Dalle sur 3 ^{ème} étage / dalle sur 2 ^{ème} étage / dalle sur 1 ^{er} étage / dalle sur sur RdC	Revêtement, 2 cm	0.4	1	0.4
	Chape, 4 cm	0.8	1	0.8
	Isolation, 4 cm	admis = 0	1	0
	Dalle B.A. ép. 19 cm	4.75	1	4.75
	<i>Total :</i>			5.95

Dalle	Descriptif	Poids propre, G <i>kN/m²</i>	γ_g -	$\gamma_g \cdot G$ <i>kN/m²</i>
Charge rapportées à la surface de la dalle sur combles	Murs porteurs intérieurs et façades et murs de galandages	0.5	1	0.5
Charge rapportées à la surface de la dalle sur 3 ^{ème} étage / dalle sur 2 ^{ème} étage / dalle sur 1 ^{er} étage / dalle sur sur RdC	Murs porteurs intérieurs et façades et murs de galandages	4.5	1	4.5

Charges utiles selon SIA 261	Catégorie	q_r <i>kN/m²</i>	Ψ_{21} -	$\Psi_{21} \cdot q_r$ <i>kN/m²</i>
Locaux immeubles	A1	2	0.3	0.6
Balcons	A2	3	0.3	0.9
Toiture non accessibles	H	0.4	0	0
Neige	-	0.92	0	0

- Répartition des masses par étage :
Niveau d'encastrement admis : Dalle sur sous-sol

Etage	Masse exprimée [kN]	Masse exprimée [kN]
	Répartition effective	Répartition pour calcul
Dalle sur combles (y c. masse toiture)	647	647
Dalle sur 3 ^{ème}	798	798
Dalle sur 2 ^{ème}	921	921
Dalle sur 1 ^{er}	1'012	1'012
Dalle sur RdC	1'062	1'062
Total en kN	4'440	4'440

PARTIE B2

Tableau récapitulatif des éléments porteurs, non porteurs et charges utiles considérés pour le calcul des masses

Eléments de construction		Poids propre, G <i>kN/m²</i>	γ_g -	$\gamma_g \cdot G$ <i>kN/m²</i>
Toiture	Structure et couverture	0.5	1	0.5
	<i>Total :</i>			0.5
Dalle sur combles	Revêtement, 2 cm	0.4	1	0.4
	Chape, 4 cm	0.8	1	0.8
	Isolation, 4 cm	admis = 0	1	0
	Dalle B.A. ép. 19 cm	4.75	1	4.75
	<i>Total :</i>			5.95
Dalle sur 3 ^{ème} étage / dalle sur 2 ^{ème} étage / dalle sur 1 ^{er} étage / dalle sur sur RdC	Revêtement, 2 cm	0.4	1	0.4
	Chape, 4 cm	0.8	1	0.8
	Isolation, 4 cm	admis = 0	1	0
	Dalle B.A. ép. 19 cm	4.75	1	4.75
	<i>Total :</i>			5.95

Dalle	Descriptif	Poids propre, G <i>kN/m²</i>	γ_g -	$\gamma_g \cdot G$ <i>kN/m²</i>
Charge rapportées à la surface de la dalle sur combles	Murs porteurs intérieurs et façades et murs de galandages	1.0	1	1.0
Charge rapportées à la surface de la dalle sur 3 ^{ème} étage / dalle sur 2 ^{ème} étage / dalle sur 1 ^{er} étage / dalle sur sur RdC	Murs porteurs intérieurs et façades et murs de galandages	3.0	1	3.0

Charges utiles selon SIA 261	Catégorie	q_r <i>kN/m²</i>	Ψ_{2i} -	$\Psi_{2i} \cdot q_r$ <i>kN/m²</i>
Locaux immeubles	A1	2	0.3	0.6
Balcons	A2	3	0.3	0.9
Toiture non accessibles	H	0.4	0	0
Neige	-	0.92	0	0

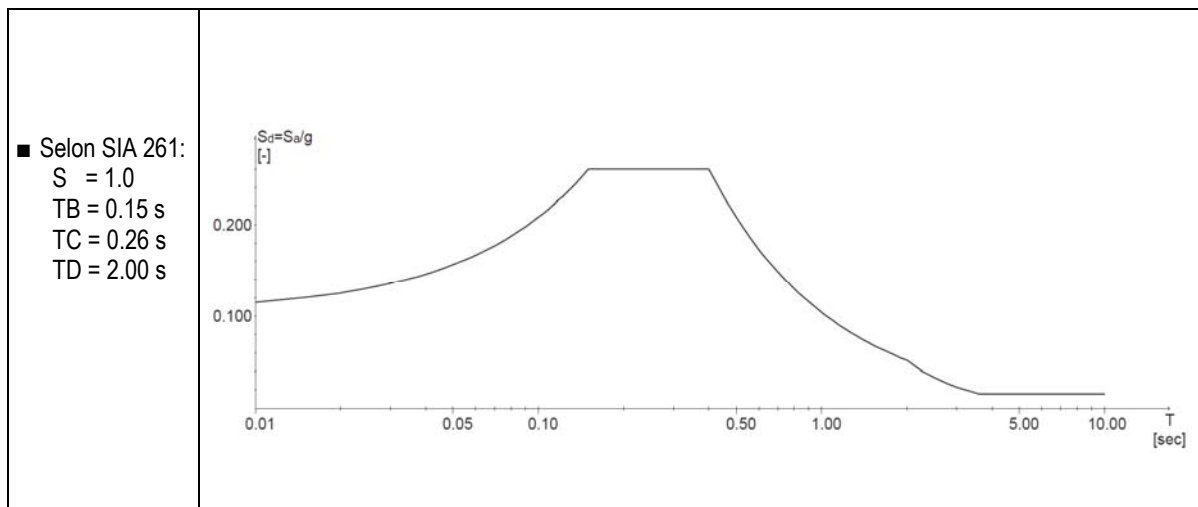
- Répartition des masses par étage :
Niveau d'encastrement admis : Dalle sur sous-sol

Etage	Masse exprimée [kN]	Masse exprimée [kN]
	Répartition effective	Répartition pour calcul
Dalle sur combles (y c. masse toiture)	2'260	2'260
Dalle sur 3 ^{ème}	3'037	3'037
Dalle sur 2 ^{ème}	2'972	2'972
Dalle sur 1 ^{er}	3'031	3'031
Dalle sur RdC	3'931	3'931
Total en kN	15'231	15'231

7. Paramètres des calculs parasismiques selon la norme SIA 261 (valables pour les 3 parties A, B1 et B2)

- Zone de risque sismique : 3a
 $a_{gd} = 1.3 \text{ m/s}^2$
- Classe d'ouvrage : **CO II**
- Facteur d'importance : $\gamma_f = 1.20$
- Classe de sol de fondation ou spectre selon microzonage : Classe de sol **A** - $S = 1.0$
Défini sur la base de : ☐ site internet : map.geoadmin.ch
- Choix du comportement de la structure : **q = 1.5** (maçonnerie de parpaings)

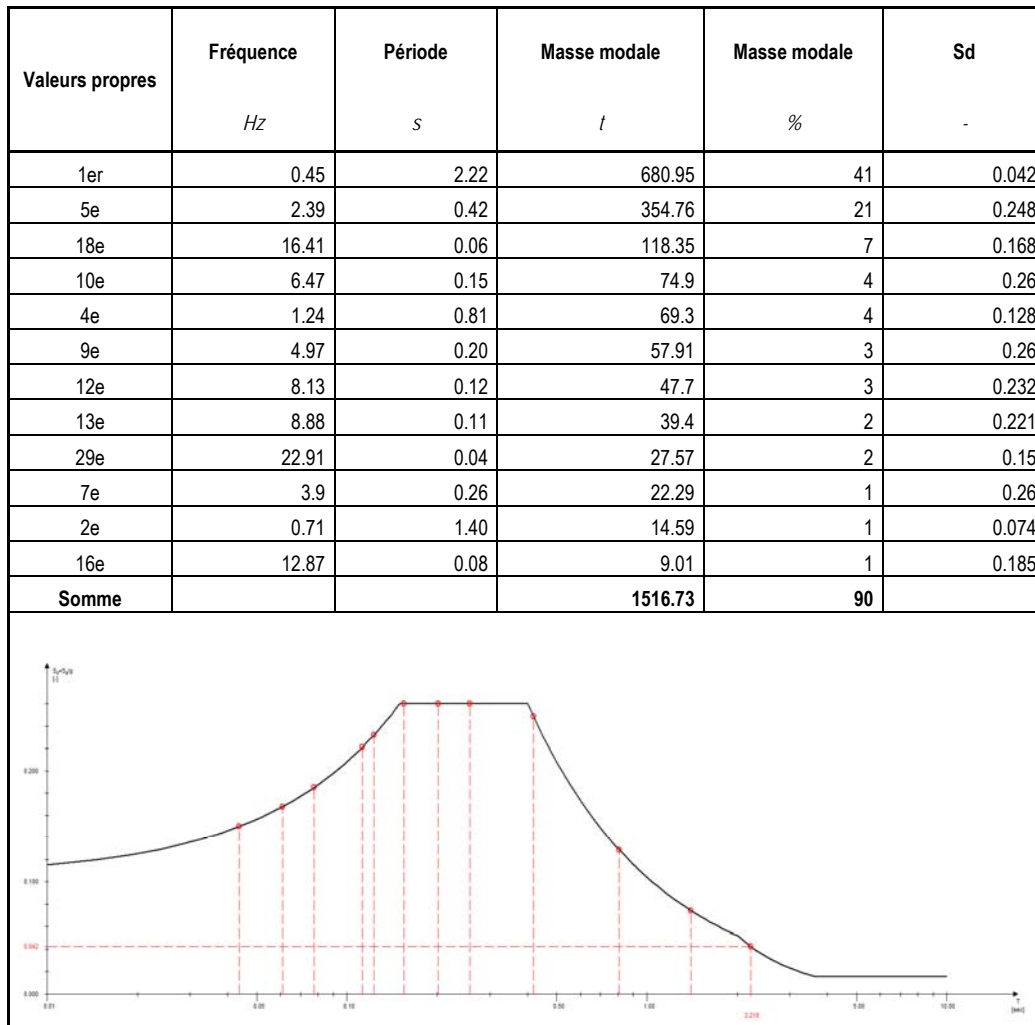
- Spectre de dimensionnement S_d :



8. Résultats des calculs dynamiques

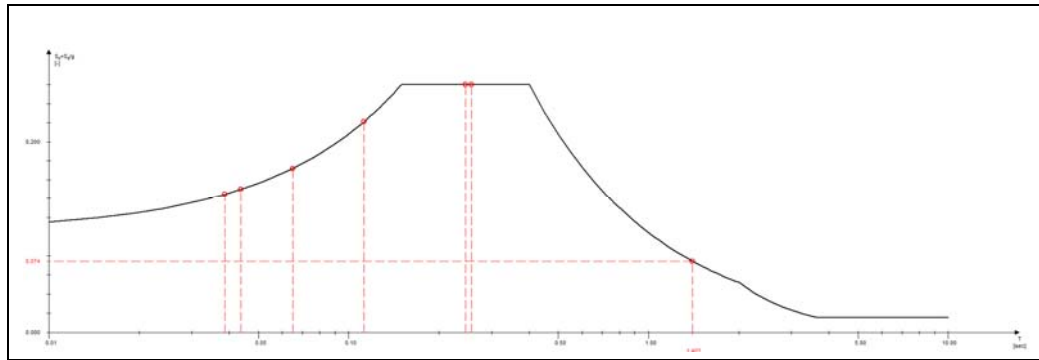
PARTIE A

- Méthode de calcul appliquée pour déterminer les sollicitations :
 - Méthode des spectres de réponse
- Périodes de vibration fondamentale:
 $T_{\text{long},x} = 2.22 \text{ sec.}$ $T_{\text{transv},y} = 1.40 \text{ sec.}$
- Méthode de calcul appliquée pour le calcul des valeurs de la période :
 - ☐ Formule de Rayleigh
 - ☐ Formule SIA 261 : équation (18) art. 16.5.2.3
 - Autre : Logiciel de Calcul : Cubus, Statik
- Valeurs spectrales de dimensionnement (voir chap. 5 ci-dessus)
 $S_{d,\text{long}} = 0.042$ $S_{d,\text{transv}} = 0.074$
- Résultats modaux dans la direction X (Est-Ouest) :
Valeurs propres considérées pour analyse « AX »



- Résultats modaux dans la direction Y (Nord-Sud) :
Valeurs propres considérées pour analyse « AY »

Valeurs propre	Fréquence <i>Hz</i>	Période <i>s</i>	Masse modale <i>t</i>	Masse modale <i>%</i>	Sd <i>-</i>
2e	0.71	1.40	895.21	53	0.074
7e	3.9	0.26	290.71	17	0.26
29e	22.91	0.04	93.37	6	0.15
13e	8.88	0.11	89.78	5	0.221
34e	25.84	0.04	69.79	4	0.145
8e	4.08	0.25	45.38	3	0.26
17e	15.36	0.07	33.4	2	0.172
Somme			1517.63	90	



- Les 40 premiers modes de vibration sont pris en compte dans le calcul dynamique de la structure. On atteint ainsi une somme des masses modales effectives qui est, dans chaque sens, supérieure ou égal à 90 %.

$$\sum_{i=1}^n m_{\text{mod},xi} = 90\% \cdot m_{\text{tot}} \quad \sum_{i=1}^n m_{\text{mod},yi} = 90\% \cdot m_{\text{tot}}$$

- Prise en compte des effets de torsion :
Les effets de torsion dus aux excentricités accidentelles sont pris en compte par le logiciel de calcul Statik 6.0.
- Tableau récapitulatif des efforts calculés sur les contreventements à l'endroit de la sollicitation maximale
Sens X :

Refend	Nd,com kN	My,d,max kNm	Vz,d,max kN
A.R.RX1	-4'510	6'850	631
A.R.RX2	-940	1'082	466
A.R.RX3	-1'183	918	184
Somme		8'850	1'281

Sens Y :

Refend	Nd,com kN	My,d,max kNm	Vz,d,max kN
A.R.RY1	-564	3043	688
A.R.RY2	-763	1224	321
A.R.RY3	-759	499	58
A.R.RY4	-559	2309	250
A.R.RY5	-2136	4644	1143
A.R.RY6	-167	2701	276
Somme		14'420	2'736

Calcul de contrôle des efforts tranchants obtenus :

Contrôle 1 : Sollicitation à l'effort tranchant global, valeur de contrôle :

$$\sum F_{dx} = \sum M_i \cdot S_{dx} = 704 \text{ kN}$$

$$\sum F_{dy} = \sum M_i \cdot S_{dy} = 1'241 \text{ kN}$$

Note : La différence entre les valeurs calculées et les valeurs de contrôle s'expliquent principalement du fait que la mode fondamentale possède une valeur de spectre (la valeur de contrôle) plus bas que les autres modes de vibration.

Contrôle 2 : Sollicitation en flexion globale selon spectre de réponse, valeur de contrôle :

$$\sum M_{dx} = \sum F_{dx} \cdot 2/3 H = 6'602 \text{ kNm}$$

$$\sum M_{dy} = \sum F_{dy} \cdot 2/3 H = 11'630 \text{ kNm}$$

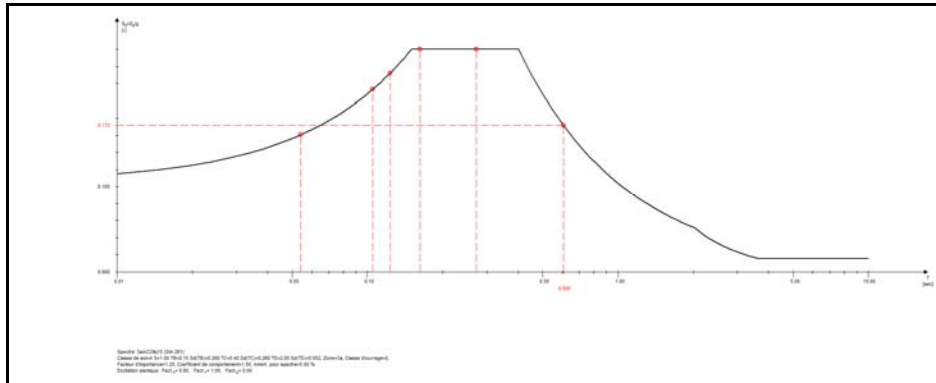
PARTIE B1

- Méthode de calcul appliquée pour déterminer les sollicitations :
 - Méthode des spectres de réponse

Remarque : L'absence d'éléments de stabilisation dans les sens X implique que seuls les résultats dans le sens transversal Y sont présentés.

- Périodes de vibration fondamentale :
 $T_{transv,y} = 0.61 \text{ sec.}$
- Méthode de calcul appliquée pour le calcul des valeurs de la période :
 - ☐ Formule de Rayleigh
 - ☐ Formule SIA 261 : équation (18) art. 16.5.2.3
 - Autre : Logiciel de Calcul : Cubus, Statik
- Valeurs spectrales de dimensionnement (voir chap. 5 ci-dessus)
 $S_{d,transv} = 0.172$
- Résultats modaux dans la direction Y (Nord-Sud) :
Valeurs propres considérées pour analyse « AY »

Valeurs propre	Fréquence <i>Hz</i>	Période <i>s</i>	Masse modale <i>t</i>	Masse modale %	Sd -
5	1.65	0.61	181.61	41	0.172
10	8.12	0.12	118.14	27	0.232
13	18.48	0.05	33.75	8	0.161
7	3.68	0.27	30.87	7	0.26
11	9.54	0.10	23.84	5	0.213
9	6.17	0.16	15.29	3	0.26
Somme			403.51	91	



- Les 40 premiers modes de vibration sont pris en compte dans le calcul dynamique de la structure. On atteint ainsi une somme des masses modales effectives qui est, dans chaque sens, supérieure ou égal à 90 %.

$$\sum_{i=1}^n m_{\text{mod},yi} = 91\% \cdot m_{\text{tot}}$$

- Prise en compte des effets de torsion :
Non prise en compte à cause de manque d'éléments de stabilisation latérale dans le sens X.
- Tableau récapitulatif des efforts calculés sur les contreventements à l'endroit de la sollicitation maximale

Sens Y :

Refend	Matériau	Nd,com kN	My,d,max kNm	Vz,d,max kN
B1.R.RY1	béton armé	-1542	3116	470
B1.R.RY2	béton armé	-936	1446	378
B1.R.RY3	béton armé	-758	387	127
Somme			4949	975

Calcul de contrôle des efforts tranchants obtenus :

Contrôle 1 : Sollicitation à l'effort tranchant global, valeur de contrôle :

$$\sum F_{dy} = \sum M_i \times S_{dy} = 694 \text{ kN}$$

Note : La différence entre les valeurs calculées et les valeurs de contrôle s'expliquent principalement du fait que la mode fondamentale possède une valeur de spectre (la valeur de contrôle) plus bas que les autres modes de vibration.

Contrôle 2 : Sollicitation en flexion globale selon spectre de réponse, valeur de contrôle :

$$\sum M_{dx} = \sum F_{dy} \cdot 2/3 H = 8'258 \text{ kNm}$$

PARTIE B2

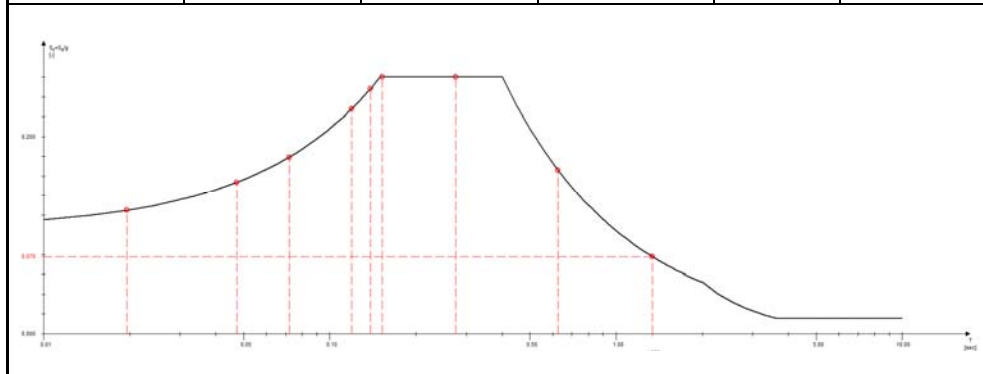
- Méthode de calcul appliquée pour déterminer les sollicitations :
 - Méthode des spectres de réponse
- Périodes de vibration fondamentale :

$T_{\text{long},x} = 1.34 \text{ sec.}$ $T_{\text{transv},y} = 1.74 \text{ sec.}$
- Méthode de calcul appliquée pour le calcul des valeurs de la période :
 - ☐ Formule de Rayleigh
 - ☐ Formule SIA 261 : équation (18) art. 16.5.2.3
 - Autre : Logiciel de Calcul : Cubus, Statik
- Valeurs spectrales de dimensionnement (voir chap. 5 ci-dessus)

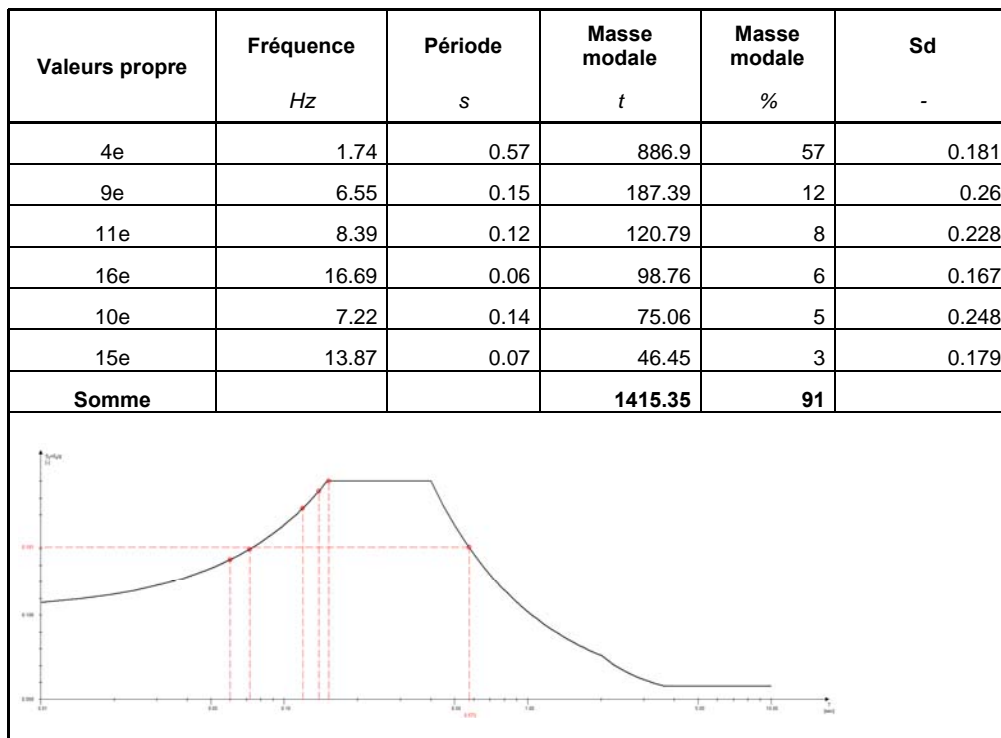
$S_{d,\text{long}} = 0.078$ $S_{d,\text{transv}} = 0.181$
- Résultats modaux dans la direction X (Est-Ouest) :

Valeurs propres considérées pour analyse « AX » :

Valeurs propre	Fréquence <i>Hz</i>	Période <i>s</i>	Masse modale <i>t</i>	Masse modale %	Sd -
2e	0.75	1.34	688.1	44	0.078
7e	3.64	0.28	282.6	18	0.26
56e	51.17	0.02	150.76	10	0.125
11e	8.39	0.12	124.14	8	0.228
15e	13.87	0.07	68.05	4	0.179
9e	6.55	0.15	30.98	2	0.26
22e	21.16	0.05	30.68	2	0.154
3e	1.6	0.63	29.57	2	0.166
10e	7.22	0.14	28.62	2	0.248
Somme			1433.49	92	



- Résultats modaux dans la direction Y (Nord-Sud) :
Valeurs propres considérées pour analyse « AY »



- Les 60 premiers modes de vibration sont pris en compte dans le calcul dynamique de la structure. On atteint ainsi une somme des masses modales effectives qui est, dans chaque sens, supérieure ou égal à 90 %.

$$\sum_{i=1}^n m_{\text{mod},xi} = 92\% \cdot m_{\text{tot}}$$

$$\sum_{i=1}^n m_{\text{mod},yi} = 91\% \cdot m_{\text{tot}}$$

- Prise en compte des effets de torsion :
Les effets de torsion dus aux excentricités accidentelles sont pris en compte par le logiciel de calcul Statik 6.0.

- Tableau récapitulatif des efforts calculés sur les contreventements à l'endroit de la sollicitation maximale

Sens X :

Refend	Nd,com kN	My,d,max kNm	Vz,d,max kN
B2.R.RX1	-1'402	4'673	664
B2.R.RX2	-360	262	64
B2.R.RX3	-541	1'725	232
B2.R.RX4	-1'206	926	115
B2.R.RX5	-146	1'101	170
B2.R.RX6	-1'088	323	99
B2.R.RX7	-889	251	30
Somme		19'616	2'994

Sens Y :

Refend	Nd,com kN	My,d,max kNm	Vz,d,max kN
B2.R.RY1	-174	878	188
B2.R.RY2	-426	2'813	615
B2.R.RY3	-322	1'279	109
B2.R.RY4	-259	66	10
B2.R.RY5	-290	239	37
B2.R.RY6	-301	225	27
B2.R.RY7	-1'344	7'767	817
B2.R.RY8	-232	730	184
B2.R.RY9	-18	1'647	412
B2.R.RY10	-513	1'159	128
B2.R.RY11	-621	1'235	218
B2.R.RY12	-96	733	120
B2.R.RY13	-195	845	129
Somme		17'127	3'931

Calcul de contrôle des efforts tranchants obtenus :

Contrôle 1 : Sollicitation à l'effort tranchant global, valeur de contrôle :

$$\sum F_{dx} = \sum M_i \cdot S_{dx} = 1'188 \text{ kN}$$

$$\sum F_{dy} = \sum M_i \cdot S_{dy} = 2'756 \text{ kN}$$

Note : La différence entre les valeurs calculées et les valeurs de contrôle s'expliquent principalement du fait que la mode fondamentale possède une valeur de spectre (la valeur de contrôle) plus bas que les autres modes de vibration.

Contrôle 2 : Sollicitation en flexion globale selon spectre de réponse, valeur de contrôle :

$$\sum M_{dx} = \sum F_{dx} \cdot 2/3 H = 14'137 \text{ kNm}$$

$$\sum M_{dy} = \sum F_{dy} \cdot 2/3 H = 32'806 \text{ kNm}$$

9. Appréciation de la sécurité parasismique

PARTIE A

9.1. Facteurs de conformité (sollicitation dans le plan)

- Hypothèses admises : tous les éléments porteurs superposés en maçonnerie et en béton armé participent à la reprise des efforts sismique.
- Les vérifications, pour ce bâtiment ont été effectuées au Rez de chaussée ainsi qu'au premier étage.
- Les dalles étant en béton armé, la distribution des sollicitations horizontales se fait au prorata des rigidités.
- Vue l'absence d'une liaison continue (absence d'armature) entre les refends au rez-de-chaussée les structures du sous-sol, les murs béton armé (hormis les porteurs sur Axe A0) ne peuvent pas être vérifiées comme des éléments encastrés. Une vérification comme mur en maçonnerie est plus appropriée (vérification au glissement et au renversement).
- La méthode de vérification des refends en maçonnerie et mur béton armé non-encasté :

Vérification de la sécurité structurale des refends en maçonnerie de parpaings : selon normes et directives définies au § 2.5. Le contrôle de la sécurité structurale, soit le calcul de la résistance latérale des murs, a été effectué selon le modèle simplifié de l'Eurocode 8 (2004) et de la FEMA (Federal Emergency Management Agency).

Rupture en flexion

La résistance en flexion, également désignée par balancement se calcule selon la relation suivante :

$$V_{Rd,R} = 0.9 \cdot N_{xd} \cdot (L_w / h_0)$$

N_{xd} : effort normal agissant sur le bout de mur en maçonnerie considéré

L_w : longueur du bout de mur en maçonnerie

h_0 : hauteur du point de moment nul

Rupture en cisaillement

Pour la rupture en cisaillement, la résistance latérale du mur en maçonnerie est déterminée par le glissement sur les joints d'assise selon la relation suivante :

$$V_{Rd,S} = 0.67 \cdot V_d \cdot L_w \cdot t_w$$

V_d : valeur de calcul de la résistance au cisaillement de la maçonnerie

V_{md} : valeur de calcul de la résistance au cisaillement du lit de mortier

avec $V_d := 0.5 \cdot (0.75 \cdot V_{md} + N_{xd} / L_w \cdot t_w)$ t_w : épaisseur du mur en maçonnerie

et $V_{md} = V_{mk} / \gamma_m \leq 0.35 V_{mk}$: valeur caractéristique de la résistance au cisaillement du lit de mortier

γ_m : facteur de sécurité partiel pour la maçonnerie, $\gamma_m = 2.0$

9.2. Facteurs de conformité

Vérification des éléments en béton armé liés (encastrés, au moyen de FAGUS 6.0) :

Refend	Matériaux	Sens	lw mm	tw mm	hw mm	Nd,com kN	My,d,max kNm	Vz,d,max kN	As horizontale diam. / écart.	As verticale diam. / écart.	V _{Rd} kN	M _{Rd} kNm	$\alpha = \min \{V_{Rd} / V_d ; M_{Rd} / M_d\}$ facteur de conformité
RDC													
A.R.RY1	béton	Y	3550	250	3990	-564	3043	688	8/200	12/150	773	3764	1.12
A.R.RY2	béton	Y	1950	250	3990	-763	1224	321	8/200	12/150	428	1502	1.23
A.R.RY3	béton	Y	2150	250	3990	-759	499	58	8/200	12/150	483	2747	5.51
A.R.RY4	béton	Y	3400	250	3990	-559	2309	250	8/200	12/150	758	4131	1.79
1er													
A.1.RY1	béton	Y	1000	180	2890	-231	327	66	8/200	12/150	84	547	1.27
A.1.RY2	béton	Y	1800	180	2890	-230	1224	277	8/200	12/150	396	425	0.35
A.1.RY3	béton	Y	1000	180	2890	-175	374	104	8/200	12/150	149	122	0.97
A.1.RY4	béton	Y	2100	230	2890	-210	2308	362	8/200	12/150	458	547	0.24

Vérification des éléments en maçonnerie / béton (Vérification FEMA) :

RDC :

Refend	Matériaux	lw mm	tw mm	hw mm	Nd,com kN	Vz,d,max kN	V _{Rd,R} kN	V _{Rd,S} kN	$\alpha = \min \{V_{Rd,R} / V_d ; V_{Rd,R} / V_d\}$ facteur de conformité
A.R.RX1	béton	16400	300	3990	-4'510	631	8342	3479	5.51
A.R.RX2	béton	3200	200	3990	-940	466	339	453	0.73
A.R.RX3	béton	2050	300	3990	-1'183	184	274	435	1.49
A.R.RY5	béton	5200	300	3990	-2136	1143	1253	1103	0.97
A.R.RY6	béton	4500	200	3990	-167	276	85	636	0.31

1^{er} étage :

Refend	Matériaux	lw mm	tw mm	hw mm	Nd,com kN	Vz,d,max kN	V _{Rd,R} kN	V _{Rd,S} kN	$\alpha = \min \{V_{Rd,R} / V_d ; V_{Rd,R} / V_d\}$ facteur de conformité
A.1.RX1	maçonnerie	5800	180	2890	-548	949	495	738	0.52
A.1.RX2	maçonnerie	1750	180	2890	-210	58	57	223	0.99
A.1.RX3	maçonnerie	1250	180	2890	-240	68	47	159	0.69
A.1.RY5	béton armé	2500	150	2890	-188	772	73	265	0.10

9.3. Recommandation d'intervention

- Classe d'ouvrage COII
- Durée d'utilisation restante : 40 ans
- Valeurs limites du facteur de conformité :

$$\alpha_{adm} = 0,72$$

$$\alpha_{min} = 0,25$$

$$\alpha_{eff,A} = 0,10$$

Le facteur de conformité obtenu est inférieur au facteur de conformité minimal requis pour la structure. Par conséquent, selon le chiffre 9.1.3 du Cahier Technique 2018 de la SIA, une intervention de confortement est nécessaire.

PARTIE B1

9.4. Facteurs de conformité (solicitation dans le plan)

- Hypothèses admises : tous les éléments porteurs superposés en maçonnerie et en béton armé participent à la reprise des efforts sismique.
- Les vérifications, pour ce bâtiment ont été effectuées au Rez de chaussée ainsi qu'au premier étage.
- Les dalles étant en béton armé, la distribution des sollicitations horizontales se fait au prorata des rigidités.
- Vue l'absence d'une liaison continue (absence d'armature) entre les refends au rez-de-chaussée les structures du sous-sol, les murs béton armé (hormis les porteurs sur Axe A0) ne peuvent pas être vérifiées comme des éléments encastrés. Une vérification comme mur en maçonnerie est plus appropriée (vérification au glissement et au renversement).
- La méthode de vérification des refends en maçonnerie et mur béton armé non-encastré :

Vérification de la sécurité structurale des refends en maçonnerie de parpaings : selon normes et directives définies au § 2.5. Le contrôle de la sécurité structurale, soit le calcul de la résistance latérale des murs, a été effectué selon le modèle simplifié de l'Eurocode 8 (2004) et de la FEMA (Federal Emergency Management Agency).

Rupture en flexion

La résistance en flexion, également désignée par balancement se calcule selon la relation suivante :

$$V_{Rd,R} = 0.9 \cdot N_{xd} \cdot (L_w / h_0)$$

N_{xd} : effort normal agissant sur le bout de mur en maçonnerie considéré

L_w : longueur du bout de mur en maçonnerie

h_0 : hauteur du point de moment nul

Rupture en cisaillement

Pour la rupture en cisaillement, la résistance latérale du mur en maçonnerie est déterminée par le glissement sur les joints d'assise selon la relation suivante :

$$V_{Rd,S} = 0.67 \cdot V_d \cdot L_w \cdot t_w$$

V_d : valeur de calcul de la résistance au cisaillement de la maçonnerie

V_{md} : valeur de calcul de la résistance au cisaillement du lit de mortier

avec $V_d = 0.5 \cdot (0.75 \cdot V_{md} + N_{xd} / L_w \cdot t_w)$ t_w : épaisseur du mur en maçonnerie

et $V_{md} = V_{mk} / \gamma_m \leq 0.35 V_{mk}$: valeur caractéristique de la résistance au cisaillement du lit de mortier

γ_m : facteur de sécurité partiel pour la maçonnerie, $\gamma_m = 2.0$

9.5. Facteurs de conformité

RDC :

Refend	Matériaux	l_w mm	t_w mm	h_w mm	$N_{d,com}$ kN	$M_{y,d,max}$ kNm	$V_{z,d,max}$ kN	$V_{Rd,R}$ kN	$V_{Rd,S}$ kN	$\alpha = \min \{V_{Rd,R} / V_d ; V_{Rd,R} / V_d\}$ facteur de conformité
B1.R.RY1	béton	5200	160	3991	-1542	3116	470	904	231	0.49
B1.R.RY2	béton	4800	130	3992	-936	1446	378	506	173	0.46
B1.R.RY3	béton	2850	130	3993	-758	387	127	243	103	0.81

1^{er} étage :

Refend	Matériaux	l_w mm	t_w mm	h_w mm	$N_{d,com}$ kN	$M_{y,d,max}$ kNm	$V_{z,d,max}$ kN	$V_{Rd,R}$ kN	$V_{Rd,S}$ kN	$\alpha = \min \{V_{Rd,R} / V_d ; V_{Rd,R} / V_d\}$ facteur de conformité
B1.1.RY1	béton	2500	150	2890	-422	1637	294	164	104	0.35
B1.1.RY2	béton	2500	150	2890	-309	538	210	120	104	0.50
B1.1.RY3	maçonnerie	2500	130	2890	-21	73	33	8	90	0.25

9.6. Recommandation d'intervention

- Classe d'ouvrage COII
- Durée d'utilisation restante : 40 ans
- Valeurs limites du facteur de conformité :

α_{adm}	= 0,72
α_{min}	= 0,25
$\alpha_{eff,B}$	<= 0,10

Ce corps de bâtiment ne comporte pas d'éléments de stabilisation parasismique dans le sens X (à partir du 1^{er} étage. Sa résistance parasismique (facteur de conformité α_{eff}) dans cette direction sera donc de l'ordre de 0.10 (voire inférieure). Par conséquent, selon le chiffre 9.1.3 du Cahier Technique 2018 de la SIA, une intervention est donc nécessaire.

PARTIE B2

9.1. Facteurs de conformité

- Hypothèses admises : tous les éléments porteurs superposés en maçonnerie et en béton armé participent à la reprise des efforts sismique.
- Les vérifications, pour ce bâtiment ont été effectuées au Rez de chaussée ainsi qu'au premier étage.
- Les dalles étant en béton armé, la distribution des sollicitations horizontales se fait au prorata des rigidités.
- Vue l'absence d'une liaison continue (absence d'armature) entre les refends au rez-de-chaussée les structures du sous-sol, les murs béton armé (hormis les porteurs sur Axe A0) ne peuvent pas être vérifiées comme des éléments encastrés. Une vérification comme mur en maçonnerie est plus appropriée (vérification au glissement et au renversement).
- La méthode de vérification des refends en maçonnerie et mur béton armé non-encastré :

Vérification de la sécurité structurale des refends en maçonnerie de parpaings : selon normes et directives définies au § 2.5. Le contrôle de la sécurité structurale, soit le calcul de la résistance latérale des murs, a été effectué selon le modèle simplifié de l'Eurocode 8 (2004) et de la FEMA (Federal Emergency Management Agency).

Rupture en flexion

La résistance en flexion, également désignée par balancement se calcule selon la relation suivante :

$$V_{Rd,R} = 0.9 \cdot N_{xd} \cdot (L_w / h_0)$$

N_{xd} : effort normal agissant sur le bout de mur en maçonnerie considéré

L_w : longueur du bout de mur en maçonnerie

h_0 : hauteur du point de moment nul

Rupture en cisaillement

Pour la rupture en cisaillement, la résistance latérale du mur en maçonnerie est déterminée par le glissement sur les joints d'assise selon la relation suivante :

$$V_{Rd,S} = 0.67 \cdot v_d \cdot L_w \cdot t_w$$

v_d : valeur de calcul de la résistance au cisaillement de la maçonnerie

v_{md} : valeur de calcul de la résistance au cisaillement du lit de mortier

avec $v_d := 0.5 \cdot (0.75 \cdot v_{md} + N_{xd} / L_w \cdot t_w)$ t_w : épaisseur du mur en maçonnerie

et $v_{md} = v_{mk} / \gamma_m \leq 0.35 v_{mk}$: valeur caractéristique de la résistance au cisaillement du lit de mortier

γ_m : facteur de sécurité partiel pour la maçonnerie, $\gamma_m = 2.0$

9.2. Facteurs de conformité

RDC :

Refend	Matériau	lw mm	tw mm	hw mm	Nd,com kN	My,d,max kNm	Vz,d,max kN	VRd,R kN	VRd,S kN	$\alpha = \min \{V_{Rd,R} / V_d ; V_{Rd,R} / V_d\}$ facteur de conformité
B2.R.RX1	béton	2015	300	3990	-1'402	4'673	664	319	508	0.48
B2.R.RX2	béton	1750	200	3990	-360	262	64	71	294	1.11
B2.R.RX3	béton	4550	200	3990	-541	1'725	232	278	764	1.20
B2.R.RX4	béton	2800	250	3990	-1'206	926	115	381	588	3.31
B2.R.RX5	béton	1600	200	3990	-146	1'101	170	26	269	0.15
B2.R.RX6	béton	1950	200	3990	-1'088	323	99	239	328	2.42
B2.R.RX7	béton	1850	200	3990	-889	251	30	185	311	6.18
B2.R.RY1	béton	2850	140	3990	-174	878	188	56	335	0.30
B2.R.RY2	béton	4800	140	3990	-426	2813	615	231	564	0.37
B2.R.RY3	béton	3450	180	3990	-322	1279	109	125	521	1.15
B2.R.RY4	béton	1950	180	3990	-259	66	10	57	295	5.70
B2.R.RY5	béton	1800	200	3990	-290	239	37	59	302	1.59
B2.R.RY6	béton	3000	180	3990	-301	225	27	102	453	3.77
B2.R.RY7	béton	6750	180	3990	-1'344	7'767	817	1'023	1'020	1.25
B2.R.RY8	béton	2850	200	3990	-232	730	184	75	479	0.41
B2.R.RY10	béton	3050	180	3990	-513	1'159	128	176	461	1.38
B2.R.RY11	béton	2400	180	3990	-621	1'235	218	168	363	0.77
B2.R.RY12	béton	2300	180	3990	-96	733	120	25	348	0.21
B2.R.RY13	béton	2750	200	3990	-195	845	129	60	462	0.47

1^{er} étage :

Refend	Matériau	lw mm	tw mm	hw mm	Nd,com kN	My,d,max kNm	Vz,d,max kN	VRd,R kN	VRd,S kN	$\alpha = \min \{V_{Rd,R} / V_d ; V_{Rd,R} / V_d\}$ facteur de conformité
B2.1.RX1	maçonnerie	3550	180	2890	-257	238	140	142	537	1.01
B2.1.RX2	maçonnerie	4800	180	2890	-241	378	208	180	726	0.87
B2.1.RX3	maçonnerie	2150	180	2890	-214	355	210	72	325	0.34
B2.1.RX4	maçonnerie	1850	180	2890	-602	1'232	817	173	280	0.21
B2.1.RX5	béton	2450	180	2890	-98	1'009	221	37	370	0.17
B2.1.RX6	maçonnerie	2550	180	2890	-256	937	213	102	385	0.48
B2.1.RX7	maçonnerie	1850	180	2890	-204	242	92	59	280	0.64
B2.1.RY1	béton	2400	150	2890	-361	876	273	135	302	0.49
B2.1.RY2	maçonnerie	2500	130	2890	-141	361	73	55	273	0.75
B2.1.RY3	maçonnerie	3750	180	2890	-265	964	105	155	567	1.47
B2.1.RY4	maçonnerie	7000	180	2890	-805	4'222	181	877	1'058	4.85
B2.1.RY5	béton	2600	180	2890	-446	378	208	181	393	0.87
B2.1.RY6	béton	3400	180	2890	-559	3'891	910	296	514	0.33
B2.1.RY7	maçonnerie	3300	180	2890	-358	700	82	184	499	2.24
B2.1.RY8	maçonnerie	2400	180	2890	-114	261	25	43	363	1.70
B2.1.RY9	maçonnerie	3300	180	2890	-179	734	102	92	499	0.90
B2.1.RY10	maçonnerie	2300	230	2890	-226	349	71	81	444	1.14

9.3. Recommandation d'intervention

- Classe d'ouvrage COII
- Durée d'utilisation restante : 40 ans
- Valeurs limites du facteur de conformité :

$\alpha_{adm} = 0,72$
 $\alpha_{min} = 0,25$
 $\alpha_{eff,C} = 0,17$

Le facteur de conformité obtenu est inférieur au facteur de conformité minimal requis pour la structure. Par conséquent, selon le chiffre 9.1.3 du Cahier Technique 2018 de la SIA, une intervention est nécessaire.

10. Proportionnalité et/ou exigibilité selon SIA 2018

L'appréciation de la proportionnalité (ou de l'exigibilité) de l'intervention se calcule en prenant la valeur minimale $\alpha_{eff,min}$ (A ; B1 ; B2) = 0.10.

10.1. Intervention visant à atteindre les conditions fixées par les normes

- Appréciation de l'exigibilité de l'intervention **permettant d'atteindre $\alpha_{int} \geq 0.25 = \alpha_{min}$** en comparant le coût et l'efficacité des mesures de protection parasismique en tenant compte des exigences de sécurité individuelle :

B	h	d	w	PB [pers/an]	α_{eff}	α_{int}	DF	n [an]	SIKM [SFr]	RKM [SFr]
48	24	7	52	69.50	0.10	0.25	0.037	40	9'506'216	100'000'000
72	8	7	47							

Un investissement de SIKM = 9,5 mio CHF est considéré comme exigible pour atteindre $\alpha_{int} = \alpha_{min} = 0.25$. Ce montant est très important, car la valeur du facteur de conformité est très basse et le taux d'occupation est élevé.

- Appréciation de la proportionnalité de l'intervention **permettant de passer de $\alpha_{min} = 0.25$ à $\alpha_{int} \geq 0.72 = \alpha_{adm}$** en comparant le coût et l'efficacité des mesures de protection parasismique en tenant compte des exigences de sécurité individuelle :

B	h	d	w	PB [pers/an]	α_{eff}	α_{int}	DF	n [an]	SIKM [SFr]	RKM [SFr]
48	24	7	52	69.50	0.25	0.72	0.037	40	161'606	10'000'000
72	8	7	47							

Un investissement supplémentaire de 160'000 CHF est considéré comme proportionné pour passer de $\alpha_{min} = 0.25$ à $\alpha_{int} = \alpha_{adm} = 0.72$.

11. Conclusions et recommandations

- La structure du foyer des 3 sapins est divisée sur toute sa hauteur en 3 parties distinctes (parties A, B1 et B2) séparées par un joint de dilatation.
- Au vu du système constructif et de la faible superposition des éléments porteurs, la construction possède une résistance parasismique inférieure aux exigences des normes actuelles (SIA – Cahier Technique 2018).
 - Partie A : $\alpha_{eff,A} = 0.21$
 - Partie B : $\alpha_{eff,B} \leq 0.10$
 - Partie C : $\alpha_{eff,C} = 0.17$
- La partie B du bâtiment ne possède pas d'éléments de stabilisation continus sur toute la hauteur du bâtiment dans le sens transversale.
- Des interventions de confortement sismique sont nécessaires car le risque individuel encouru n'est pas acceptable.
- Un confortement parasismique efficace dans les 2 directions devra être prévu dans le cadre du projet de transformation du bâtiment.
- Il sera nécessaire de prévoir l'élimination des joints entre les anciens bâtiments afin de créer un ensemble monolithique.

Lieu et date : Monthey le 11 août 2017

Auteur du rapport :
C. O. Suilleabhain,
BAI TCD (Irlande), CAS en génie parasismique



Co-auteur du rapport :
L. Brochellaz
Ing. civil EPFL

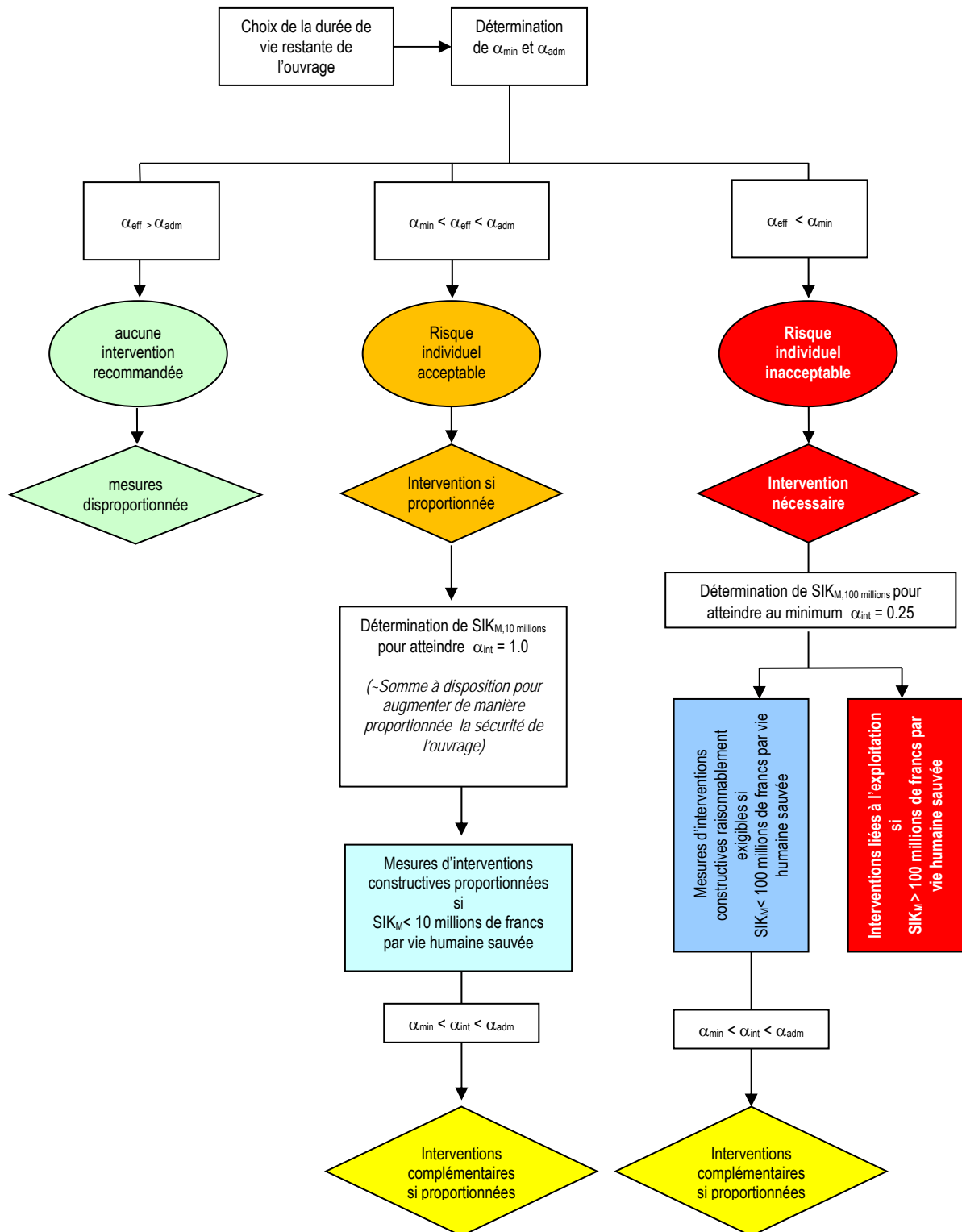


ANNEXES :

- **Annexe A** : Mode opératoire schématique pour la vérification de la sécurité parasismique des ouvrages existants selon CT SIA 2018.
- **Annexe B** : Représentation en plan des Refends parasismique A, B1 et B2, vues par étages.

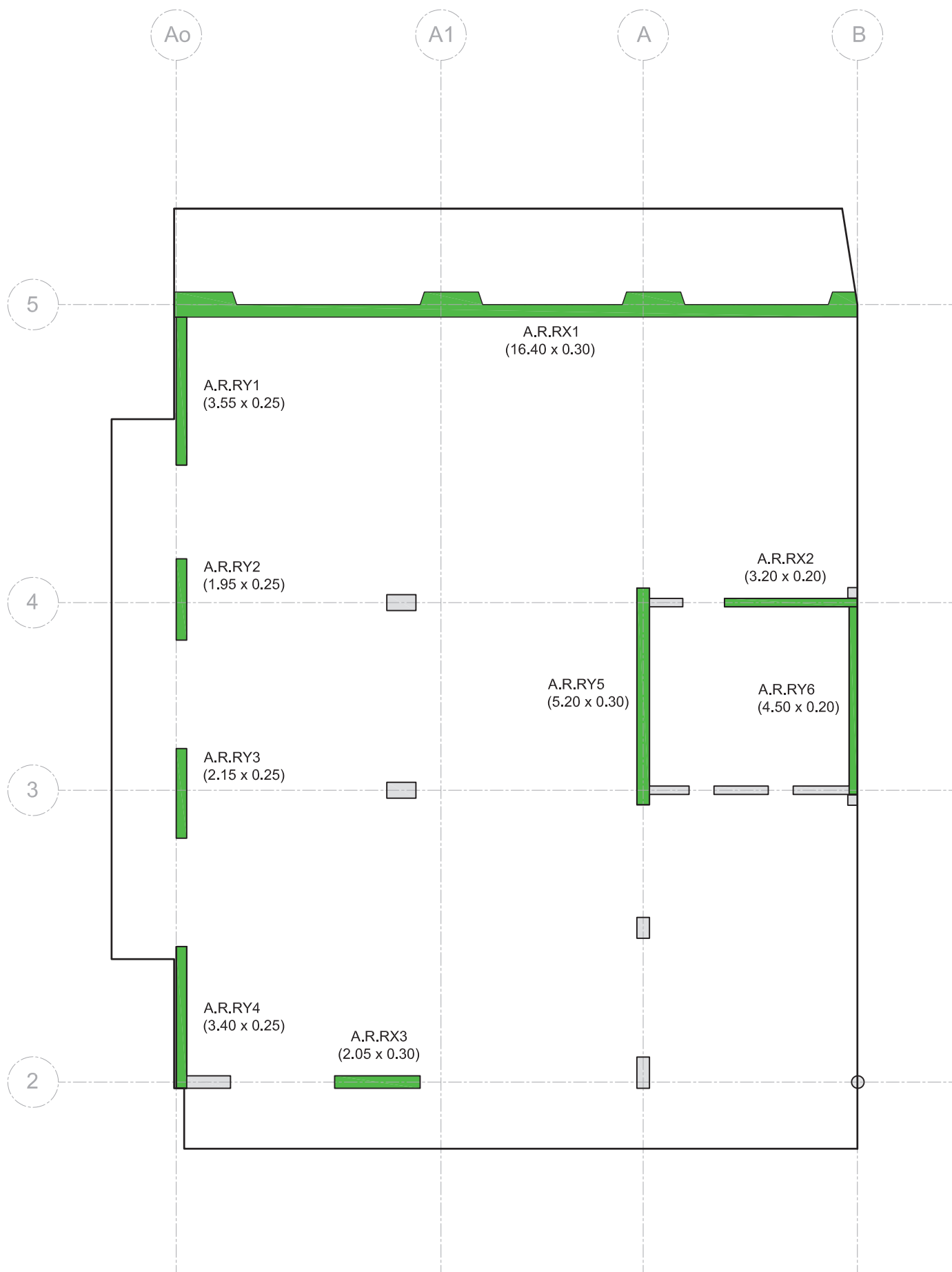
ANNEXE A

**Mode opératoire schématique pour la vérification de la sécurité parasismique des ouvrages existants
selon cahier technique SIA 2018.**



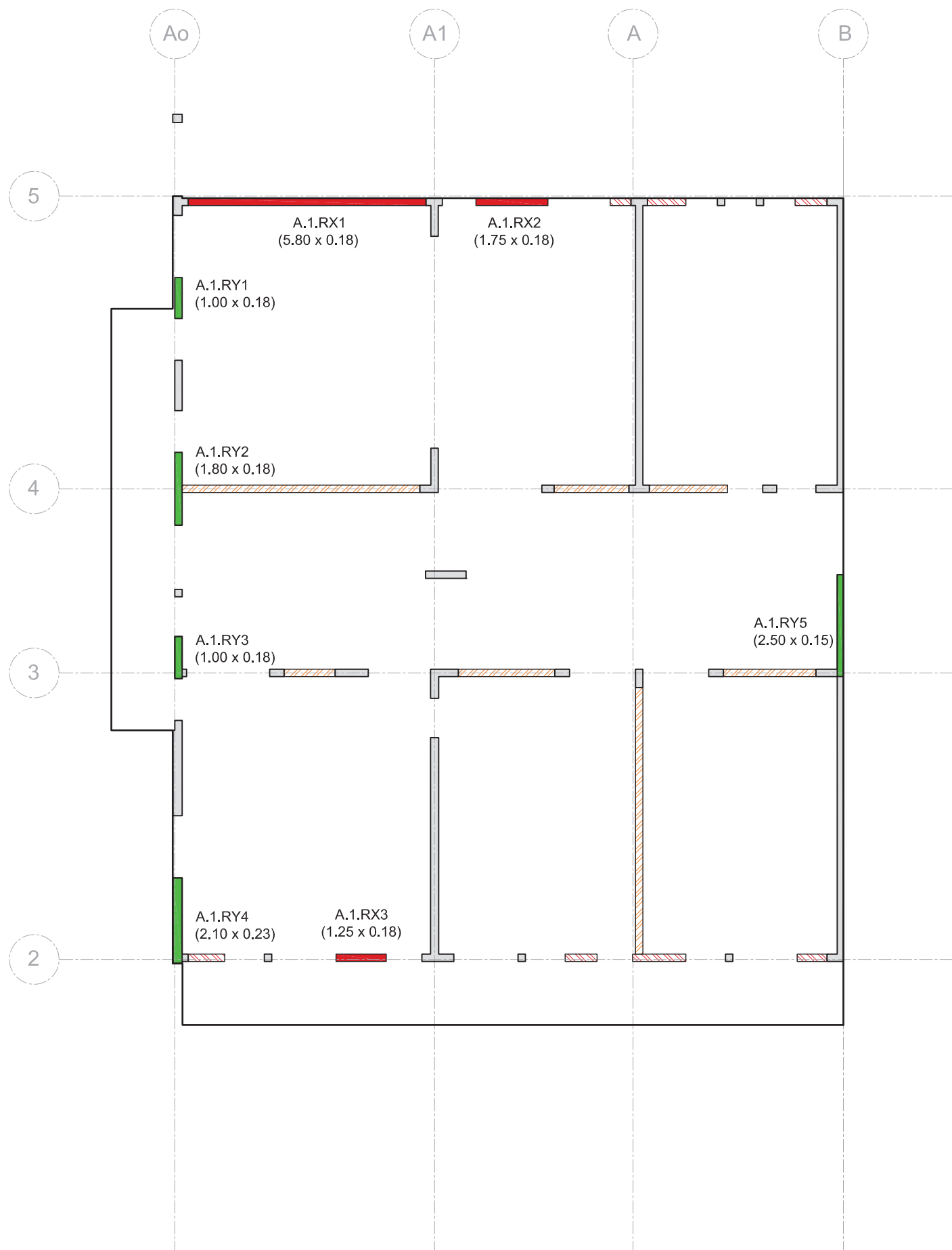
ANNEXE B

Représentation en plan des Refends parasismiques A, B1 et B2, vues par étages.



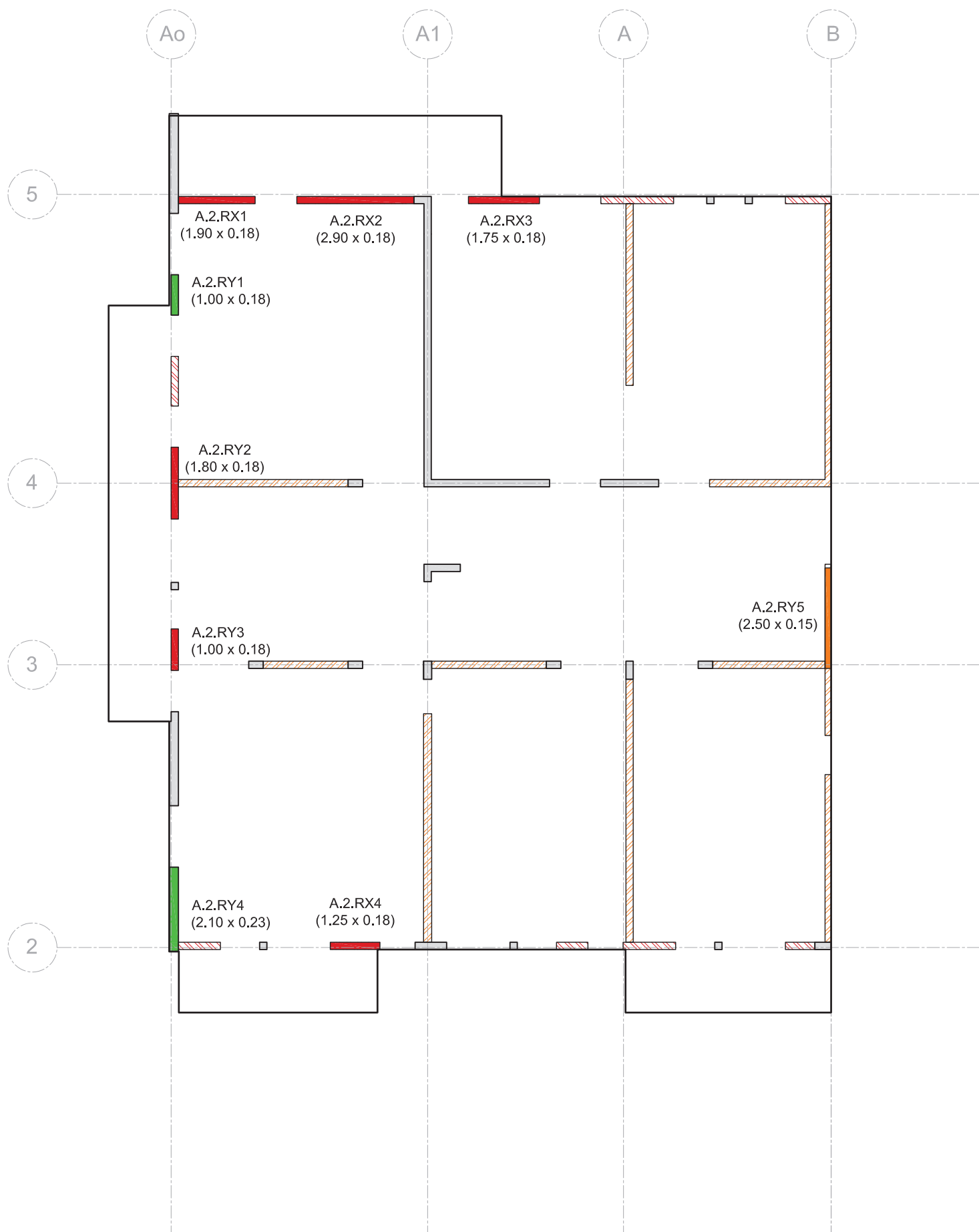
A : Dalle sur Rez

- Murs parasismiques en béton armé
- Murs parasismiques en maçonnerie
-



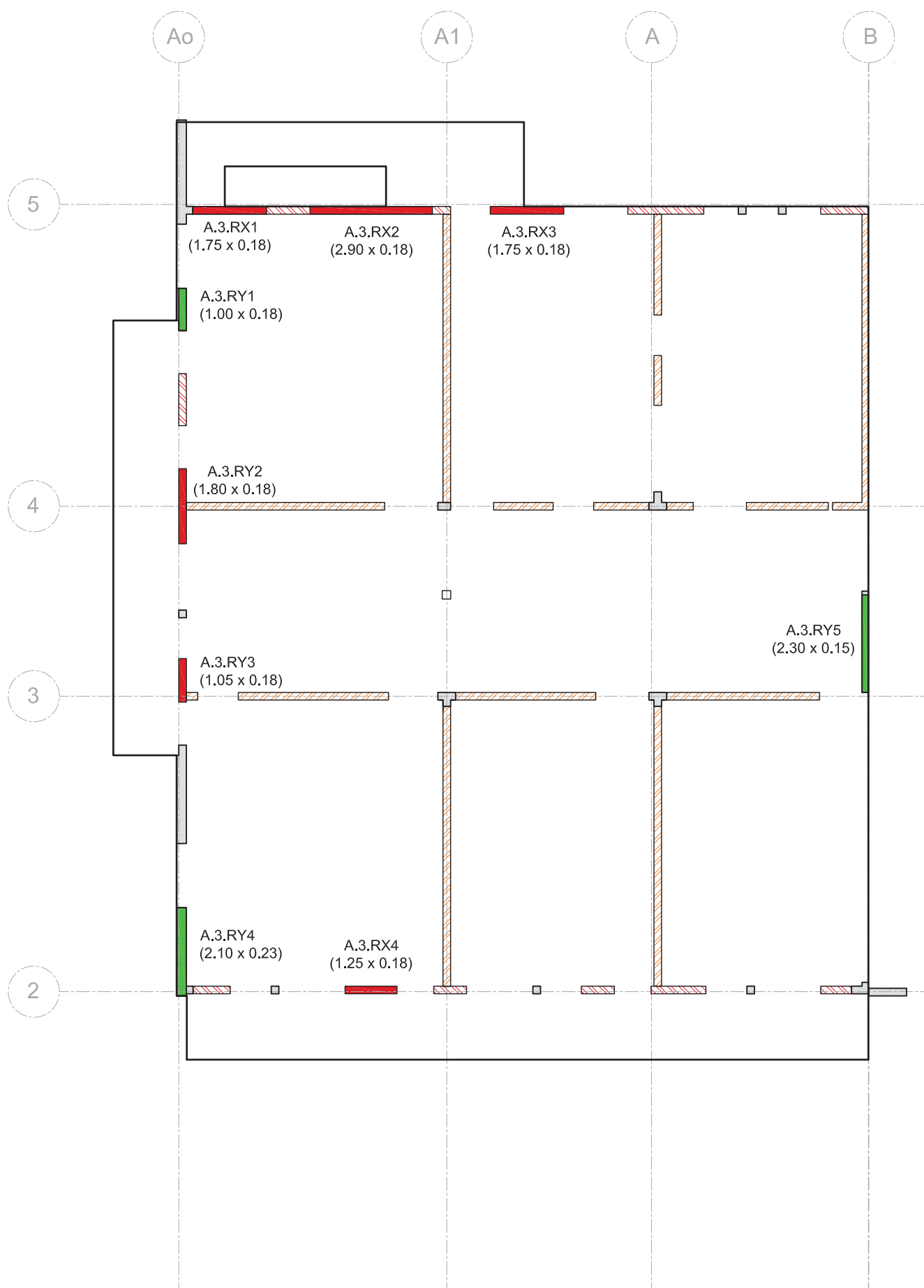
A : Dalle sur 1er

- Murs parasismiques en béton armé
- Murs parasismiques en maçonnerie



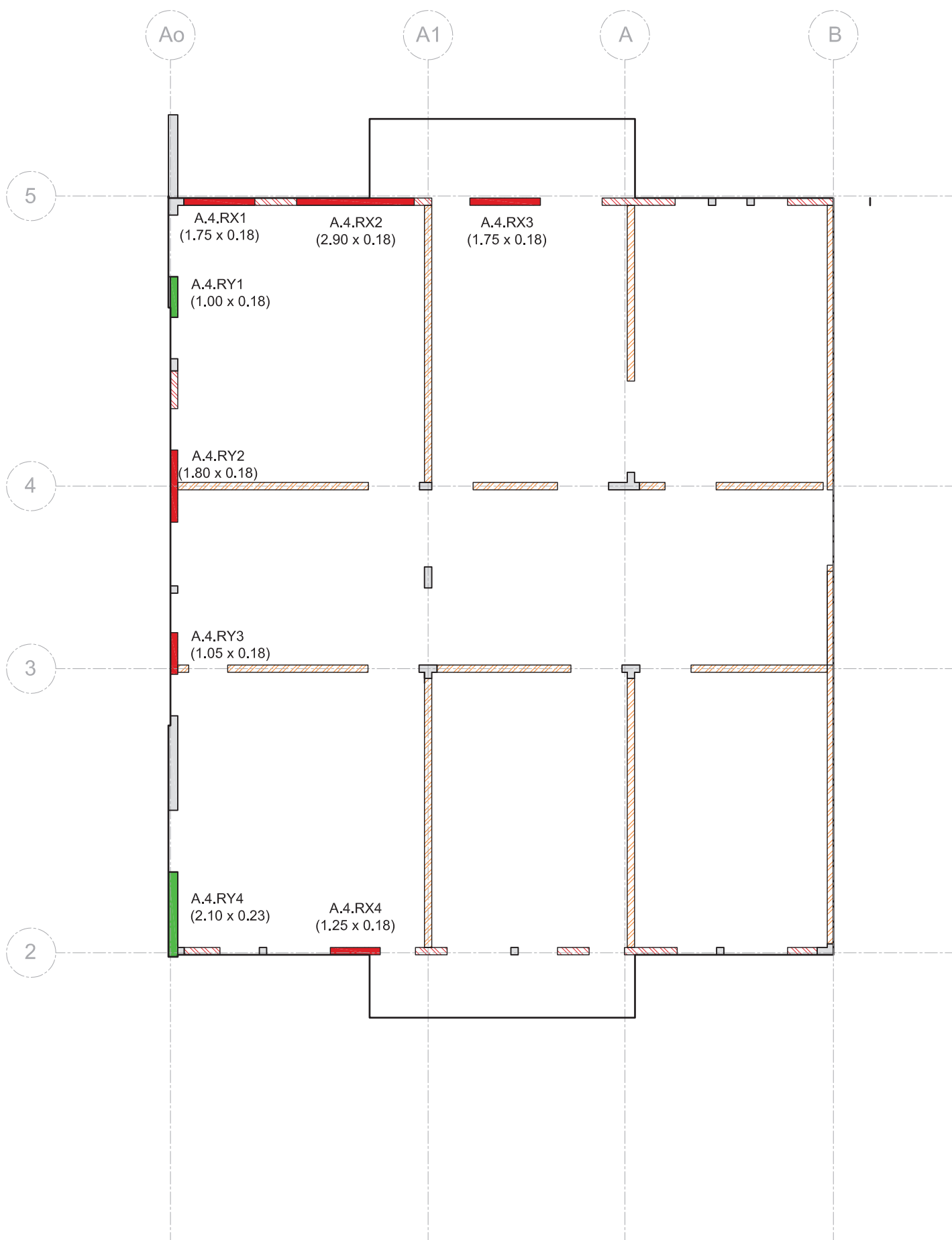
A : Dalle sur 2ème

- Murs parasismiques en béton armé
- Murs parasismiques en maçonnerie





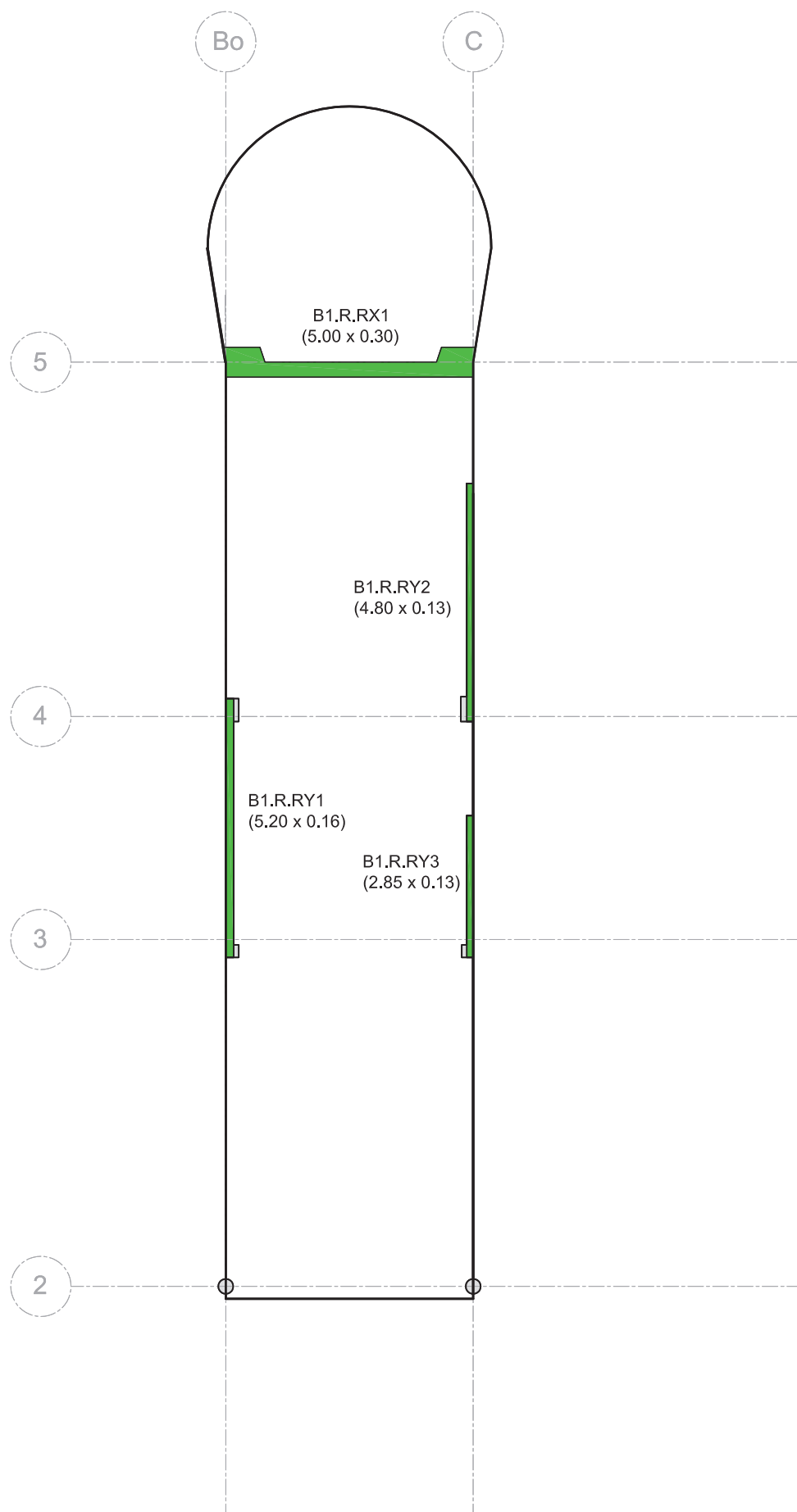
A : Dalle sur 3ème

- Murs parasismiques en béton armé
- Murs parasismiques en maçonnerie
- Murs parasismiques en maçonnerie






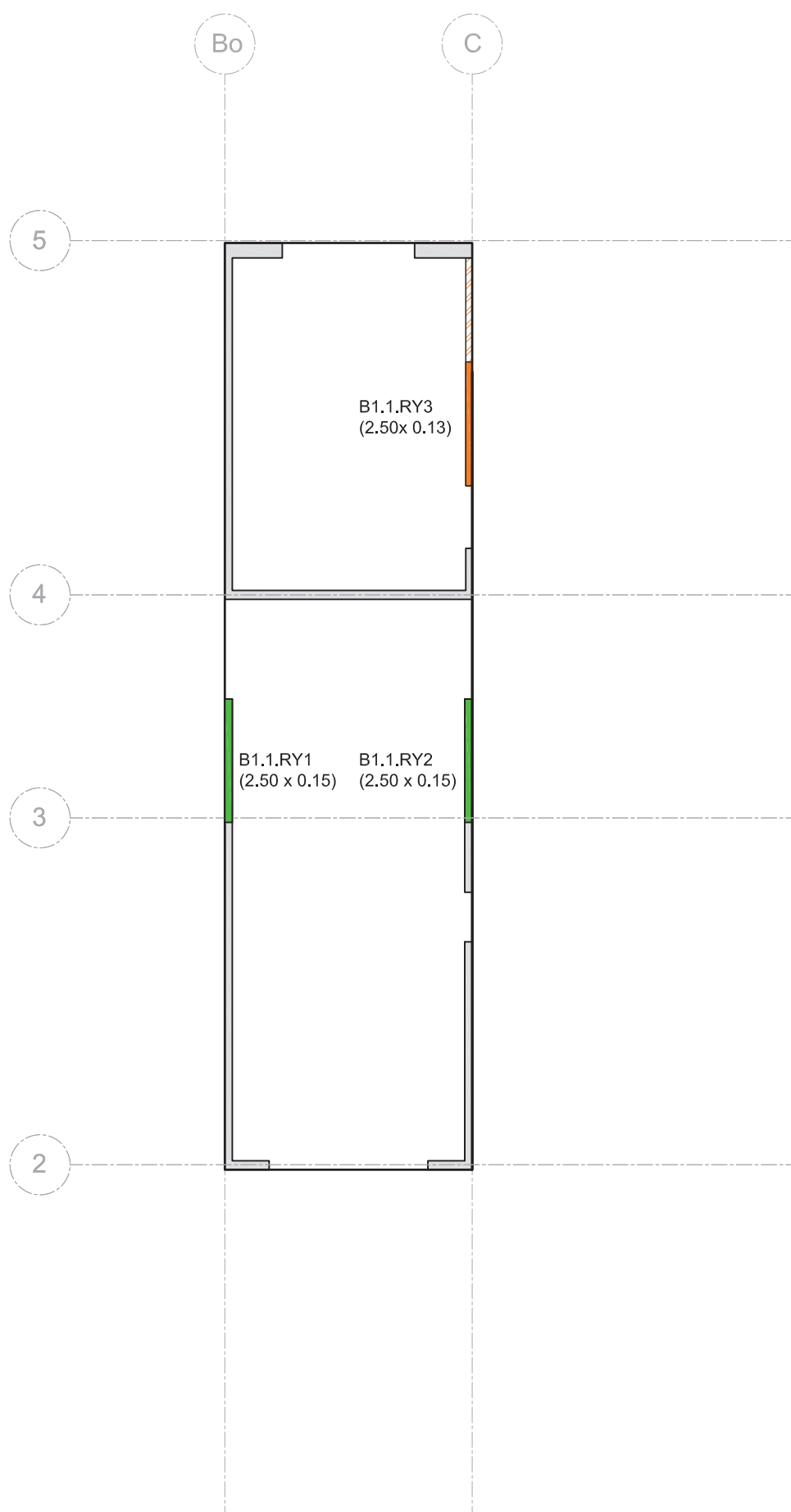
A : Dalle sur Combles

-  Murs parasismiques en béton armé
-  Murs parasismiques en maçonnerie






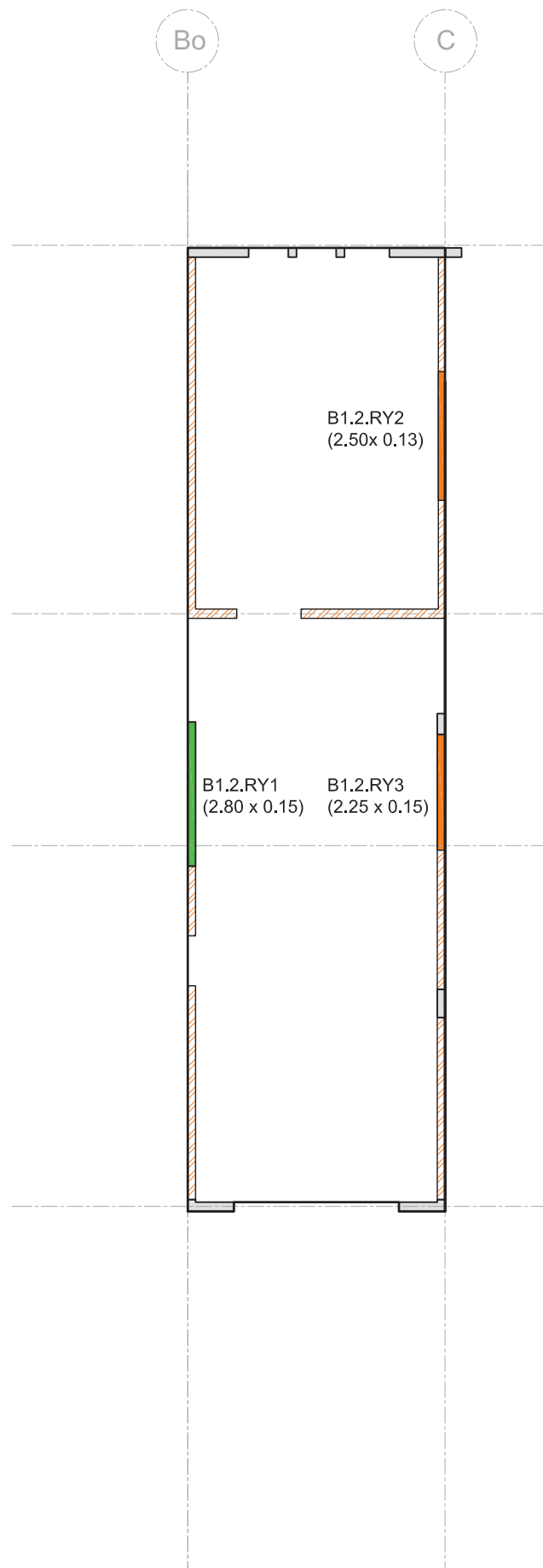
B1: Dalle sur Rez

-  Murs parasismiques en béton armé
-  Murs parasismiques en maçonnerie
- 



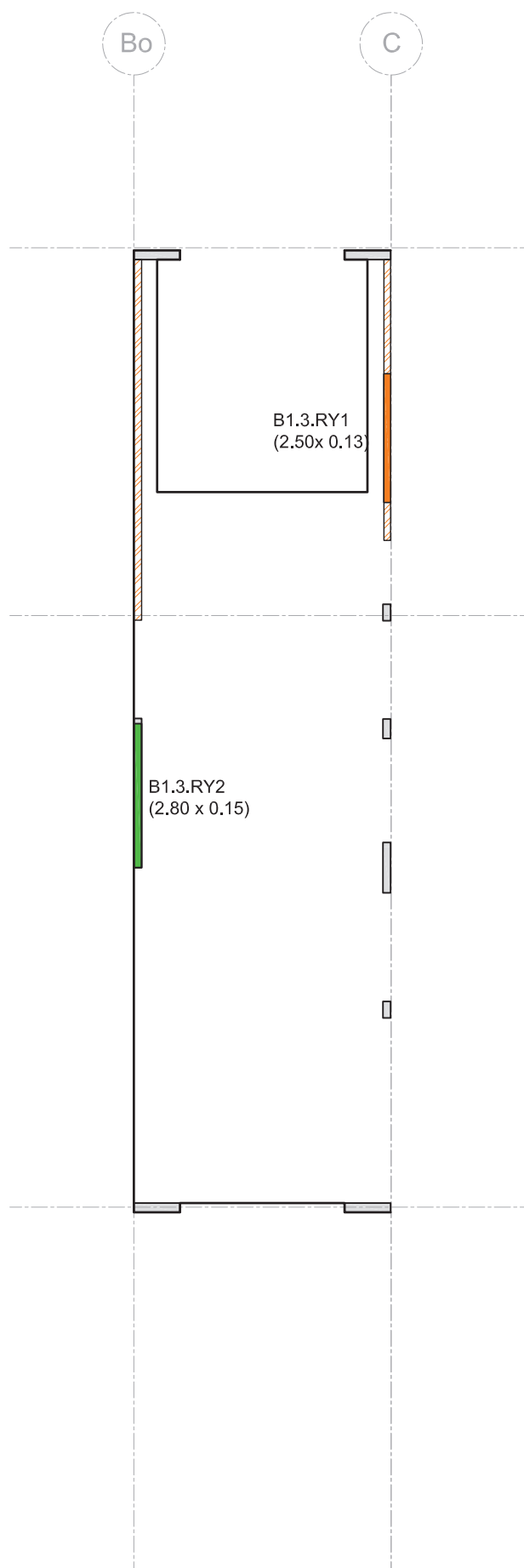
B1 : Dalle sur 1er

-  Murs parasismiques en béton armé
-  Murs parasismiques en maçonnerie
- 

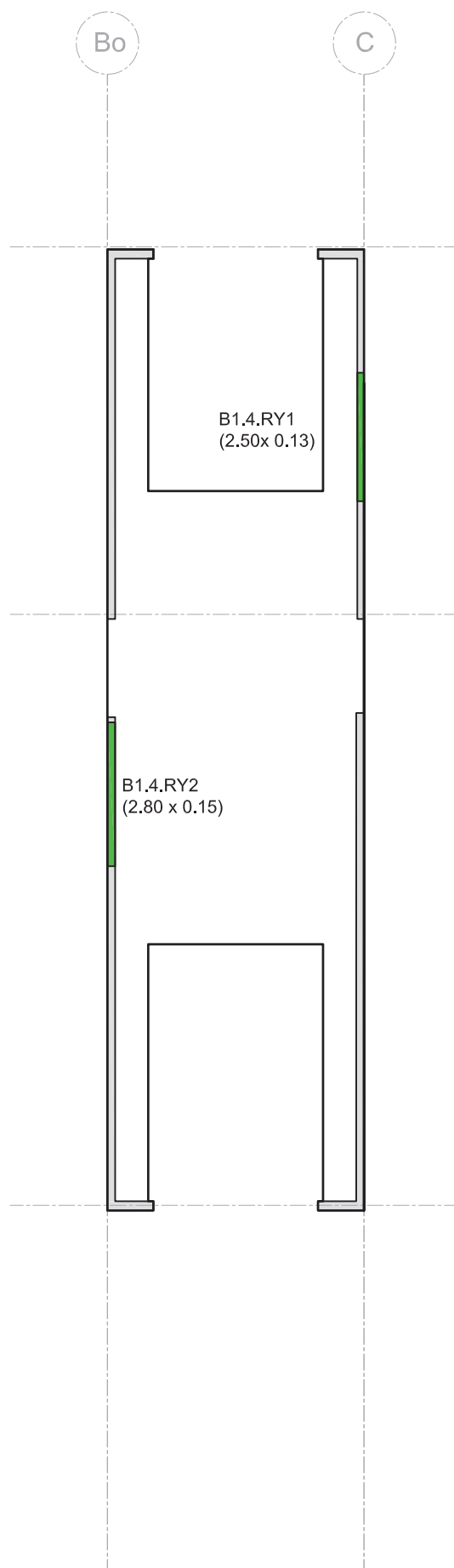


B1 : Dalle sur 2ème




- Murs parasismiques en béton armé
- Murs parasismiques en maçonnerie
-

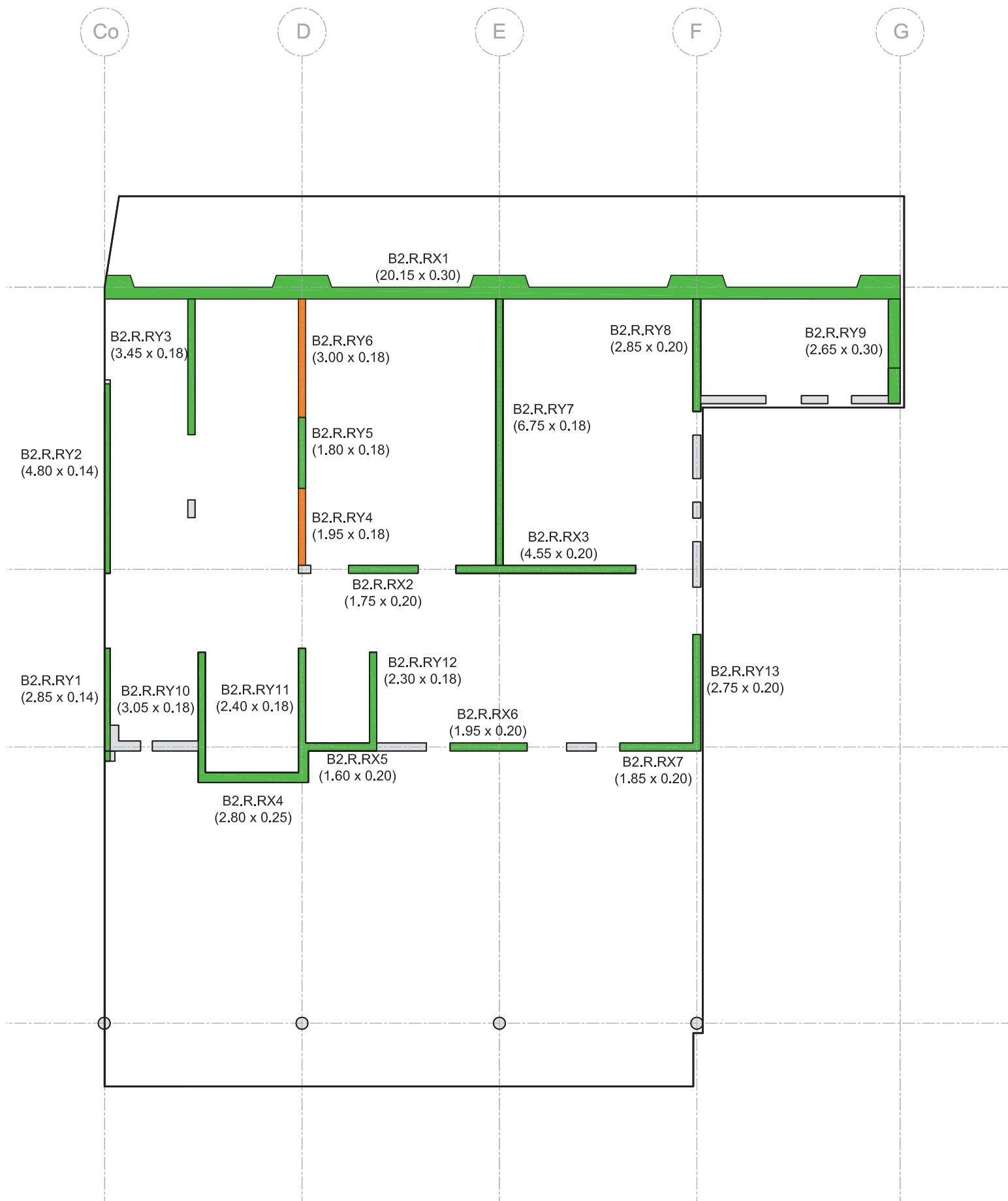


- Murs parasismiques en béton armé
- Murs parasismiques en maçonnerie
- Murs parasismiques en maçonnerie



B1 : Dalle sur Combles

-  Murs parasismiques en béton armé
-  Murs parasismiques en maçonnerie
-  Murs parasismiques en maçonnerie






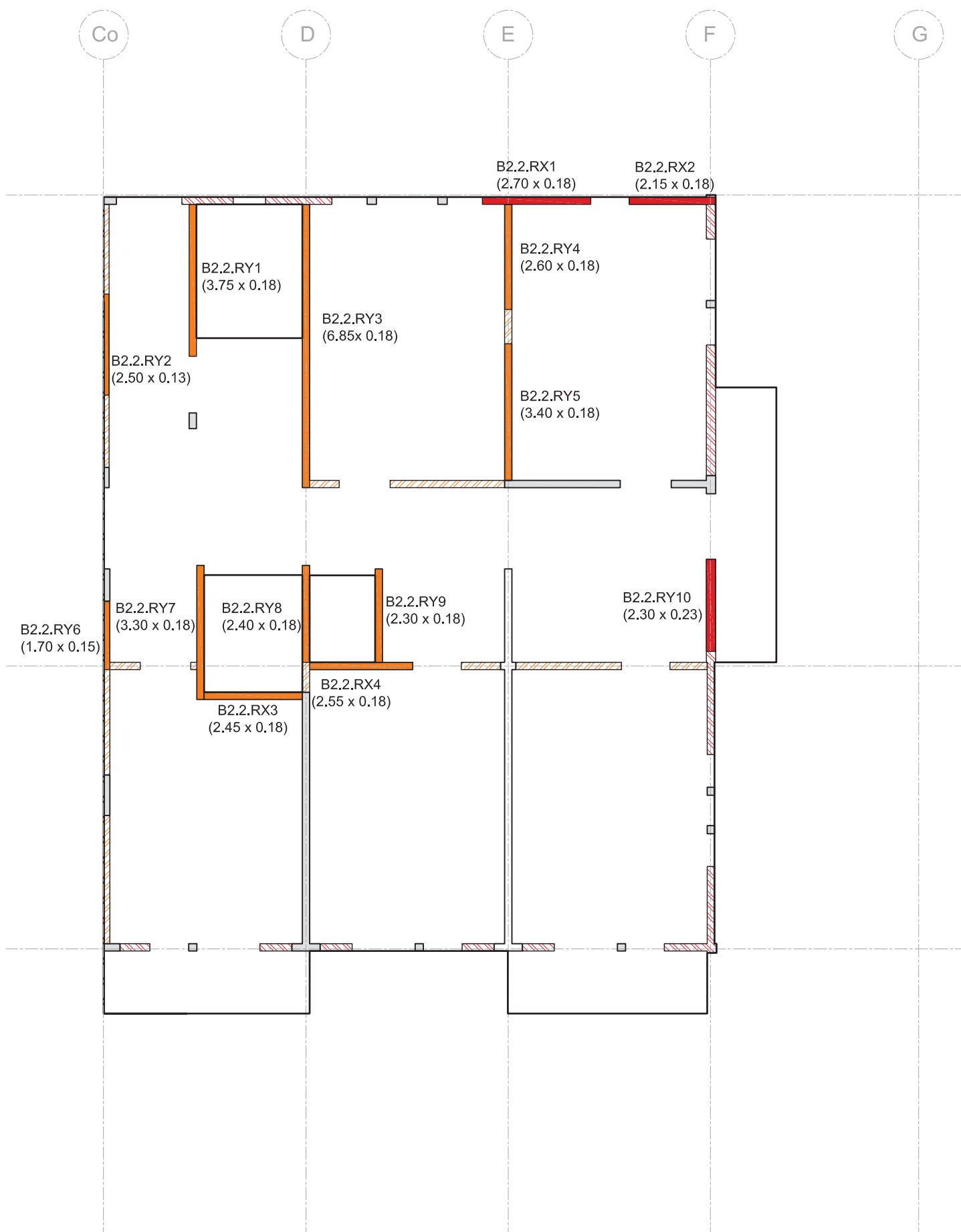
B2 : Dalle sur Rez

- Murs parasismiques en béton armé
- Murs parasismiques en maçonnerie



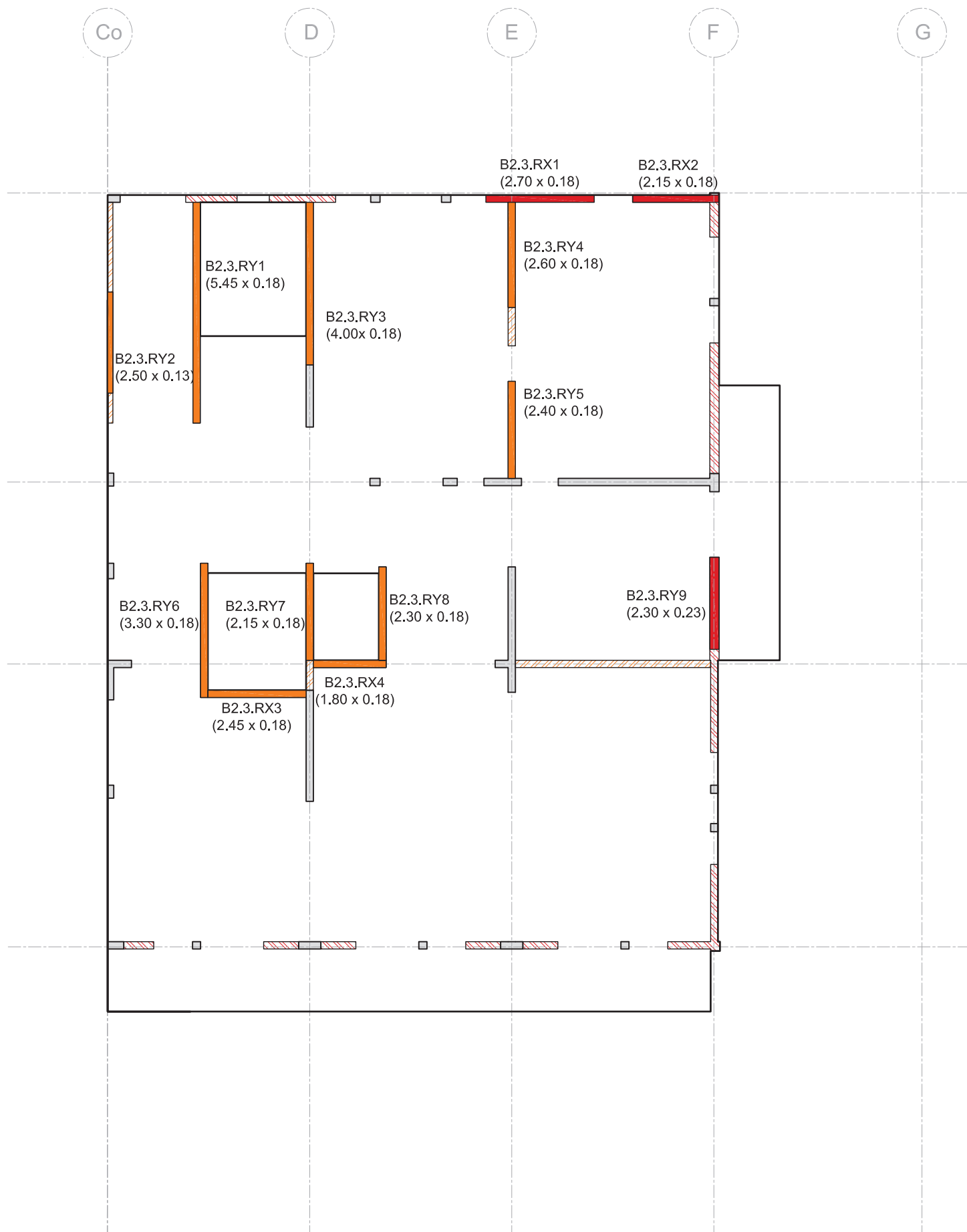
B2 : Dalle sur 1er

-  Murs parasismiques en béton armé
-  Murs parasismiques en maçonnerie
- 






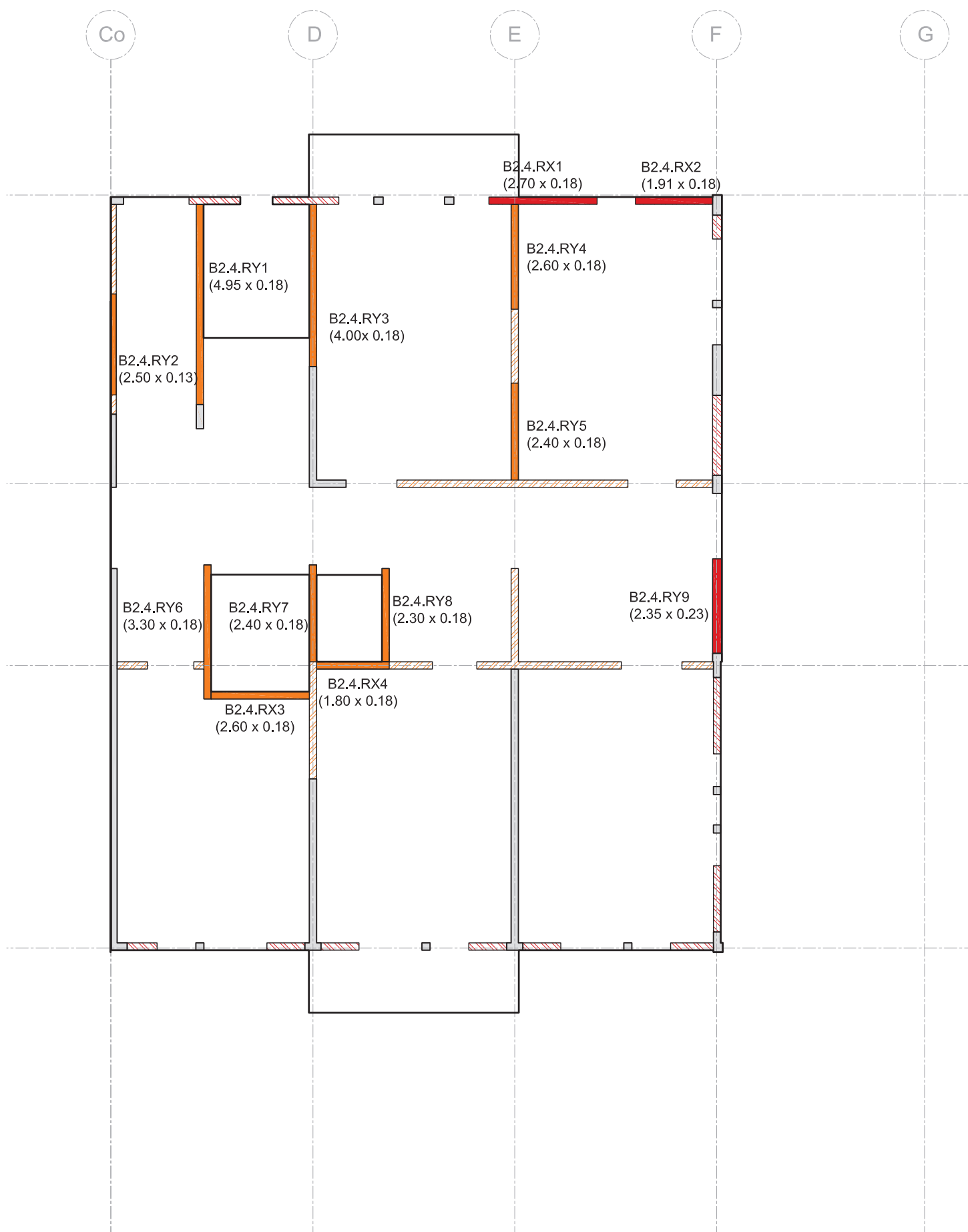
B2 : Dalle sur 2ème

- Murs parasismiques en béton armé
- Murs parasismiques en maçonnerie



B2 : Dalle sur 3ème

-  Murs parasismiques en béton armé
-  Murs parasismiques en maçonnerie
-  Murs parasismiques en maçonnerie



B2 : Dalle sur Combles

- Murs parasismiques en béton armé
- Murs parasismiques en maçonnerie
- Murs parasismiques en maçonnerie