

REHABILITATION DU CENTRE D'ENTRETIEN ET D'INTERVENTION

25 rue de Comboire
38130 Echirolles



**MAITRE
D'OUVRAGE**

DIRECTION INTERDEPARTEMENTALE DES ROUTES CENTRE-EST
Echirolles (38130)

BET STRUCTURE

SORAETEC
2 rue de la viscose
38130 ÉCHIROLLES

DIAGNOSTIC STRUCTURE

**DIAG.
Ind. B**

23 pages

G23-728

Indice	Date	Nature
0	19/03/2024	1 ^{ère} émission
A	26/07/2024	Ajout DIAG panneau solaire en toiture
B	11/10/2024	Ajout notice sismique

Établi par : E. MAGREZ

Sommaire

1	Présentation et objectifs :.....	4
1.1	Objet de la mission :	4
1.2	Présentation et limites de l'étude :.....	4
2	État des lieux de la structure.....	4
2.1	Préambule	4
2.2	Description de la structure	5
2.2.1	Bâtiment initial	5
2.2.2	Extensions	5
2.3	Description visuelle.....	6
2.4	Plans existant	10
2.5	Désordres	12
2.5.1	Fissures.....	12
2.5.2	Salle d'archives	13
2.5.3	Analyses	13
3	Projet de rénovation.....	14
3.1	Reprises en sous-œuvre	14
3.2	Prolongement des dépassées de toitures	14
3.3	Extension des dépassées de toitures.....	14
3.4	Réhabilitation de la couverture.....	14
3.5	Mise en place de panneaux solaire.....	15
3.5.1	Description et relevé de la structure.....	15
4	Vérification charpente pour panneaux solaire.....	17
4.1	Hypothèses de charges.....	17
4.1.1	Charges de neige	17
4.1.2	Charges permanentes	17
4.1.3	Charges d'exploitations.....	17
4.2	Hypothèses de calcul	17
4.2.1	Flèches éléments bois.....	17
4.2.2	Combinaisons linéaires.....	18
4.3	Vérification d'un chevron	18
4.3.1	Hypothèses et charges	18
4.3.2	Résultats	19
4.3.3	Conclusion Chevron	19
4.4	Vérification d'une panne	20
4.4.1	Hypothèses et charges	20
4.4.2	Résultats	21
4.4.3	Conclusion Panne	21
4.5	Vérification d'une ferme	21
4.5.1	Hypothèses et charges	21
4.5.2	Résultats	22

4.5.3	Conclusion Ferme	22
4.6	Conclusion charpente bois	23
5	Notice sismique.....	23
5.1	Descriptif de la structure existante.....	23
5.1.1	Schéma structurel.....	23
5.2	Règlementation sismique.....	23
5.2.1	Zonage sismique.....	23
5.2.2	Catégorie d'importance	24
5.2.3	Classe de sol.....	24
5.2.4	Dispositions applicables aux bâtiments existants.....	24
5.3	Evaluation des travaux.....	25
5.4	Conclusion.....	25

1 Présentation et objectifs :

1.1 Objet de la mission :

La présente étude intervient dans le cadre d'un projet de réhabilitation du centre d'entretien et d'intervention de Comboire à Echirolles.

1.2 Présentation et limites de l'étude :

Ce rapport de diagnostic a pour objectif de premièrement réaliser un état des lieux de la structure existante, décrivant étape par étape les différents éléments porteurs, leurs natures, leurs caractéristiques.

Dans un deuxième temps nous aborderons les désordres observés sur la structure dans le cadre de notre visite.

Enfin nous présenterons les modifications de structure envisagées lors de cette rénovation ainsi que leur compatibilité avec la structure existante.

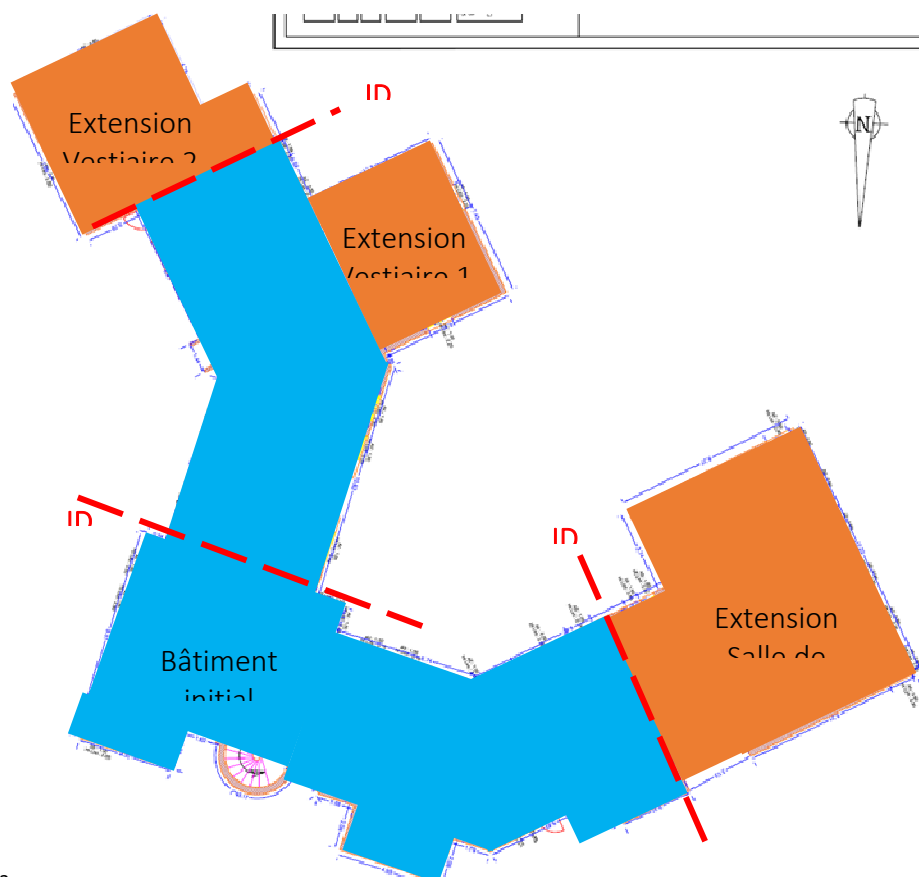
2 État des lieux de la structure

2.1 Préambule

Le bâtiment concerné par cette étude présente plusieurs extensions réalisées dans le temps.

Nous distinguons un bâtiment initial en forme de « L » avec un joint de dilatation en double murs. Avec une partie en R+1 et le reste de la structure de plein pied.

Puis plusieurs extensions se sont créées au cours du temps :



2.2 Description de la structure

2.2.1 Bâtiment initial

- Fondations :
Semelles filantes largeur 50cm généralisées sur tout le bâtiment. (Selon plans d'architecte d'époque).
- Niveau bas :
Dallage sur terreplein ep. 12cm
- Elévations :
Murs en béton armé ep. 20cm
- Dalle haute RDC :
 - o **Zone en RDC** : Dalle BA de 22cm support de refends maçonneries en comble.
 - o **Zone en R+1** : Dalle BA de 18cm.
- Charpente :
 - o **Zone en RDC** : Charpente traditionnelle bois composée de pannes de section 100x180^{ht} mm espacement 170 cm environ (portée 2,55m). Chevrons 60x80^{ht}mm esp.50cm.
 - o **Zone en R+1** : Charpente non relevée
- Couverture : Fausses ardoises généralisées sur tout le bâtiment.

2.2.2 Extensions

- Fondations :
Pas de reconnaissances de fondations effectuées sur cette partie ni de plan en notre possession.
- Niveau bas :
Dallage sur terreplein d'épaisseur inconnue.
- Elévations :
Murs dont la nature n'a pas pu être déterminée.
- Dalle haute RDC :
Pas de dalle, faux plafond suspendu ou solivage bois support d'isolant.
- Charpente :
 - o **Zone salle de réunion** :

Charpente bois composée de deux fermes traditionnelles de sections inconnues. Sur lesquelles reposent une panne faîtière et des arêtiers d'angles (x 4) de section approximative de 110x280^{ht}mm. Nous avons ensuite des chevrons porteurs de 60x180^{ht} mm esp.60cm et d'une portée maximale de 3.8m environ.

○ **Zones vestiaires 1 :**

Sur le même principe que sur la salle de réunion nous avons une ferme tradi. bois avec des arêtiers et chevrons porteurs. Sections relevées :

Arbalétriers (ferme) : 95x195^{ht} mm

Contrefiches (ferme) : 95x115^{ht} mm

Poinçon (ferme) : Non mesuré

Entrait moisé (ferme) : 80x175^{ht} mm

Arêtiers (nombre = 2) : 80x190^{ht} mm

Chevrons porteurs : 50x150^{ht} mm esp.60cm (portée max = 3,2m environ).

○ **Zones vestiaires 2 :**

Sur le même principe que sur la salle de réunion nous avons une ferme tradi. bois avec des arêtiers et chevrons porteurs. Sections relevées :

Arbalétriers (ferme) : 95x230^{ht} mm

Contrefiches (ferme) : Non mesurées

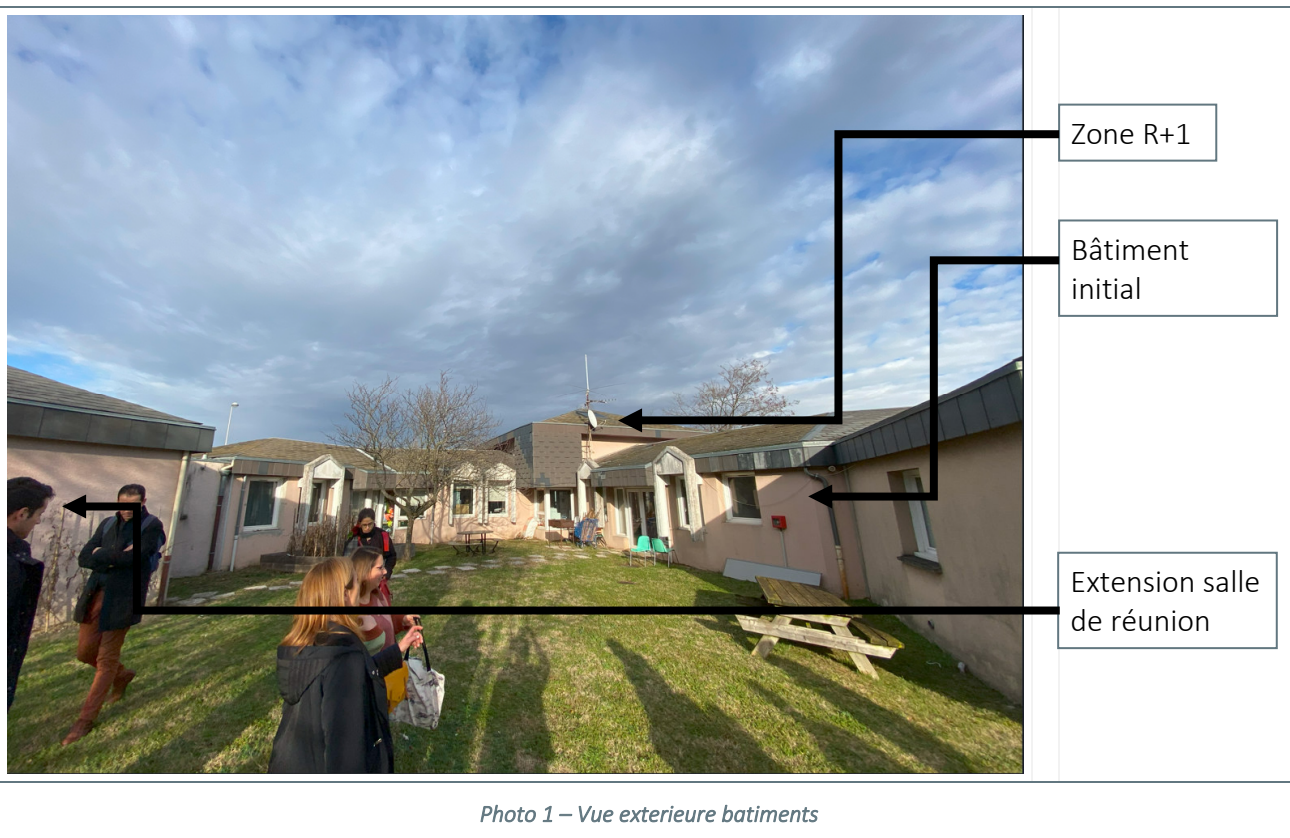
Poinçon (ferme) : Non mesuré

Entrait moisé (ferme) : 80x230^{ht} mm

Arêtiers : (nombre =4) 100x280^{ht} mm

Chevrons porteurs : 50x150^{ht} mm esp.60cm

2.3 Description visuelle





Bat. Initial
Mur BA 20cm

JD

Photo 2 – Vue extérieure bâtiments



Zone de
charpente non
relevée.
Couverture en
fausse ardoise

Mur BA
20cm

Photo 3 – Batiment extérieur zone R+1



Dalle BA 22cm

Mur BA
20cm

Dallage sur
terreplein 12cm

Photo 5 – RDC batiment initial



Fausse ardoise
Liteaux
Chevron BM
60x80ht esp 50cm

Panne BM
100x180ht mm

Refends maçonnés
sur dalle BA 22cm

Dalle BA 22cm

Photo 6 – Charpentebatiment initial (zone RDC)



Arêtier BM
80x190ht mm

Fausse ardoise
Liteaux
Pare pluie
Chevron BM
50x150ht esp 60cm

Ferme traditionnelle
bois massif

Solivage 45x140ht mm
esp 125cm

Photo 7 – Charpente extension vestiaire 1



Arêtier BM
100x280ht mm

Fausse ardoise
Liteaux
Pare pluie
Chevron BM
50x150ht esp 60cm

Ferme traditionnelle
bois massif

Faux plafond
suspendu

Photo 8 – Charpente extension vestiaire 2

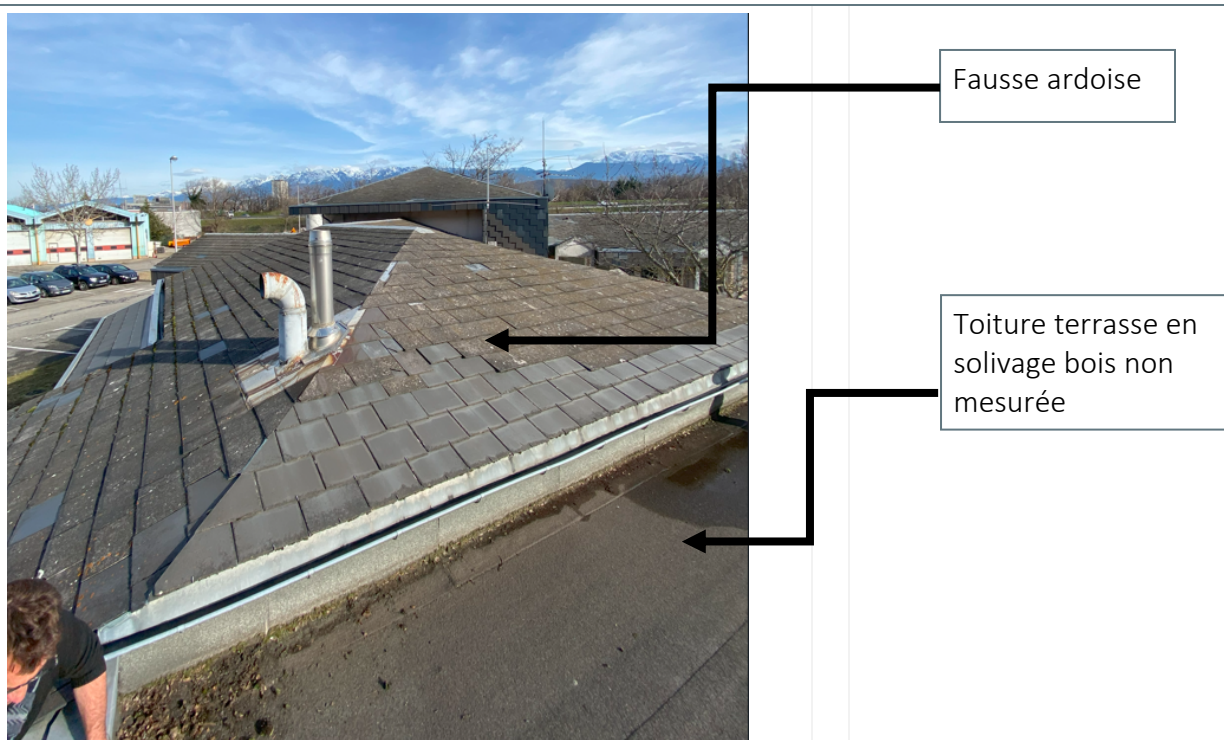


Photo 9– Couverture fausse ardoise

2.4 Plans existant

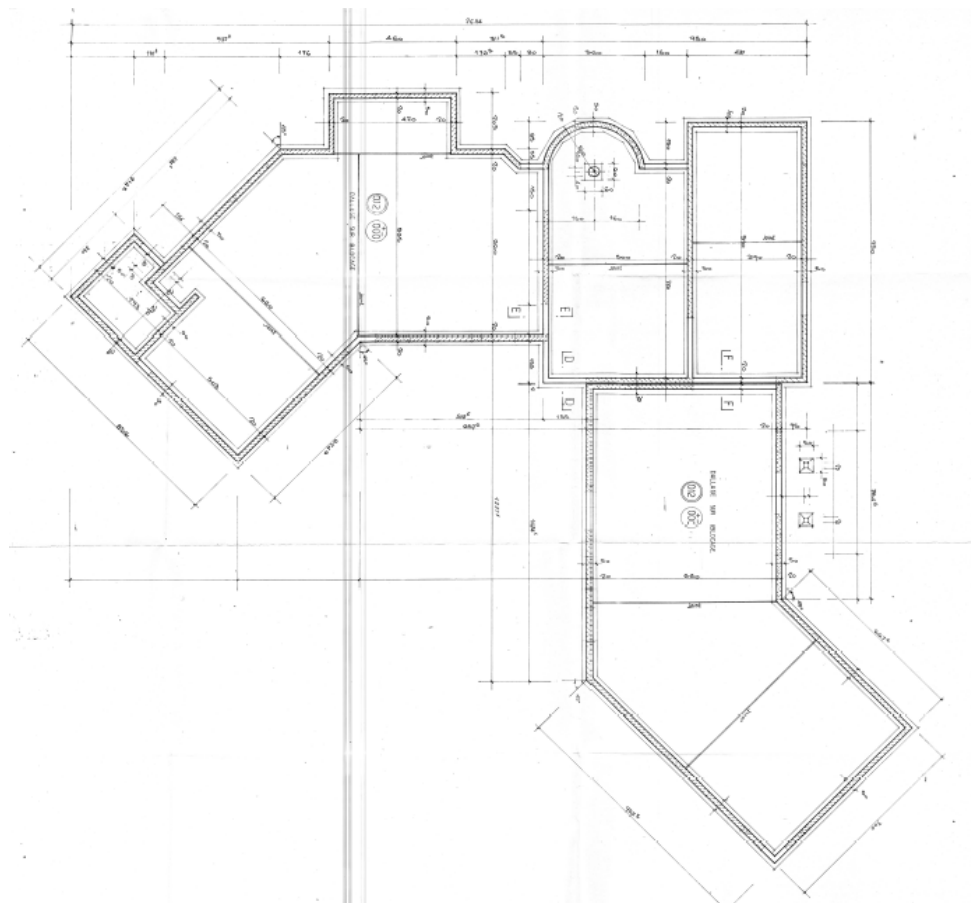


Figure 1: Plan bâtiment initial : Fondations

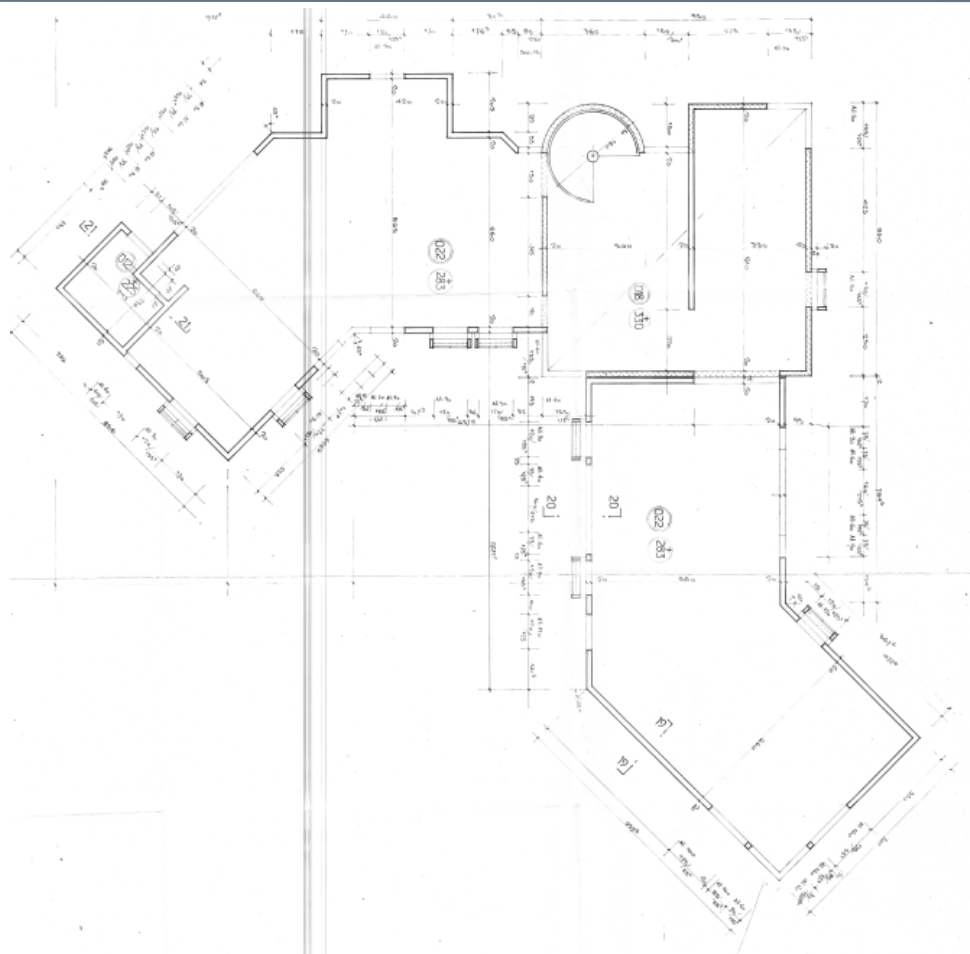


Figure 2: Plan bâtiment initial: RDC

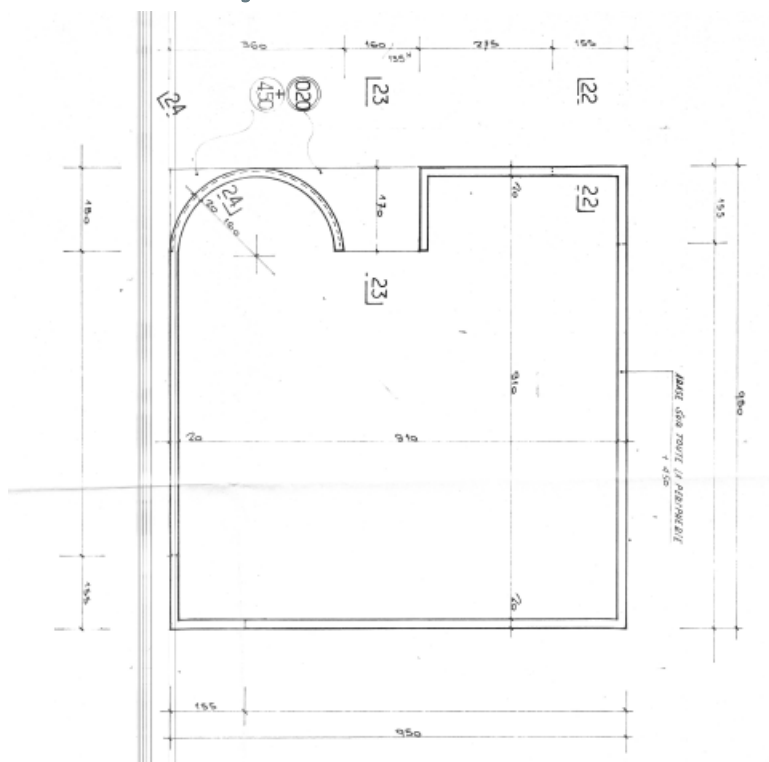


Figure 3: Plan bâtiment initial R+1

2.5 Désordres

2.5.1 Fissures

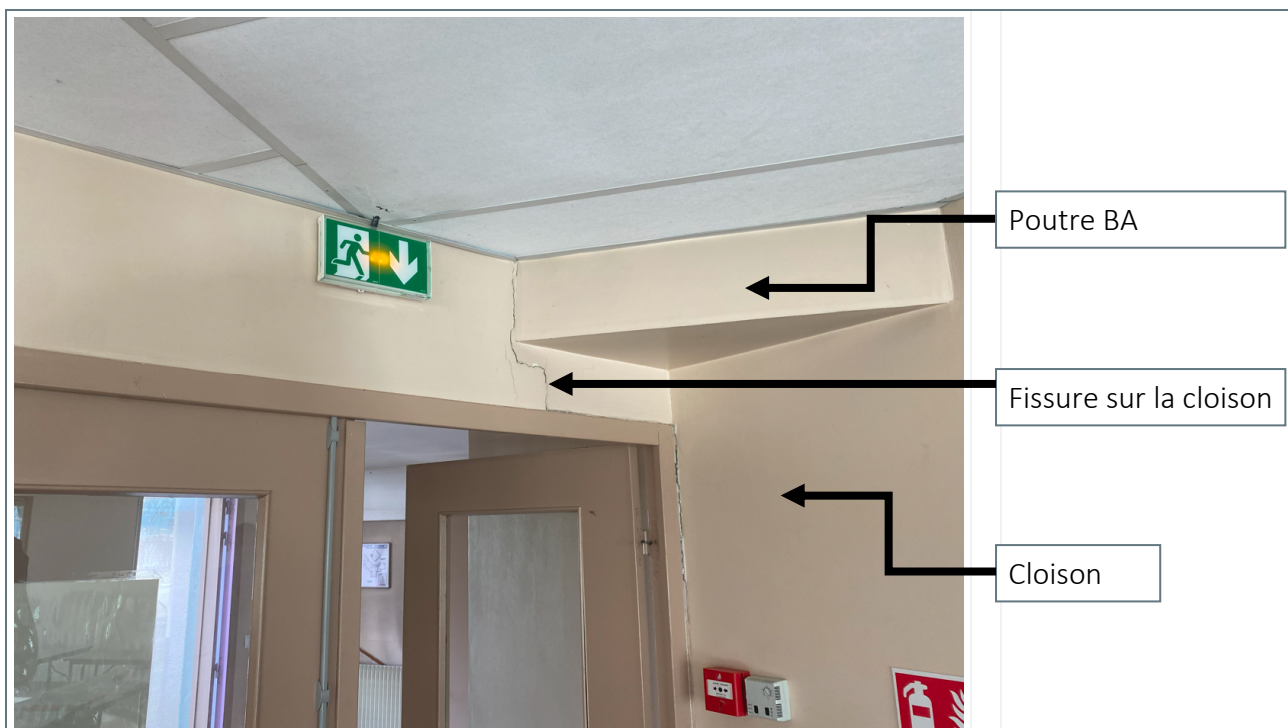


Photo 10 – Entrée salle de réunion

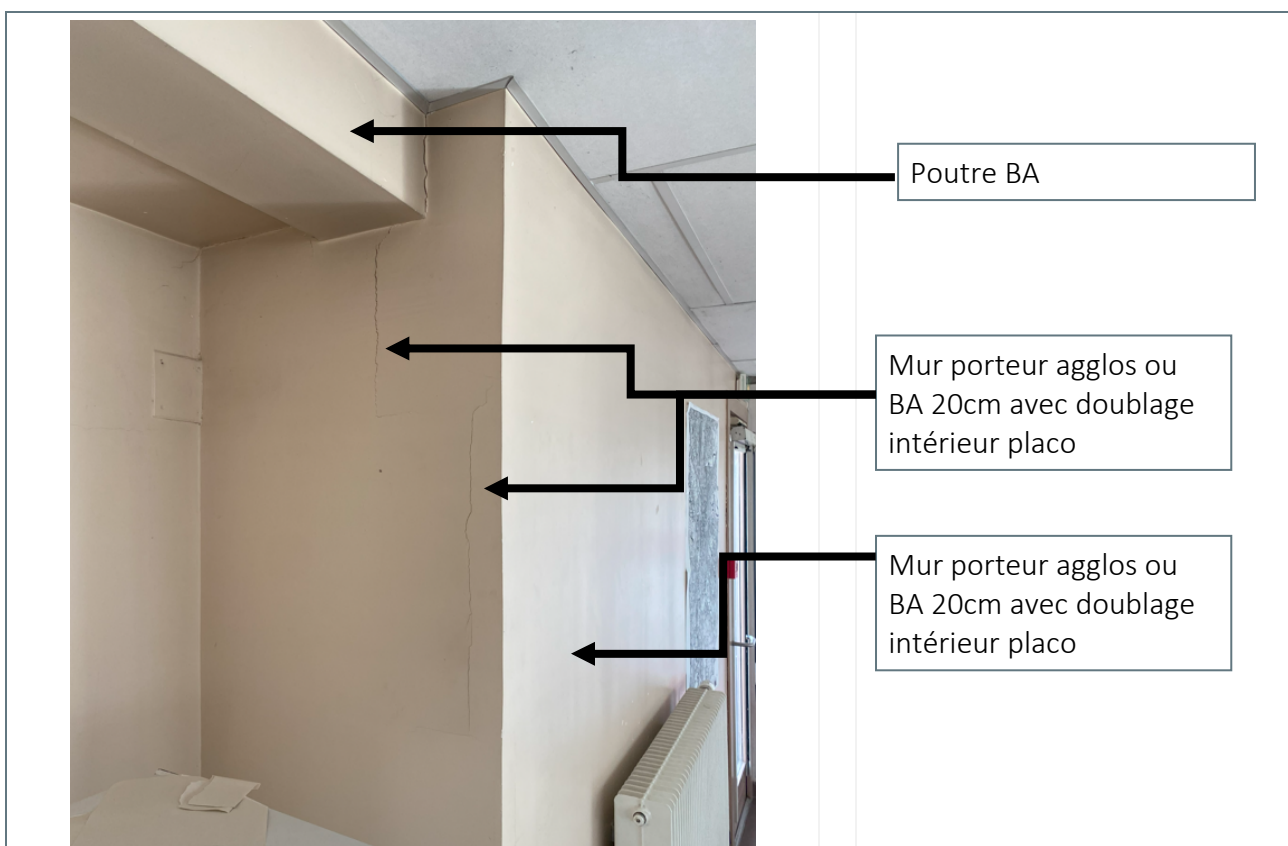


Photo 11 – Salle de réunion

2.5.2 Salle d'archives



2.5.3 Analyses

Fissuration :

Sur l'ensemble des deux bâtiments on remarque que les porteurs sont en bon état et très peu fissurés. On observe seulement certaines fissures dans la salle de réunion sur le mur mitoyen au bâtiment initial.

Ces fissures semblent principalement venir de dilatations des matériaux aux niveau des jonctions des plaques de plâtre avec la structure béton. Nous n'observons sur ce bâtiment aucune fissure extérieure témoignant un mouvement ou tassement significatif de la structure.

Ces fissures ne sont donc pas significatives d'un point de vue structurel à l'heure actuelle. Il sera cependant important de vérifier l'évolution de ces dernières au cours du temps.

3 Projet de rénovation

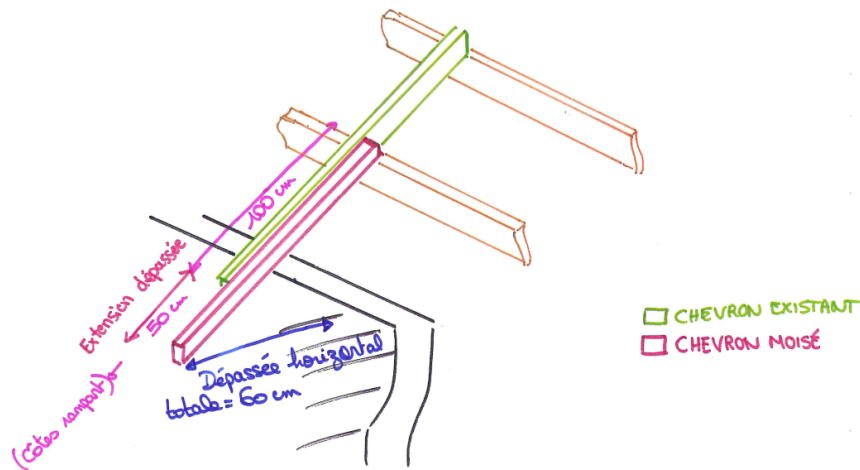
3.1 Reprises en sous-œuvre

Le repérage et le détail des reprises en sous-œuvre (RSO) sont détaillés sur le plan **02_Bâtiment de bureau**.

3.2 Prolongement des dépassées de toitures

Du fait de la mise en place d'une isolation thermique par l'extérieur (ITE) nous avons besoin de prolonger les dépassées de toitures afin d'avoir un décroché final d'environ 60 cm par rapport au mur (20 cm d'isolant et 40 cm de dépassée de toiture).

Le détail du moisage et le repérage des zones à prolonger sont détaillés sur le plan **03_Bâtiment de bureau - Charpente bois**.



3.3 Extension des dépassées de toitures

Du fait de la mise en place d'une isolation thermique par l'extérieur (ITE) nous avons besoin de prolonger les dépassées de toitures afin d'avoir un décroché final d'environ 50cm.

Pour cela nous pourrions réaliser cette dépassée par moisage de nouveaux chevrons contre les chevrons existants :

3.4 Réhabilitation de la couverture

Dans le cadre du projet, l'ensemble des toitures sont déposées et remplacées.

Balance des charges :

- Hypothèses sur les charges permanentes initiales :
 - Fausses ardoises + Litelage = 15kg/m²
 - Faux-plafond suspendu + divers = 15kg/m²

Total initial = 30 kg/m²
- Charges permanentes projet :
 - Bac acier + Litelage = 15kg/m²
 - Faux plafond suspendu += divers = 15kg/m²

Total = 20 kg/m²

La balance de charges nous indique que le projet vient alléger les charges de la toiture.

Une isolation des combles est prévue dans le cadre du projet, cette isolation sera posée sur les faux-plafonds ou sur les dalles sur RDC. Elle ne surcharge donc pas la charpente existante.

3.5 Mise en place de panneaux solaire

Vous trouverez ci-dessous les zones de toitures susceptibles de recevoir des panneaux photovoltaïques.

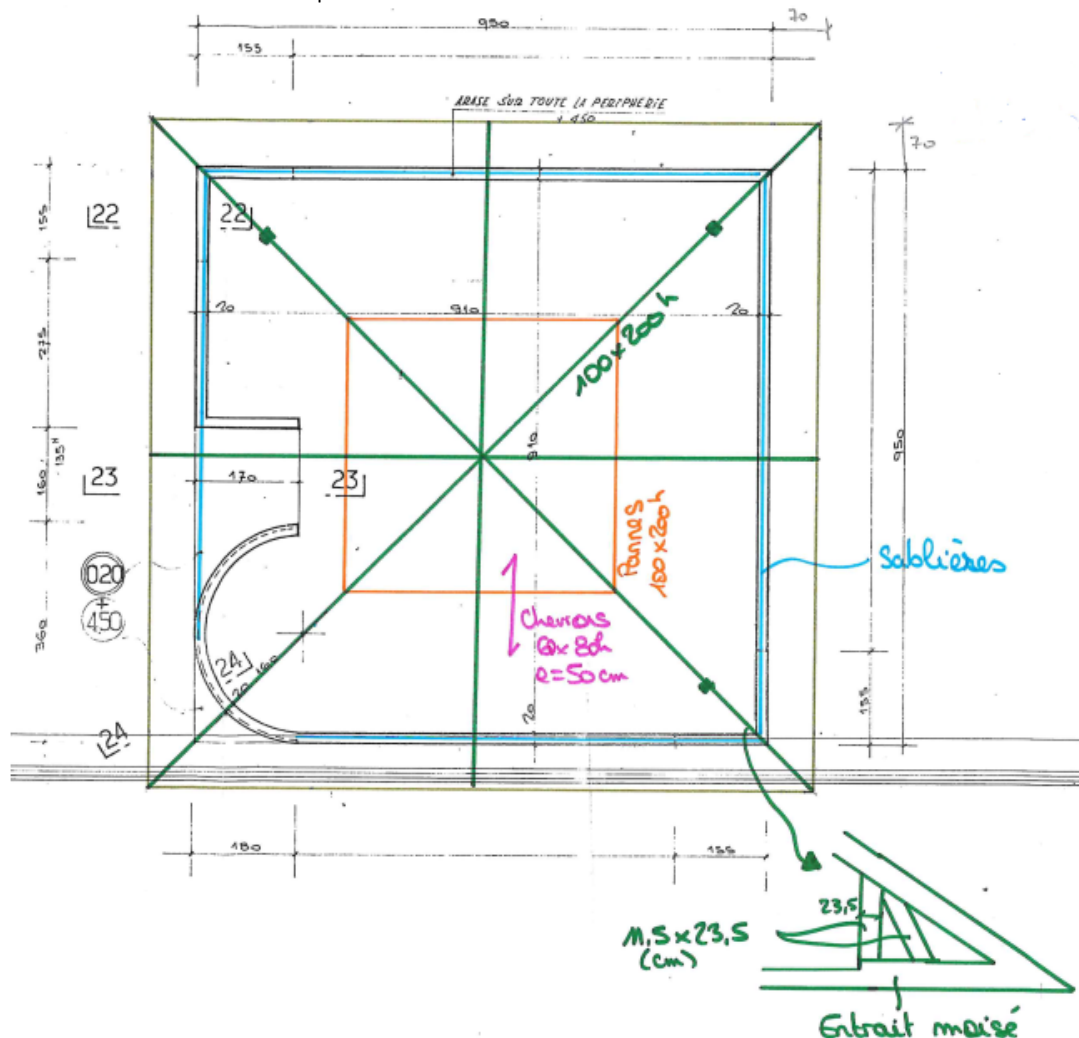


3.5.1 Description et relevé de la structure

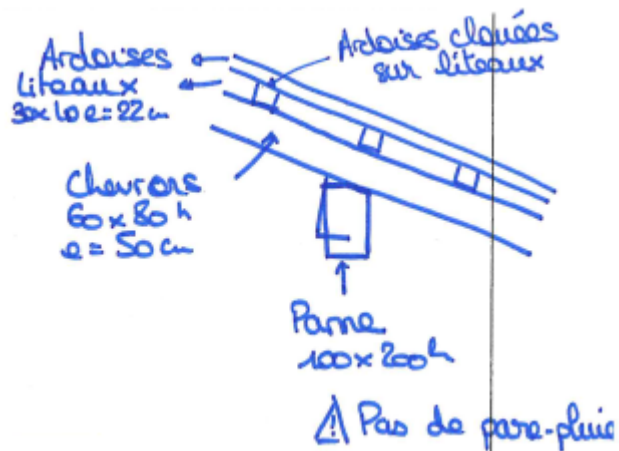
Le R+1 du bâtiment de bureau est aménagé directement sous la charpente. Seuls les arbalétriers et leur jambe de force sont apparents en dépassé du faux plafond en placoplâtre.



Les sondages nous ont permis de déterminer le complexe de toiture ainsi que la position et la section des différents éléments porteurs :



Le complexe de toiture relevé est le suivant :



4 Vérification charpente pour panneaux solaire

4.1 Hypothèses de charges

4.1.1 Charges de neige

Zone C2 : - Charge de neige au sol à 200m : $S_{k200} = 65 \text{ daN/m}^2$
 - Variation de charge ($A = 30\text{m}$) : $\Delta S = 3 \text{ daN/m}^2$ $S_k = 68 \text{ daN/m}^2$

Coefficient de pente :

Pente à $\approx 20^\circ$: $\mu_1 = 0.8$ $S = 54.4 \text{ daN/m}^2$

Accumulation neige :

Pente à $\approx 20^\circ$: $\mu_2 = 1.33$ $S = 90.7 \text{ daN/m}^2$

4.1.2 Charges permanentes

Toiture actuelle du bâtiment :

Fausse ardoise	15 daN/m ²	35 daN/m ²
Faux plafond	15 daN/m ²	
Divers	5 daN/m ²	

Toiture projet du bâtiment :

Bac acier	10 daN/m ²	35 daN/m ²
Faux plafond	15 daN/m ²	
Isolant	5 daN/m ²	
Divers	5 daN/m ²	

Panneau photovoltaïque : 15 kg/m²

4.1.3 Charges d'exploitations

<u>Usage</u>	<u>Catégorie</u>	<u>Charge</u>
Toiture inaccessible	H	0.80 kN/m ²

4.2 Hypothèses de calcul

4.2.1 Flèches éléments bois

Pour les éléments bois, les valeurs suivantes seront utilisées (DTU31.1 – Juin 2017) :

- Flèche instantanée : 1/300^e de la portée.
- Flèche nette finale : 1/150^e de la portée pour les chevrons ; 1/200^e de la portée pour les pannes.
- Flèche finale : 1/125^e de la portée.
- Flèche sous la charge fragile : 1/400^e de la portée.

Les valeurs de déplacement limite sont doublées pour les éléments en porte à faux.

4.2.2 Combinaisons linéaires

Combinaisons linéaires pour vérifications de résistances (ELU)

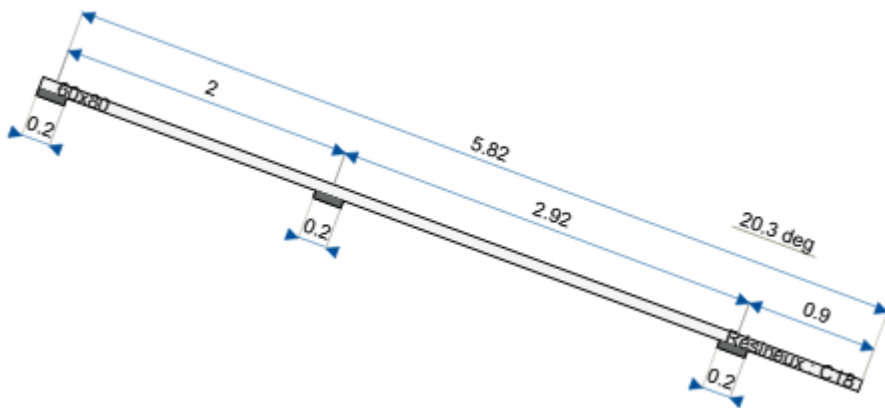
État limite ultime (ELU-STR)		Combinaisons accidentelles	Combinaisons feu	Combinaisons séismes
1.35 * G 1.35 * G + 1.50 * Qe 1.35 * G + 1.50 * S1	G G + 1.50 * Qe G + 1.50 * S1	G + Sa1		

Combinaisons linéaires pour vérifications de flèches (ELS)

Combinaisons pour déformations instantanées (ELS-UIINST Cas rares)	Combinaisons rares (ELS-CR)	Combinaisons pour déformations finales (ELS-UFIN Cas rares)	Combinaisons pour phase 1 (ELS-GPhase1 Cas rares)
Qe S1	G G + Qe G + S1	G G + Qe G + S1	GP1

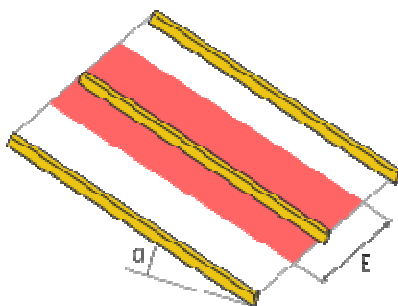
4.3 Vérification d'un chevron

4.3.1 Hypothèses et charges



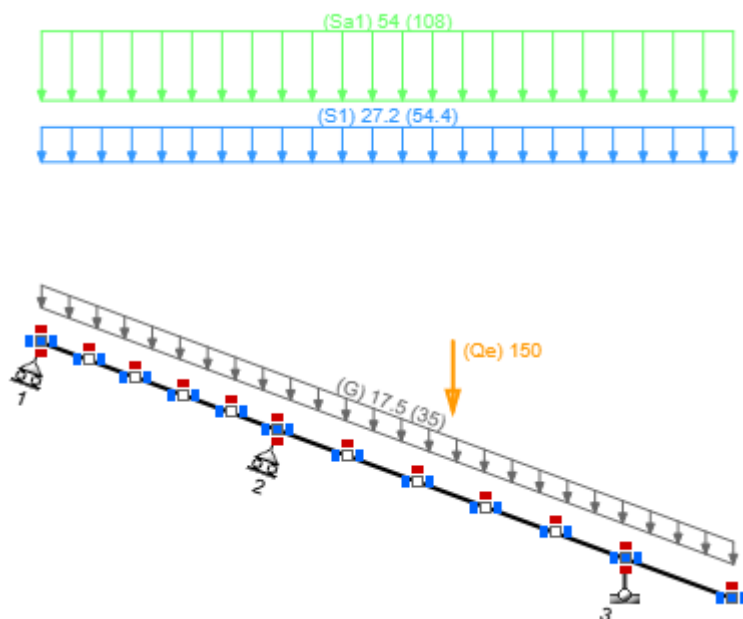
Pièces

-	Section	Matériau	Classe de service	Longueur	Volume	Masse
-	-	-	-	[m]	[m ³]	[kg]
	b : 60mm h : 80mm	C18	Classe 2	5.82	0.03	10.62



E : Largeur de la bande chargement : 0.5m

Cas de charges : daN, daN/m (daN/m²)



4.3.2 Résultats

EC5 : Résultats synthétiques pièces (Résistances et flèches)

Section	Résultats ELU (Résistances)		Résultats ELS (Flèches)		
Utilisateur	Résistance section	Stabilité	Flèches instantanées (Combinaisons rares)	Flèches finales (Combinaisons rares)	Flèches second oeuvre (Combinaisons rares)
b=60mm h=80mm	133.05%	142.75%	345.05% (20.7mm)	193.9% (23.27mm)	497.76% (22.4mm)

4.3.3 Conclusion Chevron

L'élément ne répond pas aux critères de l'Eurocode sous les charges actuelles.

Ce sous-dimensionnement théorique peut s'expliquer par plusieurs hypothèses :

- L'évolution des charges climatiques à prendre en compte dans les normes actuelles qui sont plus défavorables.
- La présence d'une seconde panne intermédiaire non reconnue lors de la réalisation des sondages.

Lors de ma visite, les chevrons et la toiture en général ne présentaient pas de défauts majeurs, ni de déformations anormales apparentes.

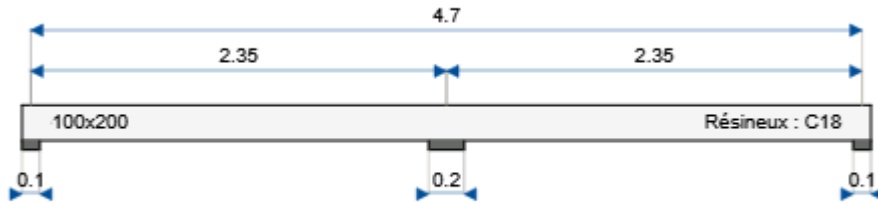
Dans le cadre de la réhabilitation du bâtiment, et hors ajout des panneaux photovoltaïque, la balance des charges entre l'existant et le projet est nulle : $G_{\text{existant}} = G_{\text{projet}} = 35 \text{ daN.m}^2$.

Il est donc admis de conserver la charpente en l'état si aucune charge n'est ajoutée.

Dans l'hypothèse de l'ajout de panneau photovoltaïque, il faudra renforcer les chevrons en ajoutant une seconde panne intermédiaire.

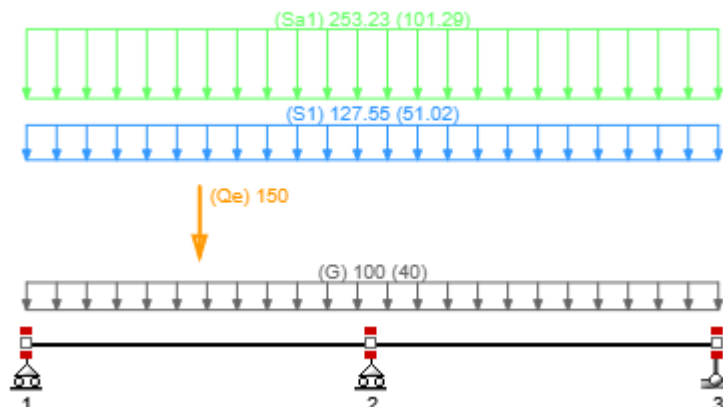
4.4 Vérification d'une panne

4.4.1 Hypothèses et charges



Pièces						
-	Section	Matériau	Classe de service	Longueur	Volume	Masse
-	-	-	-	[m]	[m ³]	[kg]
	b : 100mm h : 200mm b2 : 50mm Aplomb α : Pente de la toiture : 36.99%	C18	Classe 2	4.7	0.09	34.95
				E : Largeur de la bande chargement : 2.5m		

Cas de charges : daN, daN/m (daN/m²)



4.4.2 Résultats

EC5 : Résultats synthétiques pièces (Résistances et flèches)

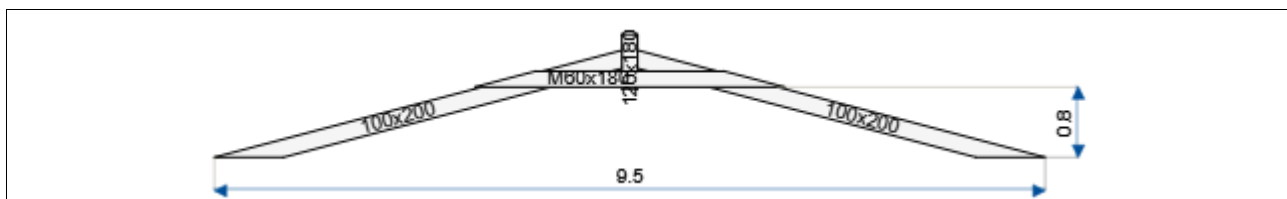
Section	Résultats ELU (Résistances)		Résultats ELS (Flèches)		
Utilisateur	Résistance section	Stabilité	Flèches instantanées (Combinaisons rares)	Flèches finales (Combinaisons rares)	Flèches second oeuvre (Combinaisons rares)
b=100mm h=200mm	29.47%	0%	7.93% (0.62mm)	11.4% (1.34mm)	18.39% (1.08mm)

4.4.3 Conclusion Panne

L'élément répond aux critères de l'Eurocode sous les charges actuelles.

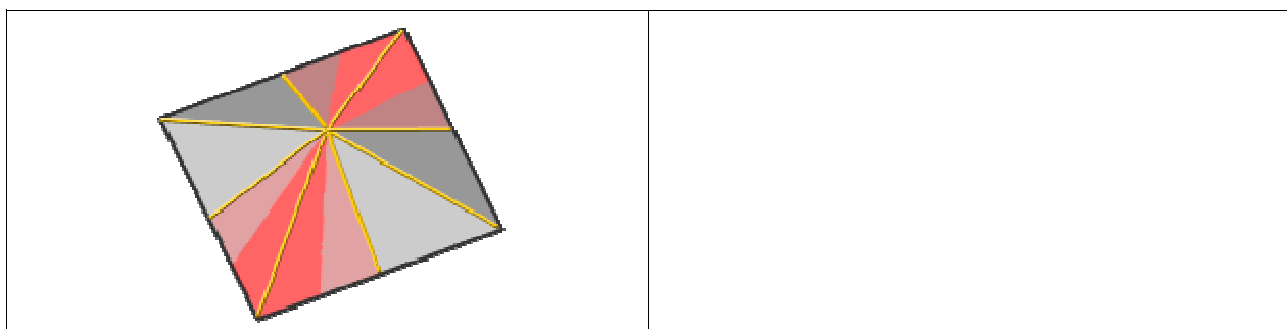
4.5 Vérification d'une ferme

4.5.1 Hypothèses et charges

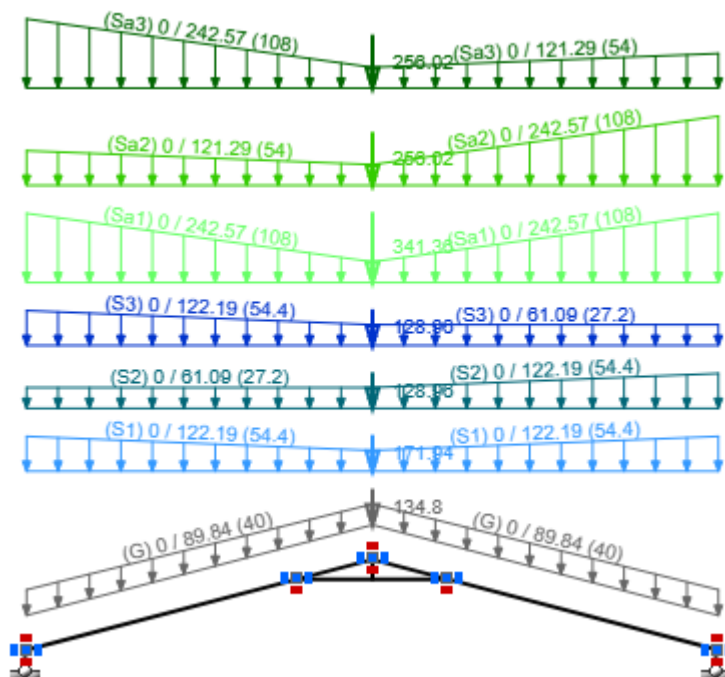


Pièces

Nom	Section	Matériau	Classe de service	Longueur	Volume	Masse
-	-	-	-	[mm]	[m ³]	[kg]
Poinçon	R12x18	C18	Classe 2	249.08	0.01	2.04
Arbalétrier droite	R10x20	C18	Classe 2	4501.33	0.09	34.21
Arbalétrier gauche	R10x20	C18	Classe 2	4501.33	0.09	34.21
Entrait retroussé	RR6x18x10	C18	Classe 2	1904.51	0.04	15.63
Total				11156.25	0.23	86.1



Cas de charges : daN, daN/m (daN/m²)



4.5.2 Résultats

EC5 : Résultats synthétiques pièces (Résistances et flèches)

Nom	Section	Résultats ELU (Résistances)		Résultats ELS (Flèches)		
		Résistance section	Stabilité	Flèches instantanées (Combinaisons rares)	Flèches finales (Combinaisons rares)	Flèches second oeuvre (Combinaisons rares)
Poinçon	b=120mm h=180mm	0.63%	0%	0% (0mm)	0% (0mm)	0% (0mm)
Arbalétrier droite	b=100mm h=200mm	29.87%	65.38%	17.61% (2.07mm)	25.92% (4.56mm)	41.25% (3.63mm)
Arbalétrier gauche	b=100mm h=200mm	29.87%	65.38%	17.61% (2.07mm)	25.92% (4.56mm)	41.25% (3.63mm)
Entrait retroussé	b=60mm h=180mm	6.98%	31.97%	0.47% (0.01mm)	0.76% (0.04mm)	1.2% (0.03mm)

4.5.3 Conclusion Ferme

L'élément répond aux critères de l'Eurocode sous les charges actuelles.

4.6 Conclusion charpente bois

En conclusion, sous les charges actuelles **les fermes et pannes sont correctement dimensionnées, seul les chevrons ne répondent pas aux critères de l'Eurocode.**

Lors de ma visite, les chevrons et la toiture en général ne présentaient pas de défauts majeurs, ni de déformations anormales apparentes.

Dans le cadre de la réhabilitation du bâtiment, et hors ajout des panneaux photovoltaïque, la balance des charges entre l'existant et le projet est nulle : $G_{\text{existant}} = G_{\text{projet}} = 35 \text{ daN.m}^2$.

Il est donc admis de conserver la charpente en l'état si aucune charge n'est ajoutée.

Pour ajouter les panneaux solaires, il faudra renforcer les chevrons en ajoutant une seconde panne intermédiaire.

5 Notice sismique

5.1 Descriptif de la structure existante

5.1.1 Schéma structurel

Le bâtiment est principalement en RDC, sauf une zone qui est en R+1.

Les murs et dalles sont en maçonnerie et la toiture en charpente bois.

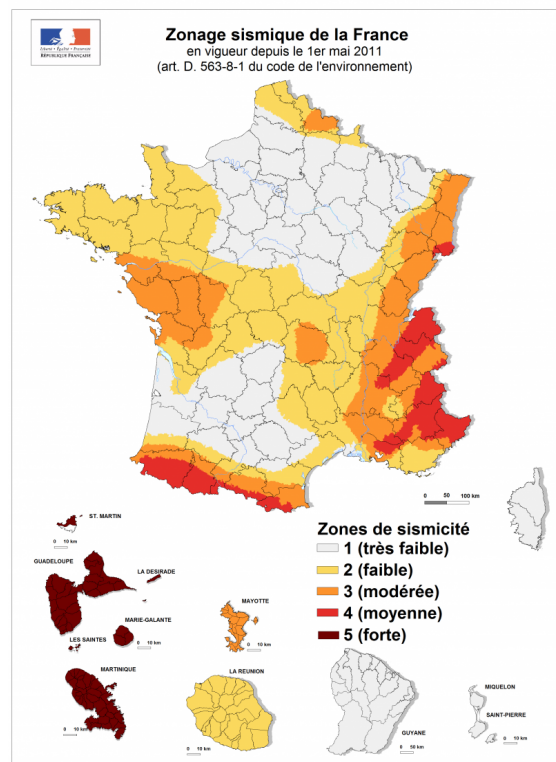
5.2 Règlementation sismique

Le projet étant situé en zone sismique, nous utilisons le cahier technique n°35 de l'AFPS pour appréhender l'incidence des travaux sur la vulnérabilité du bâtiment existant.

5.2.1 Zonage sismique

D'après l'arrêté du 22 octobre modifié, Grenoble est situé en **zone de sismicité 4 – Aléa Moyen**

→ $a_{gr} = 1.60 \text{ m/s}^2$.



5.2.2 Catégorie d'importance

Les bâtiments sont classés par catégorie d'importance en fonction de l'exploitation des locaux. Dans notre cas, le bâtiment abrite une école maternelle et une crèche, il est donc classé en **catégorie d'importance III** → $\gamma_I = 1.2$.

5.2.3 Classe de sol

Classe de sol : Inconnu (Pas de rapport de sol)

Coeff amplification topo : Non donné : $St = 1.0$ (Inclinaison moyenne des terrains $< 15^\circ$)

5.2.4 Dispositions applicables aux bâtiments existants

D'après le cahier technique n°35 de l'AFPS, les travaux dans les bâtiments de catégorie III en zone sismique 4 ne doivent pas aggraver la vulnérabilité sismique du bâtiment.

		Catégorie de bâtiment			
		I	II	III	IV
Zone sismique	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

**Non-aggravation
demandée**

Les seuils des travaux considérés comme non aggravants sont les suivants :

- Augmentation des surfaces plancher de 20%
- Suppression de 30% de surface plancher à un niveau
- Suppression de 20% des contreventements
- Ajout équipement lourd en toiture

Zone de sismicité	Catégorie d'importance III	
	a_g	Travaux concernés
2		
3	0,79 m/s ²	Augmentation surface de plancher 30% Suppression 30% du plancher à un niveau
4	1,15 m/s ²	Augmentation surface de plancher 20% Suppression 30% du plancher à un niveau Suppression contreventement 20% Equipements lourds en toiture
5	2,16 m/s ²	Augmentation surface de plancher 20% Suppression 30% du plancher à un niveau Suppression contreventement 20% Equipements lourds en toiture

Des compléments à ces seuils sont donnés dans le cahier techniques et s'appliquent à notre projet :

- Paragraphe III – 2 – g : Remplacement d'un élément de structure

Les extraits de ces paragraphes sont rappelés ci-dessous.

g - Transformation/remplacement d'un élément de structure

Un remplacement à l'identique d'un élément de structure ne constitue généralement pas un facteur d'aggravation de la vulnérabilité au séisme. Il suffit de respecter des critères simples d'équivalence en termes de masse et de raideur.

Le dépassement de ces seuils nécessite la vérification sismique du bâtiment.

5.3 Evaluation des travaux

Critère	Bloc 1	Résultat
↗ 20 % surfaces plancher	Pas de surface plancher créée	Travaux non aggravants
Suppression 30% surface plancher à un niveau	Pas de surface plancher supprimée	Travaux non aggravants
Suppression 20% contreventements	<u>Contreventements supprimés :</u> 7 ml au RDC <u>Contreventements créés :</u> 0 ml <u>Contreventements existants :</u> RDC = 146 ml + R+1 = 37 ml = 183 ml	Suppression = 4 % Travaux non aggravants
Ajout équipement lourd en toiture	Pas d'équipement lourd ajouté en toiture	Travaux non aggravants
Changement significatif	Remplacement de la couverture existante en fausse ardoise amiantée par un bac acier : allègement de la toiture	Travaux non aggravants

5.4 Conclusion

Nous constatons que les travaux de réhabilitation du CEI de comboire ne dépassent pas les différents seuils fixés par l'arrête du 22 octobre modifié et le cahier technique n°35 de l'AFPS.

Les travaux n'aggravent donc pas la vulnérabilité sismique du bâtiment existant.



Bureau d'études de structures

MAITRISE D'ŒUVRE – CONSEIL – CHARPENTE MÉTALLIQUE - CHARPENTE BOIS - BETON ARMÉ

2 rue de la viscose

38130 ÉCHIROLLES

Tél : 04.76.49.09.17

soraetec@soraetec.com

Agence secondaire

11 avenue des Vieux Moulins

74000 ANNECY

SIRET 327 851 564 00051

APE 7112B