

Projet LCDI 365

Logiciel *SismicRSPB v3.1.1*

Dossier de vérification du logiciel *SismicRSPB v3.1.1*

21 janvier 2022

Auteurs

H. Jreige : *Sciworks Technologies*

J. Pioche : *Sciworks Technologies*

P. Weis : *Sciworks Technologies*

Résumé

Ce document présente les résultats des tests effectués pour vérifier le logiciel *SismicRSPB v3.1.1*.

Table des matières

1	Le contexte	3
1.1	Le guide <i>RSPB-2.1.4</i>	3
1.2	Le logiciel <i>SismicRSPB v3.1.1</i>	3
2	Présentation de <i>SismicRSPB v3.1.1</i>	4
2.1	L'IHM de saisie	4
2.1.1	Onglet - Applicabilité du guide	5
2.1.2	Onglet - Bâtiment	6
2.1.3	Onglet - Niveaux	7
2.2	Le noyau de calcul	7
3	Limitation du logiciel <i>SismicRSPB v3.1.1</i>	8
4	Pré-requis et installation de <i>SismicRSPB v3.1.1</i>	9
4.1	Configuration requise pour Windows	9
4.2	Installation de <i>SismicRSPB v3.1.1</i>	9
5	Les vérifications effectuées	10
5.1	Vérification de la cohérence du bâtiment	10
5.2	Les critères d'applicabilité du guide (géométrie du bâtiment)	11
5.3	Les critères de conception	12
5.4	Les critères de dimensionnement	13
5.5	Critères à consolider	19
5.6	Précisions sur certains critères	20
5.6.1	Calcul des surfaces de plancher reprises par les murs de contreventement	20
5.6.2	Vérification des critères de régularité en élévation	20
6	Les tests effectués	22
6.1	Premier test	24
6.2	Deuxième test	26
6.3	Troisième test	28
6.4	Quatrième test	30
6.5	Cinquième test	31
6.6	Sixième test	34
6.7	Septième test	37
6.8	Huitième test	38
7	Annexe 1 - Méthode de calcul de la surface de plancher reposant sur les murs (Sp)	39

1 Le contexte

1.1 Le guide *RSPB-2.1.4*

Dans le cadre du « plan séisme » piloté par le Ministère de l'Écologie, l'*AFPS* s'est engagé en novembre 2005 à réaliser le guide *RSPB-2.1.4* (Règles Simplifiées pour les Petits Bâtiments).

Le guide *RSPB-2.1.4* (Règles Simplifiées pour les Petits Bâtiments) définit des règles parasismiques à appliquer au dimensionnement des bâtiments de faible hauteur construits en béton armé, en maçonnerie ou en bois.

Il fournit des méthodes simples de dimensionnement et de vérification pour les éléments structuraux de bâtiments courants en béton armé, en maçonnerie ou en bois implantés en zones de sismicité 3, 4 ou 5.

Les méthodes de vérification sont fondées sur les méthodes de l'Eurocode 8, NF EN 1998-1 [1-3] et de l'annexe nationale associée [1-4], ainsi que sur les décrets et arrêtés du 22 octobre 2010 [1-1], [1-2]. Le domaine couvert par le guide se limite aux bâtiments courants de catégorie d'importance II destinés à un usage d'habitation et de bureaux implantés en zones sismiques 3, 4 ou 5

1.2 Le logiciel *SismicRSPB v3.1.1*

SismicRSPB v3.1.1 est un outil numérique basé sur le guide *RSPB-2.1.4* version V2.1.4 qui permet d'automatiser les calculs pour les bâtiments en maçonnerie chaînées, en zone de sismicité 5 (Z5) et de classe de ductilité moyenne (DCM).

SismicRSPB v3.1.1 offre une solution ergonomique et pratique pour vérifier les règles parasismiques énoncés dans le guide *RSPB-2.1.4*.

2 Présentation de *SismicRSPB v3.1.1*

SismicRSPB v3.1.1 est constitué :

1. d'une Interface Home Machine qui permet à l'utilisateur de saisir les caractéristiques géométriques et techniques d'un bâtiment (longueur, largeur, murs, planchers, poteaux, etc.)
2. d'un noyau de calcul qui permet de vérifier les règles parasismiques précisées dans le guide *RSPB-2.1.4*.

Le principe de base de *SismicRSPB v3.1.1* est très simple :

- L'interface de saisie est complètement statique. Elle se contente de récupérer les données saisies par l'utilisateur et les transmettre au noyau de calcul (lorsque l'utilisateur clique sur le bouton "Vérification du domaine d'application du guide"). Elle ne fait que peu de vérification, principalement d'ordre syntaxique (par exemple, l'IHM vérifie que tous les nombres ne comportent que des chiffres, mais elle ne teste pas la valeur du nombre saisi).
- Le noyau de calcul se charge d'effectuer les calculs et de vérifier leur conformité aux limites spécifiées par le guide.
- Le noyau de calcul s'arrête à la première erreur, émet un message explicatif, puis rend la main à l'utilisateur.

2.1 L'IHM de saisie

L'IHM permet :

- La saisie et la représentation graphique des données.
- A tout moment, la modification libre des données.
- À tout moment, la vérification des données saisies.
- En cas d'erreur, un diagnostic pour guider la correction.
- À tout moment, la sauvegarde ou la relecture du travail en cours.
- La vérification du domaine lexical des données.

L'IHM de saisie est composée de quatre onglets :

1. **Onglet présentation** qui présente l'outil *SismicRSPB v3.1.1*.
2. **Onglet Applicabilité** qui permet à l'utilisateur de confirmer ou non le domaine d'application du guide *RSPB-2.1.4*.
3. **Onglet Bâtiment** qui permet à l'utilisateur de saisir
 - les caractéristiques du lieu d'implantation du bâtiment : zone de sismicité, classe de sol et pente du sol.
 - la géométrie du bâtiment : technique de construction, longueur, largeur, hauteur, etc.
4. **Onglet niveaux** qui permet à l'utilisateur de saisir les caractéristiques des niveaux : murs, poteaux, planchers, etc.

2.1.1 Onglet - Applicabilité du guide

L'onglet **Applicabilité du guide** présente les critères généraux qui doivent être acceptés par l'utilisateur avant la saisie des caractéristiques géométriques et techniques du bâtiment proprement dit (l'onglet **Applicabilité du guide** est présenté dans la figure 1).

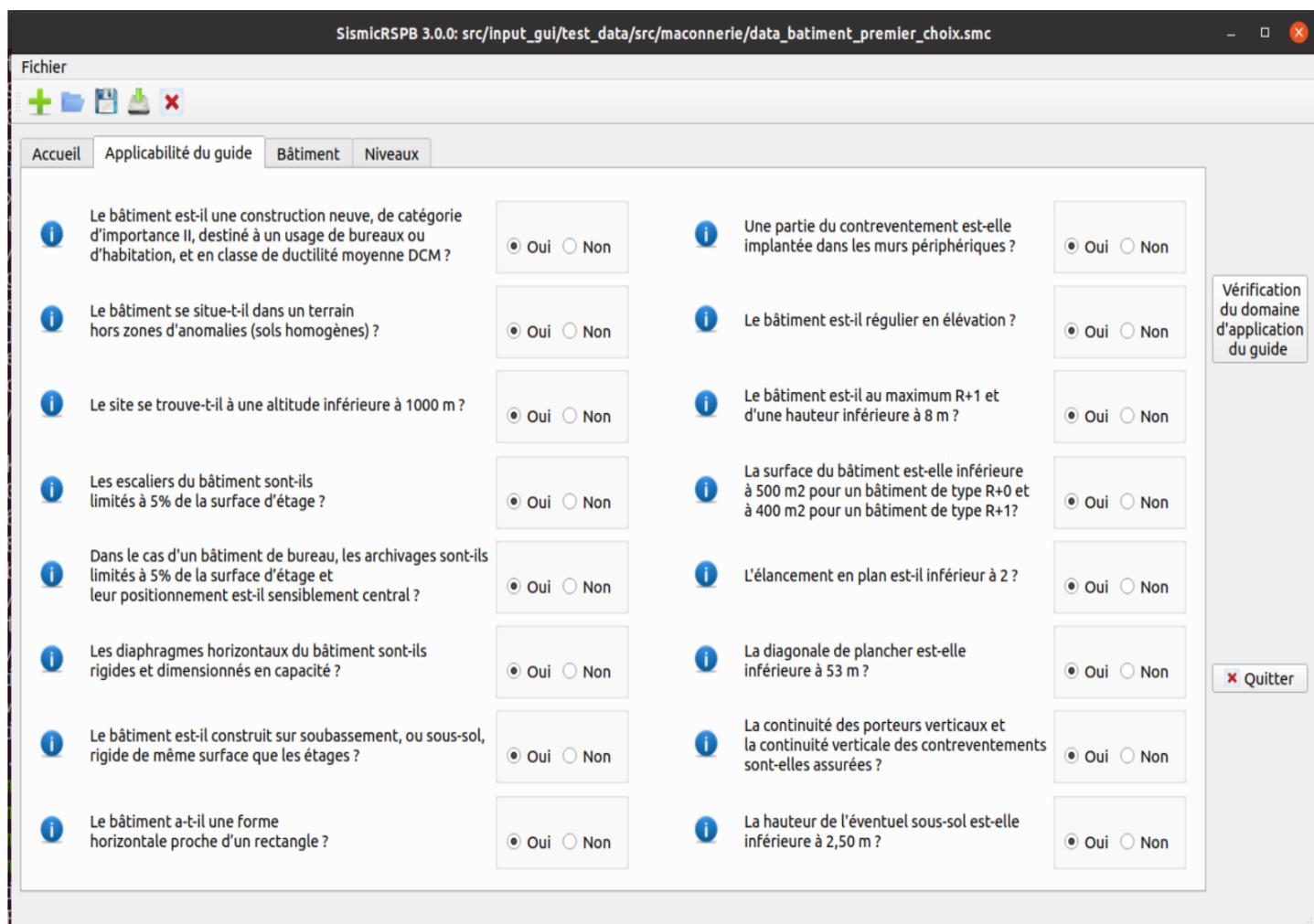


FIGURE 1 – *SismicRSPB v3.1.1* Onglet - Applicabilité du guide

Une double vérification est effectuée sur les réponses de l'utilisateur par le noyau de calcul.

La **première vérification** consiste à s'assurer que l'utilisateur a bien sélectionné le bouton "oui" qui se trouve en face de chaque question sinon il ne peut pas accéder aux autres onglets (onglet "Bâtiment" et onglet "Niveaux") pour compléter sa saisie.

Une **deuxième vérification** par le calcul est effectuée sur certaines questions (critères).

Ces vérifications concernent :

- Les questions 4 (Surface des escaliers), 6 (Diaphragmes horizontaux) et 8 (Continuité des porteurs verticaux) de la première colonne.
- Toutes les questions de la deuxième colonne.

2.1.2 Onglet - Bâtiment

L'onglet **Bâtiment** permet à l'utilisateur de saisir les caractéristiques liées au type de construction et à la géométrie du bâtiment.

L'onglet **Bâtiment** est présenté dans la figure 2).

The screenshot shows the 'Bâtiment' tab in the SismicRSPB 3.0.0 software. The window title is 'SismicRSPB 3.0.0: src/Input_gui/test_data/src/maconnerie/data_batiment_premier_choix.smc'. The interface is organized into several sections:

- Caractéristiques du lieu d'implantation du bâtiment:** Includes fields for 'Zone de sismicité' (Zone 5), 'Classe de sol' (B), and 'Pente du sol (%)' (5).
- Matériaux et composants:** Includes dropdown menus for 'Technique de construction' (Maçonnerie), 'Qualité du chaînage' (4HA12), 'Éléments de maçonnerie' (Granulats courant creux 40), 'Catégorie de joint horizontal' (Joint épais), 'Catégorie de joint vertical' (Joint rempli), and 'Catégorie béton du chaînage' (C25/30).
- Géométrie du bâtiment:** Includes fields for 'Longueur à la base du bâtiment' (14.1), 'Largeur à la base du bâtiment' (9.6), 'Hauteur du bâtiment' (5.7), 'Hauteur maximale par niveau' (2.8), 'Nombre d'étages' (R+1 selected), 'Présence d'un sous-sol ou d'un sous-bassement' (Soubassement checked), and 'Hauteur du sous-sol du bâtiment'.
- Autres caractéristiques:** Includes 'Usage du bâtiment' (Habitation), 'Présence d'une zone d'archivage' (Oui selected), and 'Présence d'une surface de vente dans le bâtiment' (Oui selected).

On the right side of the interface, there are two buttons: 'Vérification du domaine d'application du guide' and 'Quitter'.

FIGURE 2 – *SismicRSPB v3.1.1* Onglet - Bâtiment

2.1.3 Onglet - Niveaux

L'onglet **Niveaux** permet à l'utilisateur de saisir les caractéristiques des différents niveaux du bâtiment. L'onglet **Niveaux** est présenté (Niveau 0 Rez-de-chaussée) dans la figure 3).

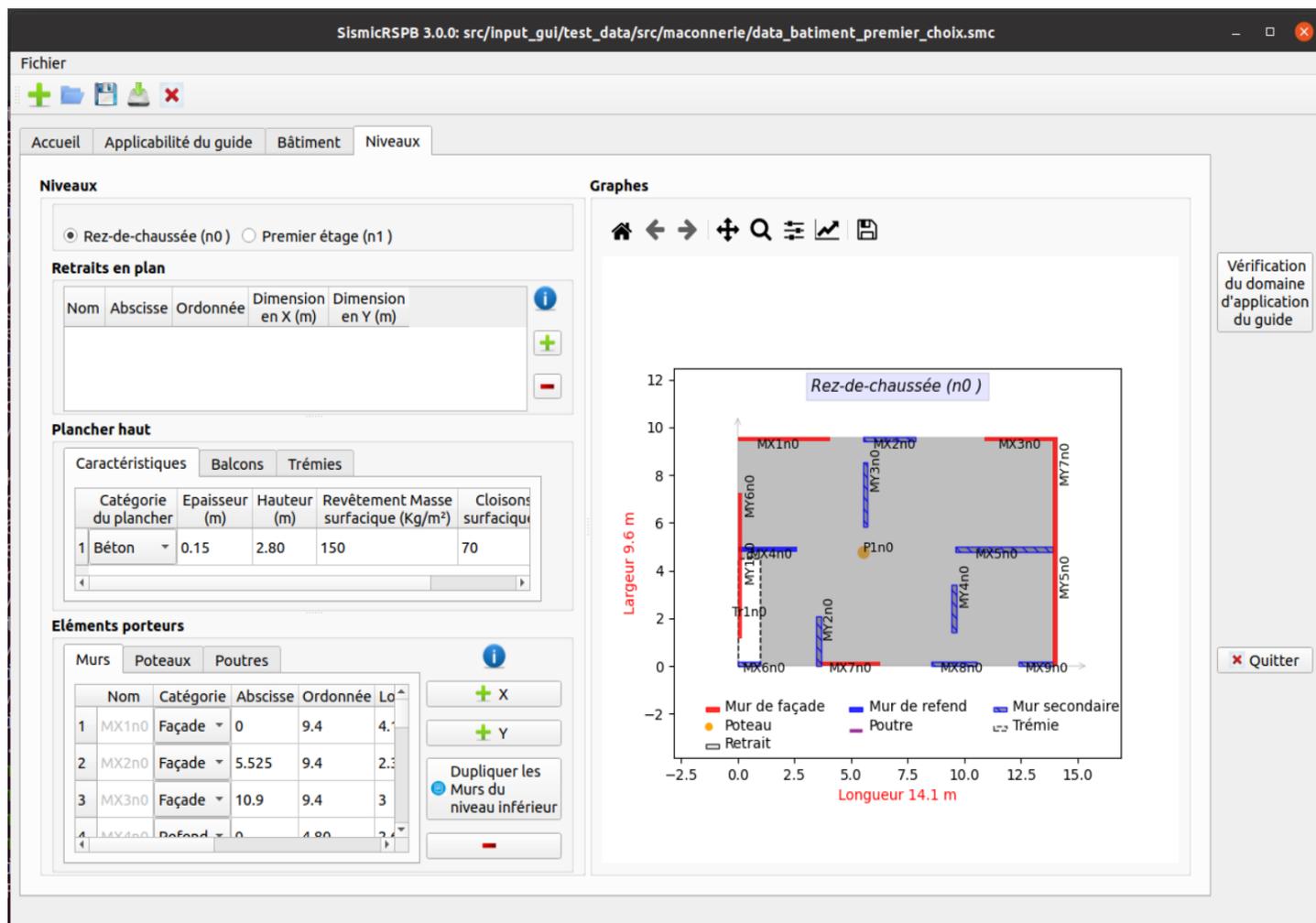


FIGURE 3 – SismicRSPB v3.1.1 Onglet - Niveaux

2.2 Le noyau de calcul

Ce que fait le moteur de calcul

- Vérifie la cohérence des données non spécifiées par le guide : les murs ne doivent pas avoir de parties communes, doivent se trouver dans le bâtiment, ne doivent pas traverser une trémie, ni un retrait, etc.
- Effectue les calculs lorsque toutes les données sont fournies.
- Consulte les tables du guide *RSPB-2.1.4, 2013* pour vérifier la conformité des résultats obtenus avec les spécifications du guide.

3 Limitation du logiciel *SismicRSPB v3.1.1*

Le logiciel *SismicRSPB v3.1.1* comporte les limitation suivantes :

1. il ne concerne que les règles simplifiées pour les murs de contreventement des bâtiments en maçonnerie,
2. il ne traite pas des calculs de planchers, de toitures, de poutres, de poteaux ni de fondations,
3. il est limité à des bâtiments comportant au maximum un étage sous-sol et deux étages hors sol (cette limitation est due au manque de données dans le guide *RSPB-2.1.4* pour les bâtiment de type R+2),
4. Le logiciel est limité aux bâtiments en zone sismique 5.

Notons enfin que *SismicRSPB v3.1.1* ne traite pas, pour le moment, les retraits en plan.

4 Pré-requis et installation de *SismicRSPB v3.1.1*

4.1 Configuration requise pour Windows

- OS : Windows 10 (32 ou 64 bits).
- Matériel (Hardware) : 4 GB RAM (2 GB minimum), 300 MB (espace disque dur).
- Autres : Connection internet pour télécharger le produit. Outil de décompression des fichiers au format ZIP (WinRAR, Winzip, 7-Zip, unzip, etc.)

4.2 Installation de *SismicRSPB v3.1.1*

Pour installer *SismicRSPB v3.1.1* il faut commencer par télécharger le produit à l'adresse suivante :

<http://www.sciworkstech.com/fr/produits/sismicrspb>

Le produit téléchargé se présente sous la forme d'un fichier compressé (zippé) au format ZIP.

Avec un outil adéquat (WinRAR, WinZIP, etc) décompressez l'archive pour extraire le fichier exécutable setup.exe.

Double-cliquez sur le fichier exécutable setup.exe pour lancer le processus d'installation. Suivez les instructions indiquant comment installer le logiciel.

5 Les vérifications effectuées

5.1 Vérification de la cohérence du bâtiment

Avant de vérifier la conformité du bâtiment aux préconisations du guide *RSPB-2.1.4*, *SismicRSPB v3.1.1* s'assure que les données du bâtiment à traiter sont cohérentes (par exemple, les murs ne doivent pas avoir de parties communes, ils doivent se trouver à l'intérieur du bâtiment et ne doivent pas traverser une trémie ni un retrait, etc.).

Les vérifications de la cohérence du bâtiment à traiter sont présentées dans le tableau ci-dessous. Ces vérifications sont effectuées dans l'ordre d'apparition dans le tableau.

Cohérence du bâtiment	
Intitulé vérification	Vérification effectuée par <i>SismicRSPB v3.1.1</i>
$L_{max} \geq L_{min}$	La longueur max L_{max} du bâtiment doit être plus grande ou égale à la largeur max L_{min} du bâtiment.
Cohérence des niveaux	Les niveaux doivent posséder un nom unique.
Nombre minimal de murs de contreventement	Le nombre de murs de contreventement dans chaque direction X ou Y doit être supérieur ou égal à 1.
Cohérence des murs	Les murs doivent posséder un nom unique, ne doivent pas avoir de parties communes, doivent se trouver à l'intérieur du bâtiment et ne doivent pas traverser trémies ni retraits.
Cohérence des poteaux	Les poteaux doivent posséder un nom unique et ne doivent pas avoir de parties communes. En revanche, un poteau peut être positionné dans un retrait ou dans une trémie.
Cohérence des poutres	Les poutres doivent posséder un nom unique, ne doivent pas avoir de parties communes et doivent se trouver à l'intérieur ou sur le contour du bâtiment.
Cohérence des trémies	Les trémies doivent posséder un nom unique, ne doivent pas avoir de parties communes et doivent se trouver à l'intérieur du bâtiment.
Cohérence des balcons	Les balcons doivent posséder un nom unique et doivent être basés sur la façade du bâtiment.
Cohérence des retraits	Les retraits doivent posséder un nom unique, ne doivent pas avoir de parties communes, doivent se trouver dans le plan de base du bâtiment et qu'au moins deux sommets se trouvent sur le périmètre du plan de base.
Cohérence des plans	Les plans doivent posséder un nom unique.

TABLE 1 – Tableau de vérification de la cohérence du bâtiment à traiter.

5.2 Les critères d'applicabilité du guide (géométrie du bâtiment)

Les critères cités ci-dessous¹ sont ceux des paragraphes 2.1² et 5.4³ du guide *RSPB-2.1.4*.

- **CR1-1 - Limitation de la surface totale des trémies**
Escaliers limités à 5% de la surface d'étage (*RSPB-2.1.4*, p. 10, § 2.1, Tab. 2-1).
- **CR1-2 - Nombre maximum de niveaux**
Maximum $R+2$ (*RSPB-2.1.4*, p. 10, § 2.1, Tab. 2-1) (Ramené à $R+1$ par manque des données dans le guide).
- **CR1-3 - Limitation de la hauteur du bâtiment**
Hauteur $\leq 15m$ (*RSPB-2.1.4*, p. 10, § 2.1, Tab. 2-1).
- **CR1-4 - Limitation de la surface rectangulaire projetée au sol**
La surface rectangulaire projetée au sol de la construction est inférieure ou égale à $500m^2$ pour un bâtiment de type $R+0$ et à $400m^2$ pour un bâtiment de type $R+1$ ou $R+2$ (*RSPB-2.1.4*, p. 10, § 2.1, Tab. 2-1 et p. 73, point (1)).
- **CR1-5 - Limitation de la diagonale de plancher**
Au maximum une diagonale de plancher de $53m$ (*RSPB-2.1.4*, p. 10, § 2.1, Tab. 2-1).
- **CR1-6 - Limitation de la hauteur du sous-sol**
Hauteur maximale de l'éventuel sous-sol : $2,50m$ (*RSPB-2.1.4*, p. 10, § 2.1, Tab. 2-1).
- **CR1-7 - Limitation de la hauteur d'étage**
Hauteur maximale d'étage : $2,80m$ (*RSPB-2.1.4*, p. 10, § 2.1, Tab. 2-1).
- **CR1-8 - Masse surfacique des planchers**
Le poids propre du plancher (revêtements de sol et cloisons compris) ne doit pas excéder $650kg/m^2$ (*RSPB-2.1.4*, p. 73, point (2)).
- **CR1-9 - Limitation des dimensions des trémies**
Les dimensions a et b des trémies à chaque niveau, parallèles respectivement à Lx et Ly . $a \leq \min(0,5Lx, 4m)$ et $b \leq \min(0,5Ly, 4m)$ où Lx et Ly désignent respectivement les dimensions du bâtiment parallèles à a et b (*RSPB-2.1.4* p73, point (4)).

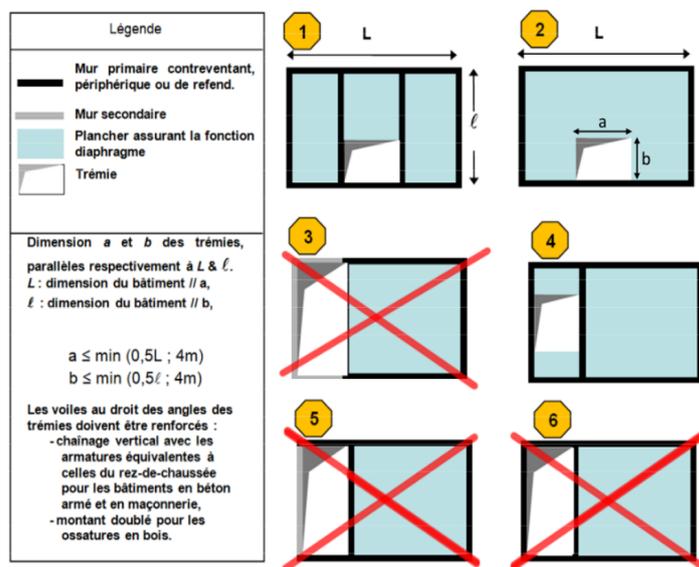


FIGURE 4 – Régularité des trémies.

- **CR1-10 - Limitation de l'élançement du bâtiment**
L'élançement en plan du bâtiment (rapport entre les 2 longueurs de la construction données par les 2 directions de contreventement perpendiculaires entre elles, doit être inférieur ou égal à 2,0 (*RSPB-2.1.4*, p. 10, Tab. 2-1 et p. 73, point (6))).

1. Nous avons numéroté et ajouté un titre à ces critères.
2. AFPS, *RSPB-2.1.4*, 2013, p. 10, § 2.1, Tab. 2-1.
3. AFPS, *RSPB-2.1.4*, 2013, p. 73, § 5.4

5.3 Les critères de conception

Les critères cités ci-dessous 1 sont ceux du paragraphe 5.4 (Tableaux simplifiés) du guide *RSPB-2.1.4* 3.

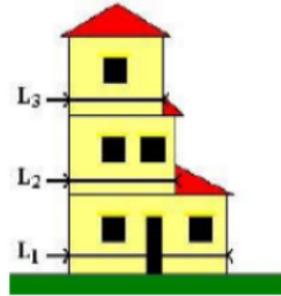
- **CR2-1 - Retraits en élévation (Régularité en élévation)**

Le bâtiment peut présenter des retraits en élévation ($R + 1$ et $R + 2$) dans les limites suivantes (*RSPB-2.1.4*, p. 73, point (3)) :

Cas 1 : 2 retraits

$$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0,10$$

$$\text{et } \frac{L_2 - L_3}{L_2} \leq 0,10$$



Cas 2 : 1 retrait

$$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0,20$$

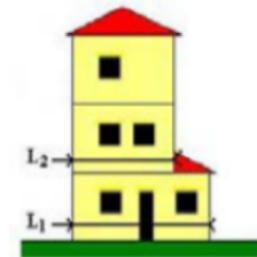


FIGURE 5 – Régularité en élévation.

- **CR2-2 - Continuité des porteurs verticaux**

Des murs de contreventement doivent être disposés selon deux directions orthogonales et doivent être continus sur toute la hauteur du bâtiment. Toutefois, deux murs peuvent être considérés comme parallèles si l'angle entre leurs plans ne dépasse pas 15 (*RSPB-2.1.4*, p. 73, point (5))

Ce critère est traité en deux temps

1. **CR2-2-1 Continuité des murs de contreventement**
2. **CR2-2-2 Continuité des appuis de poutres**

- **CR2-3 - Retraits en plan (régularité en plan)**

La somme des parties en retrait par rapport au polygone convexe circonscrit au plancher ou à la charpente faisant office de diaphragme ne doit pas avoir une dimension supérieure à 30% de la surface du plancher. Aucune partie en retrait ne peut excéder 10% de la surface du plancher, avec une limite totale de 6 retraits. Les balcons doivent être inclus dans le contour du plancher et sa surface. La vérification doit être effectuée à chaque niveau (*RSPB-2.1.4*, p. 73, point (7)).

5.4 Les critères de dimensionnement

Les critères cités ci-dessous sont ceux du paragraphe 5.4 (Tableaux simplifiés) du guide *RSPB-2.1.4* 1.

- **CR3-1 Murs de façades parallèles suffisant**

Il est nécessaire d'avoir dans au moins une direction, deux murs parallèles situés en façade ayant une longueur supérieure ou égale à 30% de la longueur du bâtiment dans la direction considérée (*RSPB-2.1.4*, p. 73, point (8)).

- **CR3-2 Rapport des longueurs cumulées des murs de chaque direction**

Le rapport des longueurs cumulées des murs de chaque direction doit être compris dans l'intervalle suivant : $0,8 \leq L_{Tx}/L_{Ty} \leq 1,25$ (*RSPB-2.1.4*, p. 73, point (9))

- **CR3-3 - Limitation de la longueur cumulée des murs en refend**

La longueur cumulée des murs de contreventement en refend ne doit pas être supérieure ou égale à 25% de la longueur totale des murs de contreventement (*RSPB-2.1.4*, p. 73, point (10)).

- **CR3-4 Limitation de la dissymétrie d'implantation**

Le pourcentage de murs dans chaque direction, et situés de part et d'autre d'une ligne parallèle à la direction considérée passant par le centre de masse du plancher, doit être compris entre 30 et 70% pour une direction et entre 45 et 55% pour l'autre direction (*RSPB-2.1.4*, p. 74, point (11)).

- **CR3-5 Limitation de la surface de plancher reprise par les murs**

La surface de plancher S_p reposant sur chacun des murs de contreventement (descente de charges) doit être inférieure ou égale à la surface $S_{p,max}$ indiquée dans les tableaux suivants (tableau 2). La surface $S_{p,max}$ dépend de la longueur du mur, du nombre de niveaux et du type de mur (mur de façade ou refend). À noter que seuls les murs de contreventement sont à prendre en compte pour la descente de charges (*RSPB-2.1.4*, p. 74, point (12)).

Ce critère est traité en deux temps :

1. **CR3-5-0 Impossibilité de déterminer la surface S_p pour un mur**
2. **CR3-5-1 La valeur S_p est supérieur à la valeur limite $S_{p,max}$**

Murs de façade ou de refend $S_{p,max}$ (m ²)																	
l (en m)	5	4,75	4,5	4,25	4	3,75	3,5	3,25	3	2,75	2,5	2,25	2	1,75	1,5	1,25	1
R+0	44	40	36	33	30	27	24	22	20	18	16	15	14	13	12	11	10
R+1	31	28	25	22	19	17	15	13	12	12	12	11	11	11	11	10	10
R+2	27	24	21	19	17	15	14	13	12	11	11	11	11	11	11	10	10

TABLE 2 – Surface de plancher max ($S_{p,max}$) fonction de la longueur de mur.

- **CR3-6 Longueur moyenne des murs, qualité des chaînages**

La longueur moyenne des murs de contreventement dans chacune des directions principales doit être au moins de 1,5m, sauf dans le cas où le pourcentage $p_{a,min}$ des tableaux suivants (figures : 6, 7, 8, 9 et 10) de la clause suivante est suivi par *, alors la longueur moyenne doit être au moins de 2m. Lorsque la longueur moyenne des murs de contreventement doit être de 2m au minimum, les chaînages horizontaux et verticaux doivent être constitués de 4HA12 (armatures longitudinales). Sinon, ils doivent être constitués de 4HA10 (*RSPB-2.1.4*, p. 74, point (13)).

Ce critère est traité en quatre temps :

1. **CR3-6-1 Longueur moyenne des murs de contreventement**
2. **CR3-6-2 Choix des chaînages**
3. **CR3-6-3 Qualité des éléments**
4. **CR3-6-4 Qualité des joints verticaux**

• **CR3-7 Surface au sol des murs de contreventement p/r à la surface du plancher**

Le pourcentage p_a correspondant à la surface au sol des murs de contreventement par rapport à la surface totale du plancher doit être supérieur ou égal au pourcentage minimum $p_{a,min}$ indiqué dans les tableaux suivants (figures : 6, 7, 8, 9 et 10) et ce pour chacune des deux directions principales. Le pourcentage $p_{a,min}$ est fonction à la fois de la zone de sismicité, de la classe de sol et du nombre de niveaux, de la résistance et d'épaisseur des blocs (*RSPB-2.1.4, p. 74, point (14)*).

Zone de sismicité 5				
Maçonnerie de blocs de béton de granulats courants				
Jointés épais				
R + 0	Sol	A	B	C
	$p_{a,min}$ (%)	1,1 *	1,4 *	1,3 *
	Caractéristiques éléments	Creux – 40	Creux – 40	Creux – 40
R + 1	Sol	A	B	C
	$p_{a,min}$ (%)	2,2 *	2,7 *	2,6 *
	Caractéristiques éléments	Creux – 60	Creux – 60	Creux – 60
R + 2	Sol	A	B	C
	$p_{a,min}$ (%)	-	-	-
	Caractéristiques éléments	-	-	-

FIGURE 6 – *SismicRSPB v3.1.1* Le pourcentage p_a correspondant à la surface au sol des murs - Blocs de béton granulats courants - joints épais

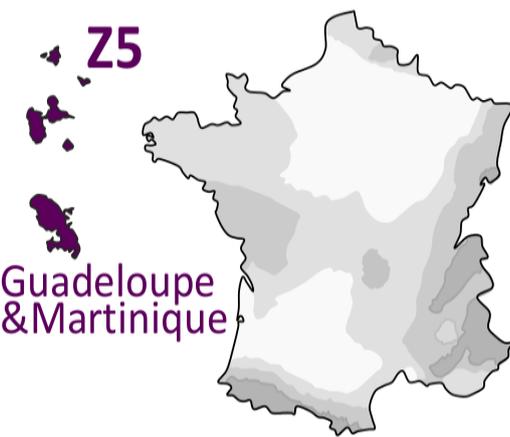
Zone de sismicité 5				
Maçonnerie de blocs de béton de granulats courants				
Joints minces				
R + 0	Sol	A	B	C
	$p_{a,min}$ (%)	1,4 *	1,7 *	1,6 *
	Caractéristiques éléments	Creux – 40	Creux – 40	Creux – 40
R + 1	Sol	A	B	C
	$p_{a,min}$ (%)	2,5 *	3,1 *	3,0 *
	Caractéristiques éléments	Creux – 60	Creux – 60	Creux – 60
R + 2	Sol	A	B	C
	$p_{a,min}$ (%)	-	-	-
	Caractéristiques éléments	-	-	-

FIGURE 7 – *SismicRSPB v3.1.1* Le pourcentage p_a correspondant à la surface au sol des murs - Blocs de béton granulats courants - joints minces

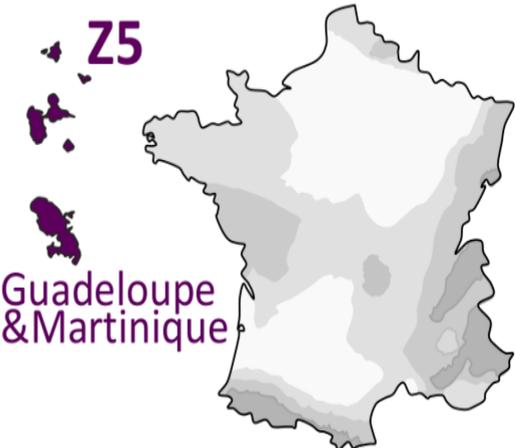
Zone de sismicité 5				
Maçonnerie de briques de terre-cuite				
Joints épais				
R + 0	Sol	A	B	C
	$p_{a,min}$ (%)	1,7 *	2,2 *	2,0 *
	Caractéristiques éléments	Creuse - 4	Creuse - 4	Creuse - 4
R + 1	Sol	A	B	C
	$p_{a,min}$ (%)	2,4 *	3,0 *	2,8 *
	Caractéristiques éléments	Creuse - 8	Creuse - 8	Creuse - 8
R + 2	Sol	A	B	C
	$p_{a,min}$ (%)	-	-	-
	Caractéristiques éléments	-	-	-

FIGURE 8 – *SismicRSPB v3.1.1* Le pourcentage p_a correspondant à la surface au sol des murs - Briques de terre cuite - joints épais

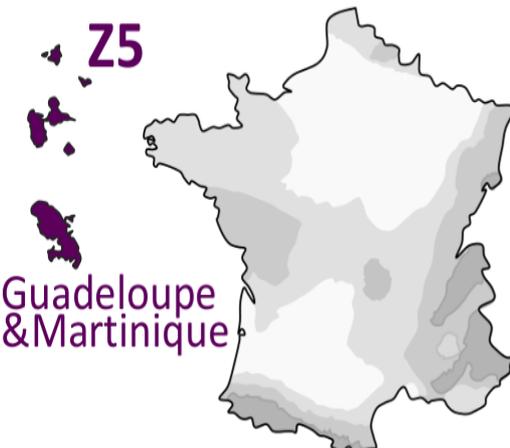
Zone de sismicité 5				
Maçonnerie de briques de terre-cuite				
Joints minces				
R + 0	Sol	A	B	C
	$p_{a,min}$ (%)	1,1 *	1,4 *	1,3 *
	Caractéristiques éléments	Creuse - 8	Creuse - 8	Creuse - 8
R + 1	Sol	A	B	C
	$p_{a,min}$ (%)	2,3 *	2,8 *	2,7 *
	Caractéristiques éléments	Creuse - 12	Creuse - 12	Creuse - 12
R + 2	Sol	A	B	C
	$p_{a,min}$ (%)	-	-	-
	Caractéristiques éléments	-	-	-

FIGURE 9 – *SismicRSPB v3.1.1* Le pourcentage p_a correspondant à la surface au sol des murs - Briques de terre cuite - joints minces

Zone de sismicité 5				
Maçonnerie de blocs de béton cellulaire autoclavé				
Jointes minces				
R + 0	Sol	A	B	C
	$p_{a,min}$ (%)	1,3 *	1,6 *	1,5 *
	Caractéristiques éléments	R _{CN} 3,0 MPa	R _{CN} 3,0 MPa	R _{CN} 3,0 MPa
R + 1	Sol	A	B	C
	$p_{a,min}$ (%)	2,9 *	3,5 *	3,3 *
	Caractéristiques éléments	R _{CN} 4,0 MPa	R _{CN} 4,0 MPa	R _{CN} 4,0 MPa
R + 2	Sol	A	B	C
	$p_{a,min}$ (%)	-	-	-
	Caractéristiques éléments	-	-	-

FIGURE 10 – *SismicRSPB v3.1.1* Le pourcentage p_a correspondant à la surface au sol des murs - blocs de béton cellulaire autoclavé - joints minces

5.5 Critères à consolider

Dans le document intitulé *Rapport_Expertise-logiciel SismicRSPB N°6*⁴, P. QUISTIN et E. FOURNELY ont identifié deux critères qui nécessitent une consolidation.

Les deux critères incriminés sont :

- Le critère **CR3-4 - Dissymétrie d’implantation des contreventements**. Ce critère est mentionné dans 3 endroits du guide *RSPB-2.1.4, 2013* avec des valeurs de vérifications différentes.
- Le critère **CR2-2 - Continuité des murs de contreventement**. Ce critère semble en contradiction avec les critères CR2-1 (Retraits en élévation) et CR2-3 (Retraits en plan).

En conséquence, ils ont proposé une solution permettant de consolider les deux critères.

Dans *SismicRSPB v3.1.1*, nous avons implémenté les solutions proposées dans le document *Rapport_Expertise-logiciel SismicRSPB N°6*.

4. P. QUISTIN et E. FOURNELY, *Rapport_Expertise-logiciel SismicRSPB N°6, Nov. 2019*

5.6 Précisions sur certains critères

5.6.1 Calcul des surfaces de plancher reprises par les murs de contreventement

Lorsque le bâtiment satisfait toutes les contraintes imposées par le guide *RSPB-2.1.4*, le logiciel calcule la surface de plancher reprise par chaque mur de contreventement. Il vérifie alors pour chaque mur, que l'aire de la surface reprise par le mur ne dépasse pas la valeur maximale autorisée par le guide *RSPB-2.1.4* pour un mur de cette longueur (valeur $S_{p,max}$ du mur, voir paragraphe suivant).

Les poteaux et les poutres du bâtiment sont utilisés dans le calcul des surface de plancher afin de délimiter les surfaces de plancher reprises par les murs. En revanche, seuls les murs sont aptes à reprendre les surfaces de plancher : les poutres et poteaux ne reprennent aucune surface de plancher, mais influent sur la délimitation des surfaces reprises par les murs.

Les surfaces de plancher reprises par chaque mur apparaissent graphiquement sur le dessin de chaque niveau du bâtiment.

En outre, les valeurs numériques des aires de plancher reprise par chaque mur sont rassemblées à titre d'information dans une fenêtre de l'interface graphique.

Calcul du $S_{p,max}$ des murs primaires

La valeur $S_{p,max}$ d'un mur de refend ou de façade dépend du nombre de niveaux du bâtiment, et de la longueur du mur. Le guide *RSPB-2.1.4* comporte un tableau qui permet de calculer cette valeur. Plus précisément, *SismicRSPB v3.1.1* utilise le mécanisme de calcul décrit dans ce paragraphe.

Données du *RSPB-2.1.4* pour le calcul du $S_{p,max}$ des murs primaires

Les données du $S_{p,max}$ des murs se trouvent dans le tableau de la page 74 du guide *RSPB-2.1.4*. Ces données sont limitées aux murs dont la longueur est comprise entre 1 et 5 m et sont indiquées par pas de 25 cms. Or, le guide Rspb ne donne pas de limitation sur la longueur des murs des bâtiments. En pratique, les murs des constructions peuvent donc avoir plus de 5 mètres.

Le logiciel *SismicRSPB v3.1.1* doit donc calculer le $S_{p,max}$ de murs dont les valeurs ne figurent pas dans l'abaque du *RSPB-2.1.4*. Il utilise alors l'algorithme du paragraphe suivant.

Algorithme de calcul du $S_{p,max}$ des murs de contreventement

Informellement, l'algorithme (voir pragraphe 7 pour plus d'information) utilisé s'énonce ainsi :

1. si la longueur du mur est listée dans l'abaque du *RSPB-2.1.4*, son $S_{p,max}$ est lu directement dans le guide,
2. si le mur mesure plus de 5 mètres, il est considéré comme un mur de 5 mètres, juxtaposé à un second mur et le $S_{p,max}$ est la somme des $S_{p,max}$ des deux murs,
3. si le mur mesure moins de 1 mètre, son $S_{p,max}$ est calculé par interpolation linéaire du $S_{p,max}$ d'un mur d'un mètre.

Remarque : la clause (3) ne se présente pas directement, mais lors d'un calcul qui déclenche la clause (2). Par exemple pour un mur de 5.5 m, on doit ajouter le $S_{p,max}$ d'un mur de 5 m au $S_{p,max}$ d'un mur de 0,5 m.

Plus formellement, le $S_{p,max}$ d'un mur de longueur l , est caculé par la fonction $S_{p,max}(l)$ suivante :

1. si l est compris entre 1 et 5, alors $S_{p,max}(l)$ est la valeur obtenue par la fonction constante par morceaux définie par le tableau du guide.
2. si l est supérieure à 5, $S_{p,max}(l) = S_{p,max}(5) + S_{p,max}(l - 5)$
3. si l est inférieure à 1, alors $S_{p,max}(l) = l * S_{p,max}(1)$.

5.6.2 Vérification des critères de régularité en élévation

Les bâtiments en maçonnerie de type R+1 ou R+2 peuvent présenter des retraits en élévation, sous certaines contraintes de taille.

SismicRSPB v3.1.1 détecte ces retraits en élévation en observant la réduction de la taille (longueur et/ou largeur de l'enveloppe rectangulaire du bâtiment).

SismicRSPB v3.1.1 vérifie alors que la diminution de la longueur et de la largeur du rectangle enveloppe sont inférieures aux limites fixées par le guide : 10% si le bâtiment présente deux retraits, 20% dans le cas d'un seul retrait.

Plus précisément, lors d'un retrait en élévation du niveau n au niveau $n+1$, si le rectangle enveloppe du niveau n mesure $L1 \times l1$ et le rectangle enveloppe du niveau $n+1$ mesure $L2 \times l2$, on vérifie les critères suivants :

1. $1 - L2/L1 \leq 0.2$ et $1 - l2/l1 \leq 0.2$

2. si le bâtiment présente plus d'un retrait en élévation, on vérifie que tous les retraits en élévation satisfont la contrainte plus stricte $1 - L2/L1 \leq 0.1$ et $1 - l2/l1 \leq 0.1$.

Remarque : le critère (2) ne se présente pas dans *SismicRSPB v3.1.1* puisque le logiciel ne traite pas les bâtiment de type R+2 (du fait de l'absence de données concernant le $P_{a,min}$ de ces bâtiments en zone 5 dans le guide *RSPB-2.1.4*).

6 Les tests effectués

Nous avons effectués les tests avec l'exemple fourni par Paul QUISTIN dans son document intitulé <LCDI365_Exemples_RSPB_Ind01.pdf>⁵.

Les tableaux ci-dessous (tableau 3 et tableaux 4 et 5) présentent les principales caractéristiques du bâtiment à traiter.

Nombre de niveaux	2
Surface habitable (emprise au sol)	$14,1m * 9,60m = 134,4 m^2$
Rdc	Surface de vente
1er étage	Habitation au Rdc surface de vente
Soubassement	Pente terrain 5% Vide sanitaire 90 cm
Plancher haut - Rdc	Dalle béton armé : masse volumique $\rho = 2500kg/m^3$ épaisseur = 0,15 m charge cloison = $150 kg/m^2$ changés revêtement = $70 kg/m^2$
Plancher haut - 1er étage	Toiture charpente bois 4 pans avec brisure de pente (couverture tôle)
Hauteur niveau	Rdc : 2,80m Etage : 2,75 m
Hauteur totale	Non renseigné
Trémie (escalier)	Une trémie est un rectangle dont le point bas gauche est (0,0). Sa dimension est de $1m * 4,50m$
Type de sol	Classe B

TABLE 3 – Caractéristiques géométriques du bâtiment à traiter.

5. P. QUISTIN, LCDI365 - RSPB - Z5 EXEMPLES PRATIQUES Ind01, 26/10/2018

Les caractéristiques des murs primaires⁶ et secondaires⁷ sont présentées dans les tableaux 4 et 5

Murs - Direction X.				
Type P : signifie mur Primaire et type S signifie mur Secondaire .				
Nom	longueur (en m)	largeur (en m)	Type (Rdc)	Type (Niveau toit)
MX1n0(1)	4,1	0,2	P	P
MX2n0(1)	2,3	0,2	S	S
MX3n0(1)	3	0,2	P	P
MX4n0(1)	2,6	0,2	P	S
MX5n0(1)	4,3	0,2	S	S
MX6n0(1)	1	0,2	S	S
MX7n0(1)	2,8	0,2	P	P
MX8n0(1)	2	0,2	S	S
MX9n0(1)	1,5	0,2	S	S

TABLE 4 – Configuration initiale des murs en X.

Murs - Direction Y				
Nom	longueur (en m)	largeur (en m)	Type (Rdc)	Type (Niveau toit)
MY1n0(1)	4	0,2	P	P
MY2n0(1)	2,1	0,2	S	Pas de mur au niveau 1
MY3n0(1)	2,7	0,2	S	Pas de mur au niveau 1
MY4n0(1)	2	0,2	S	Pas de mur au niveau 1
MY5n0(1)	5	0,2	P	P
MY6n0(1)	2,1	0,2	P	P
MY7n0(1)	4,6	0,2	P	P

TABLE 5 – Configuration initiale des murs en Y.

Notons par ailleurs, que le guide *RSPB-2.1.4* (page 14) précise que :

“les éléments de maçonnerie utilisés ont une épaisseur minimale de 15 cm pour les éléments pleins ou assimilés (groupe 1) et de 20 cm pour les autres types (NF EN 1998-1 § 9.5.1 tableau 9.2 AN)”.

6. Un mur primaire est un mur porteur

7. Un mur secondaire est un mur non porteur

6.1 Premier test

Le premier choix correspond à la figure ci-jointe 11.

Le bâtiment est défini dans le fichier <data_batiment_premier_choix.smc>.

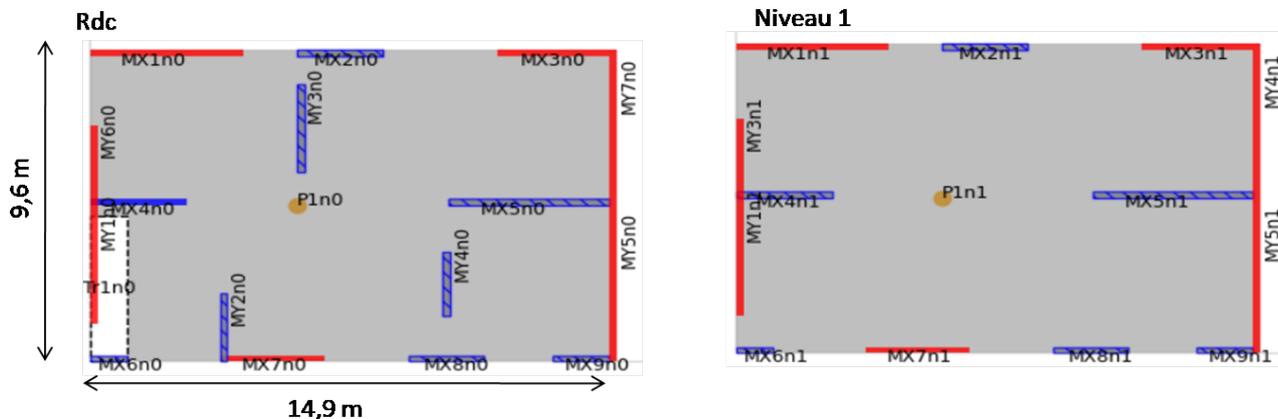


FIGURE 11 – Choix numéro 1

Cohérence du bâtiment		
Cohérence du bâtiment à vérifier	Vérification	Commentaire
Cohérence du bâtiment à vérifier $L_{max} \geq L_{min}$ - La longueur max L_{max} du bâtiment doit être plus grande ou égale à la largeur max L_{min} du bâtiment.	$L_{max} = 14.1 > L_{min} = 9.6$	Vérifié
Cohérence des niveaux - Les niveaux doivent posséder un nom unique.	noms des niveaux : "Nv1" et "Nv0"	Vérifié
Nombre minimal de murs de contreventement - Le nombre de murs de contreventement dans chaque direction X ou Y doit être supérieur ou égal à 1.	RAS	Vérifié
Cohérence des murs - Les murs doivent posséder un nom unique, ne doivent pas avoir de parties communes, doivent se trouver à l'intérieur du bâtiment et ne doivent pas traverser trémies ni retraits.	Le mur "MX6n0" traverse la trémie "Tr1n0"	Echoué

TABLE 6 – Cohérence du bâtiment

<p>Critère vérifié par le logiciel : Cohérence des murs Les murs ne doivent pas traverser une trémie.</p>
<p>Exemple : fichier <data_batiment_premier_choix.smc></p>
<p><i>SismicRSPB v3.1.1</i> émet le message d'erreur suivant :</p> <p>Cohérence du bâtiment : échec du test CR-0-3 :</p> <p>Au rez-de-chaussée (niveau "Nv0"), une partie du mur "MX6n0" se trouve dans la trémie "Tr1n0", ce qui est incorrect car la partie haute correspondante du mur "MX6n0" n'est rattaché à aucun support physique du bâtiment</p> <p>Critère CR-0-3 "Cohérence des murs"</p> <p>(Test 13).</p> <p>Pour plus d'information, consulter le détail des calculs dans le fichier :</p> <p>src/input_gui/test_data/src/maconnerie/data_batiment_premier_choix.smr</p>

TABLE 7 – Cohérence du bâtiment - Mur dans trémie

6.2 Deuxième test

Le deuxième choix correspond à la figure ci-joint 12 dans laquelle nous avons modifié la position de la trémie. La trémie est un rectangle dont le point bas gauche est (0.2, 0.2). Sa dimension est de $1m * 4,50m$.

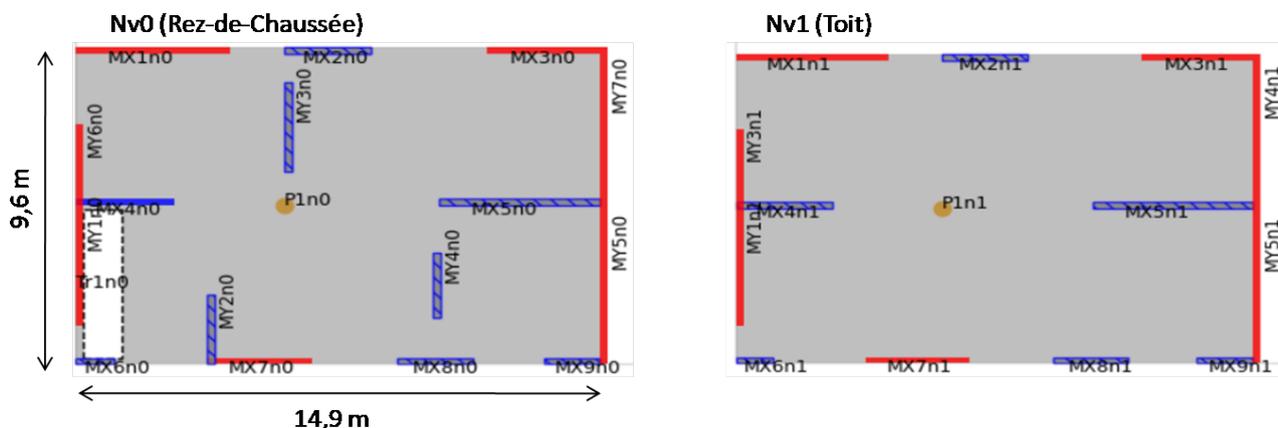


FIGURE 12 – Choix numéro 2 - Changement de la position de la trémie

Le bâtiment est défini dans le fichier <data_batiment_deuxieme_choix.smc>.

Domaine d'application du guide		
Critères à vérifier	Vérification	Commentaire
CR1-1 - Limitation de la surface totale des trémies	$S_{Tremie} = 4.5m^2 \leq 5\%S_{etage} = 6.77m^2 (S_{etage} = 9.6 * 14.1 = 135.36m^2)$	Vérifié
CR1-2 - Nombre maximum de niveaux	R + 1	Vérifié
CR1-3 - Limitation de la hauteur du bâtiment	Hauteur bâtiment = $2.75 + 2.8 + 0.2 = 5.75$ $m \leq 15m$	Vérifié
CR1-4 - Limitation de la surface rectangulaire projetée au sol	$S = 14.1 * 9.60 = 134.4m^2 \leq 400m^2$	Vérifié
CR1-5 - Limitation de la diagonale de plancher	$diag\sqrt{9.6^2 + 14.1^2} = 17.05 \leq 53m$	Vérifié
CR1-6 - Limitation de la hauteur du sous-sol	$2.75 \leq 2.75$	Vérifié
CR1-7 - Limitation de la hauteur d'étage	$2.80 \leq 2.80$	Vérifié
CR1-8 - Masse surfacique des planchers	$P_{plancher} = \rho * 0.15 + 150 + 70 = 595 \leq 650kg/m^2$	Vérifié
CR1-9 - Dimension des trémies	Direction Y $b = 4.5 m$. Donc b n'est pas inférieur à $min(0.5L_y, 4m) = 4m$	Echoué

TABLE 8 – Vérifications des critères : Domaine d'application du guide.

**Critère vérifié par le logiciel : régularité des trémies
(diaphragmes horizontaux rigides et dimensionnés en capacité).**

Une trémie ne peut pas avoir une dimension supérieure à la limite de $4m$

Exemple : fichier <data_batiment_deuxieme_choix.smc>
la trémie "Tr1n0" est erroné car elle a pour longueur 4.5 m

SismicRSPB v3.1.1 émet le message d'erreur suivant :

Géométrie du bâtiment : échec du test CR-1-9 :

Au rez-de-chaussée (niveau "Nv0"), la trémie "Tr1n0" a pour longueur 4.50 m dans la direction Y, ce qui est supérieur à la limite de 4.00 m (Cette limite est le minimum entre 4.00 m et 50.00 % de 9.60 m.)

Critère CR-1-9 "Limitation de la dimension des trémies (guide 2.1.4, p.73, point (4))"

(Test 29).

Pour plus d'information, consulter le détail des calculs dans le fichier :

src/input_gui/test_data/src/maconnerie/data_batiment_deuxieme_choix.smr

TABLE 9 – Applicabilité du guide - Régularité des trémies

6.3 Troisième test

Nous avons réduit la dimension de la trémie pour corriger cette erreur.

La nouvelle dimension de la trémie est maintenant de $1m * 4m$ (au lieu de $1m * 4,5m$).

Le bâtiment est défini dans le fichier <data_batiment_troisieme_choix.smc>.

Domaine d'application du guide		
Critères à vérifier	Vérification	Commentaire
CR1-1 - Limitation de la surface totale des trémies	$S_{Tremie} = 4.5m^2 \leq 5\%S_{etage} = 6.77m^2 (S_{etage} = 9.6 * 14.1 = 135.36m^2)$	Vérifié
CR1-2 - Nombre maximum de niveaux	R + 1	Vérifié
CR1-3 - Limitation de la hauteur du bâtiment	Hauteur bâtiment = $2.75 + 2.8 + 0.2 = 5.75m \leq 15m$	Vérifié
CR1-4 - Limitation de la surface rectangulaire projetée au sol	$S = 14.1 * 9.6 = 134.4m^2 \leq 400m^2$	Vérifié
CR1-5 - Limitation de la diagonale de plancher	$diag\sqrt{9.6^2 + 14.1^2} = 17.05 \leq 53m$	Vérifié
CR1-6 - Limitation de la hauteur du sous-sol	$2.75 \leq 2.75$	Vérifié
CR1-7 - Limitation de la hauteur d'étage	$2.80 \leq 2.80$	Vérifié
CR1-8 - Masse surfacique des planchers	$P_{plancher} = \rho * 0.15 + 150 + 70 = 595 \leq 650kg/m^2$	Vérifié
CR1-9 - Dimension des trémies	Direction Y $b = 4m$. Donc b est inférieur ou égal à $min(0.5L_y, 4m) = 4m$	Vérifié
CR1-10 - Limitation de l'élancement du bâtiment	Elancement = $14.1/9.6 = 1.47 \leq 2$	Vérifié

TABLE 10 – Vérifications des critères : Domaine d'application du guide.

Critères de conception		
Critères à vérifier	Vérification	Commentaire
CR2-1 - Retraits en élévation (Régularité en élévation)	RAS	Vérifié
CR2-2 - Continuité des porteurs verticaux	RAS	Vérifié
CR2-3 - Retraits en plan (régularité en plan)	RAS	Vérifié

TABLE 11 – Vérifications des critères : Critères de conception.

Critères de dimensionnement.		
Critère à vérifier	Vérification	Commentaire
CR3-1 - Murs de façades parallèles suffisant (longueur $\geq 30\%$ de la longueur dans la direction considérée.	Tous les niveaux. Direction Y : $L_{T_y} = MY5n0(1) = 5m \geq 30\% * 9.6 = 2.88m$	validé
CR3-2 - Rapport des longueurs cumulées des murs de chaque direction ($0.8 \leq L_{T_x}/L_{T_y} \leq 1.25$)	Niveau toit. Direction X : $L_{T_x} = MX1n1 + MX3n1 + MX8n1 = 4.1 + 3 + 2.8 = 9.9m$. Direction Y : $L_{T_y} = 15.70m$. Rapport $L_{T_x}/L_{T_y} = 0.63 \leq 0.8$	Échoué

TABLE 12 – Vérifications des critères : Critères de dimensionnement.

<p>Critère vérifié par le logiciel : Le rapport des longueurs cumulées des murs de chaque direction doit être compris dans l'intervalle suivant : $0.8 \leq L_{T_x}/L_{T_y} \leq 1.25$</p>
<p>Exemple : fichier <data_batiment_troisieme_choix.smc> Le test des rapports des longueurs cumulées des murs de chaque direction est a échoué.</p>
<p><i>SismicRSPB v3.1.1</i> émet le message d'erreur suivant :</p> <p>Dimensionnement du bâtiment : échec du test CR-3-2 :</p> <p>Au premier étage (niveau "Nv1"), le rapport des longueurs cumulées des murs de contreventements en X (9.90 m) et en Y (15.70 m) est 0.631, ce qui ne respecte pas les limites inférieure (0.800) et supérieure (1.250) autorisées pour ce rapport.</p> <p>Critère CR-3-2 "Rapport des longueurs cumulées des murs de chaque direction (guide 2.1.4, p.73, point (9))"</p> <p>(Test 40).</p> <p>Pour plus d'information, consulter le détail des calculs dans le fichier :</p> <p>src/input_gui/test_data/src/maconnerie/data_batiment_troisieme_choix.smr</p>

TABLE 13 – Dimensionnement - Rapport des longueurs cumulés des murs.

6.4 Quatrième test

Le quatrième choix correspond à la figure ci-joint 13 dans laquelle le mur MX4n1 (Toit) a été transformé en mur primaire.

Cette modification n'affecte pas les critères du domaine d'application du bâtiment ainsi que les critères de conception. Tous les critères des ces deux catégories sont donc validés.

Le bâtiment est défini dans le fichier <data_batiment_quaterieme_choix.smc>.

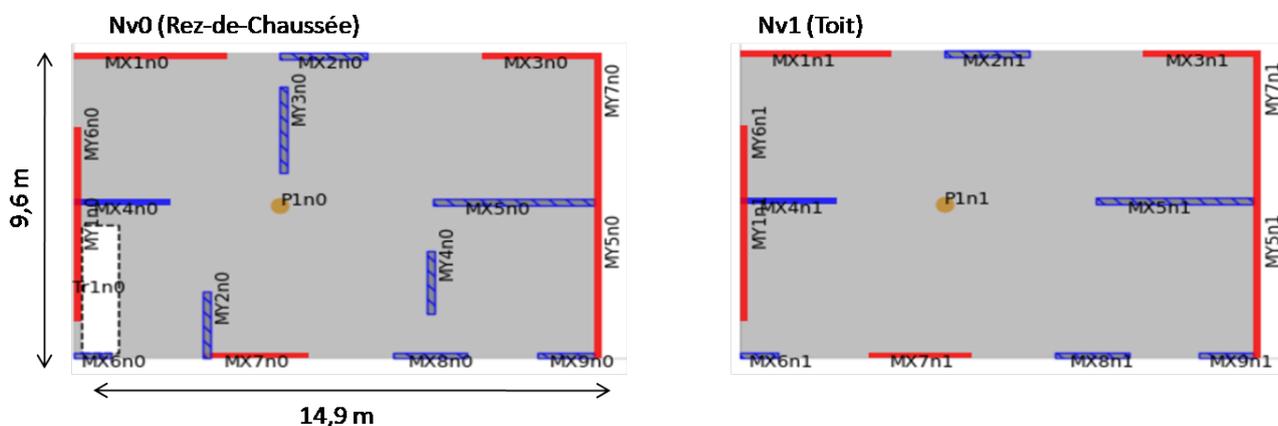


FIGURE 13 – Choix numéro 4

Critères de dimensionnement.		
Critère à vérifier	Vérification	Commentaire
CR3-1 - Murs de façades parallèles suffisant (longueur $\geq 30\%$ de la longueur dans la direction considérée).	Tous les niveaux. Direction Y : $L_{T_y} = MY5n0(1) = 5m \geq 30\% * 9.6 = 2.88m$	validé
CR3-2 - Rapport des longueurs cumulées des murs de chaque direction ($0.8 \leq L_{T_x}/L_{T_y} \leq 1.25$)	Niveau toit. Direction X : $L_{T_x} = MX1n1 + MX3n1 + MX4n1 + MX8n1 = 4.1 + 3 + 2.6 + 2.8 = 12.5$. Direction Y : $L_{T_y} = 15.70m$. Rapport $L_{T_x}/L_{T_y} = 0.796 \leq 0.8$	Échoué

TABLE 14 – Vérifications des critères : Critères de dimensionnement.

Critère vérifié par le logiciel : répartition des contreventements de façade dans les deux directions

Le test des rapports des longueurs cumulées des murs de chaque direction est violé.

Exemple : fichier <data_batiment_quaterieme_choix.smc>

Le test des rapports des longueurs cumulées des murs de chaque direction est a échoué.

SismicRSPB v3.1.1 émet le message d'erreur suivant :

Dimensionnement du bâtiment : échec du test CR-3-2 :

Au premier étage (niveau "Nv1"), le rapport des longueurs cumulées des murs de contreventements en X (12.50 m) et en Y (15.70 m) est 0.796, ce qui ne respecte pas les limites inférieure (0.800) et supérieure (1.250) autorisées pour ce rapport.

Critère CR-3-2 "Rapport des longueurs cumulées des murs de chaque direction (guide 2.1.4, p.73, point (9))"

(Test 40).

Pour plus d'information, consulter le détail des calculs dans le fichier :

src/input_gui/test_data/src/maconnerie/data_batiment_quaterieme_choix.smr

TABLE 15 – Dimensionnement - Rapport des longueurs cumulés des murs.

6.5 Cinquième test

Le cinquième choix correspond à la figure ci-joint 14 dans laquelle nous avons effectués les changements suivants :

1. **Nv0 (Rez-de-Chaussée)** les murs MX5n0, MX8n0, MY2n0, MY3n0 et MY4n0 ont été transformés en murs primaires
2. **Nv1 (Toit)** les murs MX5n0, MX8n0 ont été transformés en murs primaires et nous avons ajouté deux murs primaires : MY2n1 et MY3n1.

Le bâtiment est défini dans le fichier <data_batiment_cinquieme_choix.smc>.

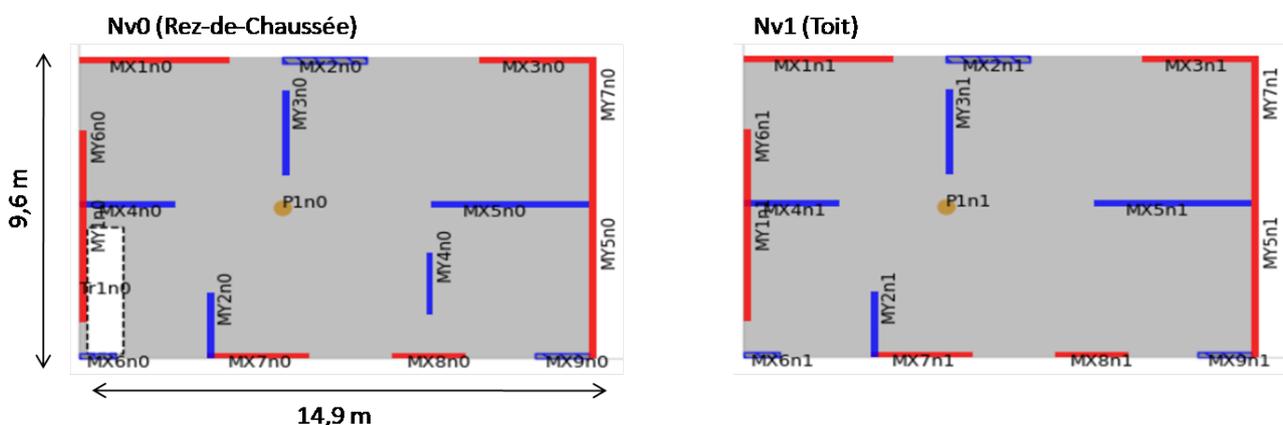


FIGURE 14 – Choix numéro 5.

Critères de dimensionnement.		
Critère à vérifier	Vérification	Commentaire
CR3-1 - Murs de façades parallèles suffisant (longueur $\geq 30\%$ de la longueur dans la direction considérée.	Tous les niveaux. Direction Y : $L_{T_y} = MY1n0(1) = 5m \geq 30\% * 9.6 = 2.88m$	Vérfié
CR3-2 - Rapport des longueurs cumulées des murs de chaque direction ($0.8 \leq L_{T_x}/L_{T_y} \leq 1.25$)	Nv1 (Toit). Direction X : $L_{T_x} = MX1n1 + MX3n1 + MX4n1 + MX5n1 + MX7n1 + MX8n1 = 4.1 + 3 + 2.6 + 4.3 + 2.8 + 2 = 18.8m$. Direction Y : $L_{T_y} = MY1n1 + MY2n1 + MY3n1 + MY5n1 + MY6n1 + MY7n1 = 4 + 2.1 + 2.7 + 5 + 2.1 + 4.6 = 20.5m$. Rapport $L_{T_x}/L_{T_y} = 0.917$ (valeur incluse dans l'intervalle $[0, 8, 1, 25]$) Nv0 (Rez-de-chaussée). Direction X : $L_{T_x} = 18.8m$. Direction Y : $L_{T_y} = MY1n0 + MY2n0 + MY3n0 + MY4n0 + MY5n0 + MY6n0 + MY7n0 = 4 + 2.1 + 2.7 + 2 + 5 + 2.1 + 4.6 = 22.5m$. Rapport : $L_{T_x}/L_{T_y} = 0.83$ (valeur incluse dans l'intervalle $[0, 8, 1, 25]$)	Vérfié Vérfié
CR3-3 - Murs en refend	Nv1 (Toit). $L_T = 20,4(Mur\ en\ Y) + 18,8(Mur\ en\ X) = 39,30m$. $LT_{refend} = MX4n1 + MX5n1 + MY2n1 + MY3n1 = 4,3 + 2,6 + 2,1 + 2,7 = 11,7m$ Rapport = $11,7/39,3 = 29,77\% \geq 25\%$.	Echoué

TABLE 16 – Vérifications des critères : Critères de dimensionnement.

Critère vérifié par le logiciel : répartition des contreventements de refend

Le test de la répartition des murs de contreventement en refend a échoué.

Exemple : fichier <data_batiment_cinquieme_choix.smc>

la répartition des murs de contreventement de refend est supérieur à 25%

SismicRSPB v3.1.1 émet le message d'erreur suivant :

Dimensionnement du bâtiment : échec du test CR-3-3 :

Au premier étage (niveau "Nv1"), la longueur totale des murs de contreventement en refend est 11.70 m et la longueur totale des murs de contreventement est 39.30 m ; la répartition des murs en refend est donc $11.70 / 39.30$, soit 29.77 %. Cette répartition est supérieure à 25.00 %, la limite autorisée pour ce bâtiment

Critère CR-3-3 "Limitation du rapport des longueurs cumulées des murs en refend (guide 2.1.4, p.73, point (10))"

(Test 41).

Pour plus d'information, consulter le détail des calculs dans le fichier :

src/input_gui/test_data/src/maconnerie/data_batiment_cinquieme_choix.smr

TABLE 17 – Dimensionnement - Répartition des murs de contreventement de refend.

6.6 Sixième test

Le sixième choix correspond à la figure ci-joint 15 dans laquelle les murs

1. les murs MX4n0 et MX4n1 ont été transformés en murs secondaires.
2. les murs MX2n0 et MX82n1 ont été transformés en murs primaires.

Le bâtiment est défini dans le fichier <data_batiment_sixieme_choix.smc>.

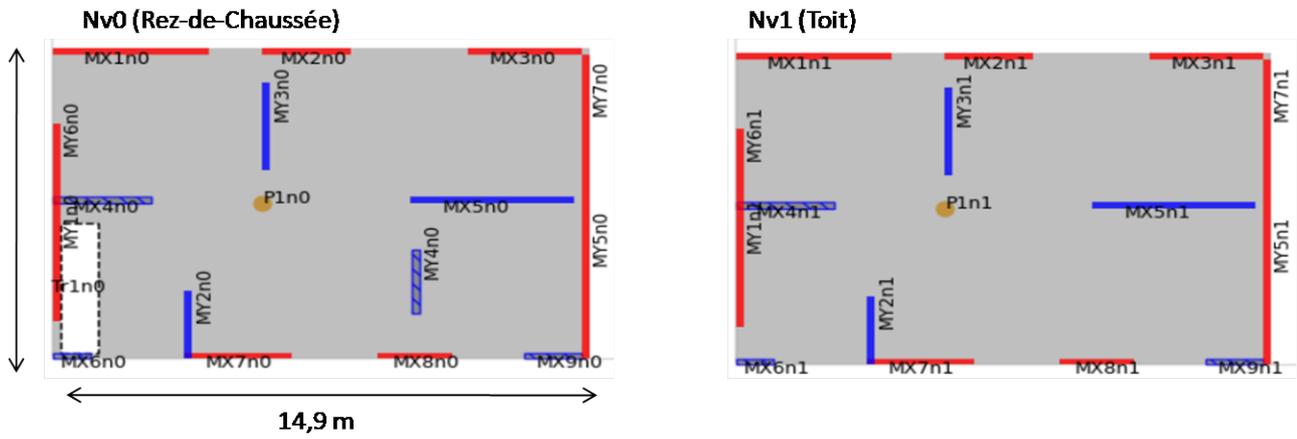


FIGURE 15 – Choix numéro 6

Critères de dimensionnement.		
Critère à vérifier	Vérification	Commentaire
CR3-5 - La surface de plancher S_p reposant sur chacun des	Ce critère est vérifié en dernier	RAS
CR3-6 - Longueur moyenne des murs, qualité des chaînages	CR3-6-1 Longueur moyenne des murs est $\geq 2m$	Vérifié
	CR3-6-2 Choix des chaînage : <i>4HA12</i>	Vérifié
	CR3-6-3 Qualité des éléments : <i>Granulats courant creux 40</i>	Echoué

TABLE 19 – Vérifications des critères : Critères de dimensionnement.

Critère vérifié par le logiciel : Qualité du chaînage
Exemple : fichier <data_batiment_sixieme_choix.smc> la qualité du chaînage
<i>SismicRSPB v3.1.1</i> émet le message d'erreur suivant : Dimensionnement du bâtiment : échec du test CR-3-6-3 : Pour ce bâtiment, la caractéristique des éléments ne convient pas : elle est définie comme Granulats courant creux 40, mais devrait être Granulats courant creux 60 Critère CR-3-6-3 "(13_3) Qualité des éléments" (Test 46). Pour plus d'information, consulter le détail des calculs dans le fichier : src/input_gui/test_data/src/maconnerie/data_batiment_sixieme_choix.smr

TABLE 20 – Dimensionnement - Qualité du chaînage

6.7 Septième test

Pour réaliser le septième test, nous avons modifié la valeur de **Éléments de maçonnerie**. La valeur initiale “Granulats courant creux 40” a été remplacée par “Granulats courant creux 60”

Le bâtiment est défini dans le fichier <data_batiment_septieme_choix.smc>.

Critères de dimensionnement.		
Critère à vérifier	Vérification	Commentaire
CR3-6 - Longueur moyenne des murs, qualité des chaînages	CR3-6-1 Longueur moyenne des murs est $\geq 2m$	Vérifié
	CR3-6-2 Choix des chaînage : <i>4HA12</i>	Vérifié
	CR3-6-3 Qualité des éléments : <i>Granulats courant creux 60</i>	Vérifié
CR3-7 - Le pourcentage P_a	Classe sol B, Maçonnerie creuse, granulats B60, Joints épais, R+1 $\rightarrow P_{a, min} = 2, 7$.	
	Direction X. $P_a = (L_{T_x} * 0.2) / (14, 1 * 9.6 - 4 * 1) = 2, 81$. Donc $P_a \geq P_{a, min}$.	Vérifié
	Direction Y. $P_a = (L_{T_y} * 0.2) / (14, 1 * 9.6 - 4 * 1) = 3, 12$. Donc $P_a \geq P_{a, min}$.	Vérifié
CR3-5 - La surface de plancher S_p reposant sur chacun des murs	Les valeurs S_p de certains murs n'ont pas pu être calculée.	Echoué

TABLE 21 – Vérifications des critères : Critères de dimensionnement.

Critère vérifié par le logiciel : Surface au sol des murs de contreventement par rapport à la surface du plancher

Exemple : fichier <data_batiment_septieme_choix.smc>

SismicRSPB v3.1.1 émet le message d'erreur suivant :

Dimensionnement du bâtiment : echec du test CR-3-5-0 :

Au rez-de-chaussée (niveau "Nv0"), le calcul de la surface de plancher reprise par le mur MX1n0 a échoué. Probablement parce qu'il est impossible de déterminer les portions de plancher reprises par le mur. Essayez d'ajouter poutres et poteaux pour permettre la détection des surfaces de plancher reprises par ce mur.

Critère CR-3-5-0 "Surfaces de plancher reprises par les murs effectivement calculables (guide 2.1.4, p.74, point (14))"

(Test 50).

Pour plus d'information, consulter le détail des calculs dans le fichier :

src/input_gui/test_data/src/maconnerie/data_batiment_septieme_choix.smr

TABLE 22 – Dimensionnement - La surface de plancher S_p reposant sur chacun des murs

6.8 Huitième test

Pour réaliser le huitième test, nous avons :

1. modifié la position des poteaux P1n0 et P1n1 aux niveaux Nv0 et Nv1. Ils sont maintenant positionnés tous les deux au point (3.47; 4.8).
2. ajouté une poutre au niveau Nv0 (La poutre ajoutée est un segment de coordonnées (3.47; 4.8) et de longueur 6m).

Le bâtiment est défini dans le fichier <data_batiment_huitieme_choix.smc>.

L'ajout d'une poutre n'affecte pas les autres critères. Seul le critère CR3-5 est affecté par ce changement.

Critère vérifié par le logiciel : Tous les critères.

Exemple : fichier <data_batiment_huitieme_choix.smc>

SismicRSPB v3.1.1 émet le message d'erreur suivant :

Toutes les vérifications ont réussi. Le bâtiment est conforme aux recommandations du guide RSPB.

Pour plus d'information, consulter le détail des calculs dans le fichier :

src/input_gui/test_data/src/maconnerie/data_batiment_huitieme_choix.smr

TABLE 23 – Vérification de tous les critères.

7 Annexe 1 - Méthode de calcul de la surface de plancher reposant sur les murs (Sp)

La méthode qui est implémentée dans l'outil logiciel *SismicRSPB v3.1.1* est la suivante :

- **Construction d'un treillis de droites :**

On trace des droites qui passent par les murs, les poteaux et les poutres, suivant les deux directions privilégiées du bâtiment.

— *Les murs* : dans la direction du mur, on trace une droite supportant le mur.

— *Les poteaux* : on trace deux droites perpendiculaires (l'une suivant la direction X et l'autre suivant la direction Y), passant par le poteau.

— *Les poutres* : dans la direction de la poutre, on trace une droite supportant la poutre.

- **Calcul des degrés des sommets du treillis :**

A chacun des sommets du treillis, on associe une valeur (0 ou 1), que l'on appelle *degré*. Le degré d'un sommet est déterminé de la manière suivante :

— On considère 4 zones du plan, désignés par ul, ur, ll, lr ((upper-right, upper-left, lower-right, lower-left) qui se rejoignent en le sommet.

— Si au moins une de ces 4 zones est délimitée par un mur, un poteau ou une poutre, on affecte au sommet un degré égal à 1.

- **Identification des cases :**

On identifie les rectangles (d'intersections vides, réduites à un point ou réduites à un segment) dont les sommets sont de degré égal à 1. De tels rectangles sont appelés *cases*.

- **Pavage du plancher par les cases :**

Si le plancher n'est pas entièrement recouvert de cases, l'utilisateur est invité à modifier sa conception (créations ou modifications des caractéristiques, des murs, des poteaux et des poutres) jusqu'à l'obtention d'un pavage complet du plancher par des *cases*.

- **Calcul des Sp des murs de contreventement :**

Une fois le pavage du plancher obtenu, le calcul des Sp des murs de contreventements devient possible.

Dans chaque case, on calcule l'aire de la surface de plancher supportée par chaque contreventement ou portion de contreventement appartenant à la case.

Sachant que les murs de contreventement peuvent appartenir à plusieurs *cases* à la fois, la valeur Sp d'un mur de contreventement est égale à la somme de ses valeurs de Sp partielles, calculées dans chacune des *cases* auxquelles il appartient. Les valeurs des Sp sont égales aux aires des polygones (parties hachurées) tels que tracés dans les exemples suivants :

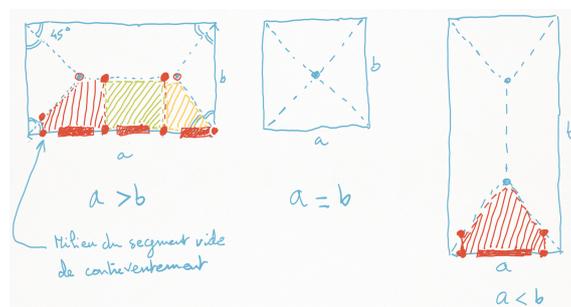


FIGURE 16 – Segmentation de la surface d'une case.

L'image qui suit montre une situation où le plancher n'est pas entièrement recouvert de *cases*, rendant impossibles les calculs de S_p de certains murs de contreventement :

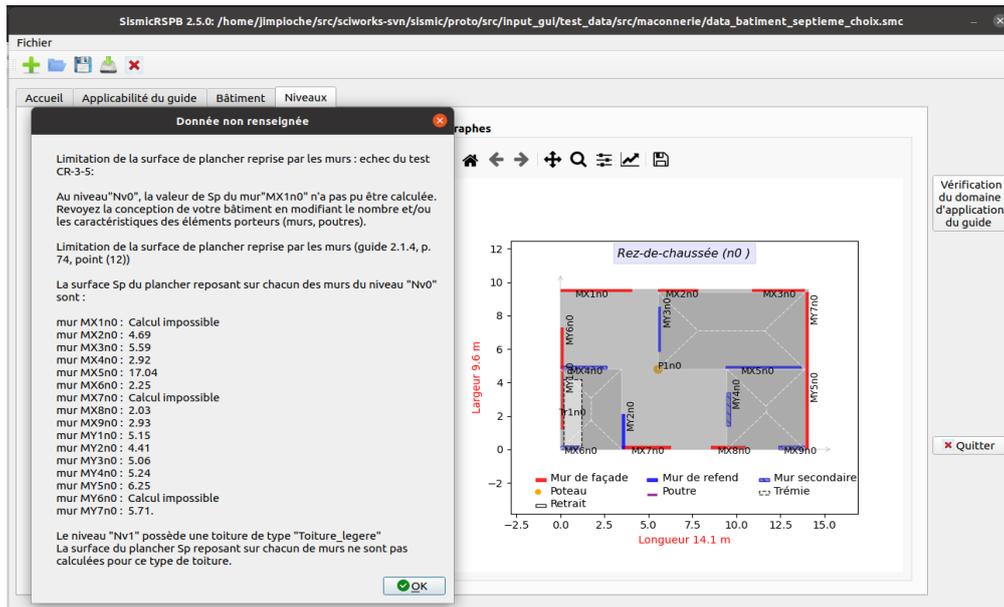


FIGURE 17 – Plancher partiellement pavé.

L'utilisateur a ajouté une poutre (en pointillé violet sur l'image), pour lever l'*indétermination* dans le choix de conception. Cela a permis d'affecter un degré égal à 1 à certains sommets (initialement considéré comme étant de degré égal à 0). permettant ainsi d'identifier les *cases* manquantes :

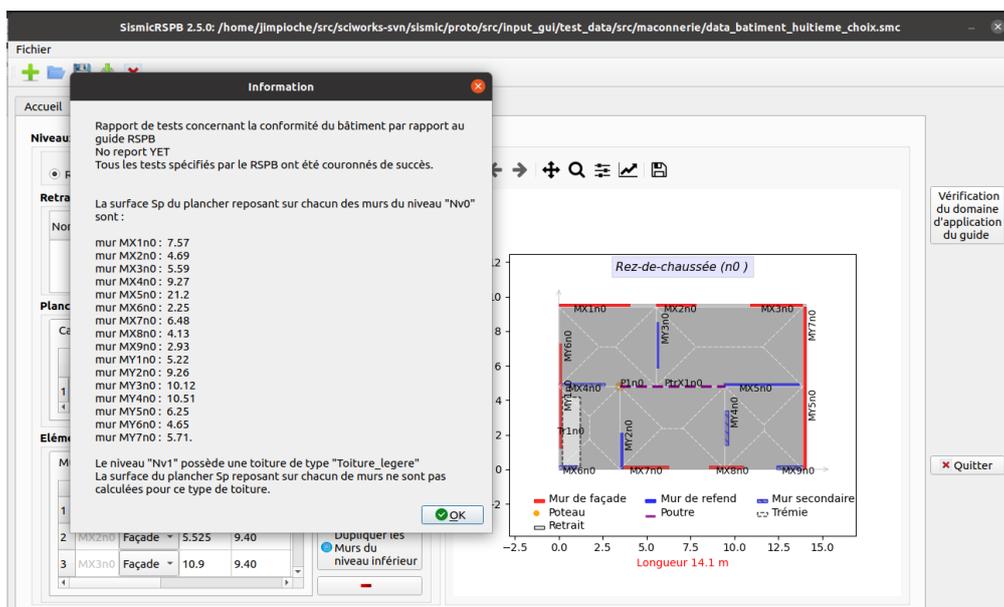


FIGURE 18 – Plancher entièrement pavé.