



La Chambre - Ancien couvent des Cordeliers

Rapport structure DIAG



Maître d'œuvre :

EURL d'Architecture et Patrimoine
Dominique PERRON
Les Rippes
281 rue Jean de Styczinsky
73300 Saint-Jean-de-Maurienne
dominique-perron@wanadoo.fr

Maître d'ouvrage :

Mairie de La Chambre
Grande rue
73130 La Chambre

Epure – Architecture & Patrimoine
1982 route de Montaugier
73290 LA MOTTE-SERVOLEX
contact@epure-architecture.fr

Table des matières

1	Contexte.....	4
1.1	Introduction.....	4
1.2	Historique.....	6
1.3	Sources.....	7
1.4	Textes réglementaires.....	7
2	Généralités.....	9
2.1	Priorités d'intervention ; bouffements.....	9
2.2	Sismicité.....	12
2.3	Définition interventions maçonneries et voûtes.....	14
3	Cloître.....	16
3.1	État des lieux de la voûte d'arêtes.....	16
3.2	Désordres.....	19
3.3	Analyse structurelle.....	21
3.4	Préconisations techniques.....	22
4	Salle capitulaire.....	24
4.1	État des lieux de la voûte d'ogives.....	24
4.2	Désordres.....	29
4.3	Analyse structurelle.....	31
4.4	Préconisations techniques.....	32
5	Église abbatiale.....	36
5.1	Introduction.....	36
5.2	État des lieux et analyse structurelle.....	36
5.2.1	Vaisseau central.....	36
5.2.2	Chapelles sud.....	40
5.2.3	Charpentes.....	44
5.3	Analyse structurelle.....	46
5.4	Préconisations technique.....	47
6	Conclusion.....	50
	Annexe A Liste des documents annexes.....	51
	Annexe B Rappels sur les fissures des voûtes quadripartites.....	52

Suivi des modifications

Auteur	Date	Indice	Modification
MF	06/05/2022	A	Première version du rapport (document de travail)
MF	11/05/2022	B	Mise à jour suivant remarques architecte ; précisions concernant la salle capitulaire, compléments concernant la charpente de la nef
-	-	-	-
-	-	-	-

1 Contexte

1.1 Introduction

Ce rapport est rédigé dans le cadre de la mission intitulée « étude préalable pour la réhabilitation du couvent des cordeliers et la réutilisation de l'ensemble des bâtiments conventuels » dont l'agence EURL d'architecture et patrimoine Dominique Perron est mandataire. Bestrema est chargé au sein de l'équipe de maîtrise d'œuvre des études structures.

La figure 1 donne la localisation et l'environnement de l'édifice. La figure 2 donne le plan de localisation des différents éléments du couvent ainsi que les principales phases de constructions.

L'église abbatiale est orienté suivant un axe nord-est / sud-ouest. Afin de simplifier les descriptions, les façades seront désignés comme si l'église abbatiale était parfaitement orienté suivant un axe est/ouest :

- cloître au nord de l'église, dont il ne subsiste qu'une partie des ailes ouest et sud ;
- façade occidentale de l'église ;
- chapelles sud de l'église.

Le couvent est inscrit au titre des Monuments Historiques depuis 2021. L'édifice est situé à La Chambre (73130) :

- en zone E vis-à-vis de l'eurocode 1-3 (Neige)
- en zone 1 vis-à-vis de l'eurocode 1-4 (Vent)
- en zone 3 vis-à-vis du risque sismique
- à environ 472 m d'altitude par rapport au niveau de la mer

Nous étudierons successivement dans ce rapport les trois sujets structurels identifiés par le mandataire :

- cloître : étude des ailes sud et ouest en relation avec les fissures et dévers apparus, en vue de leur restauration
- salle capitulaire : étude de la salle capitulaire en vue des structures de subdivision (murs, cloisons, planchers) en vue de la libération du volume initial de la salle capitulaire
- église abbatiale : étude de l'église et des chapelles, en vue de la libération des volumes initiaux de l'église (suppression de l'étable, des planchers intermédiaires)

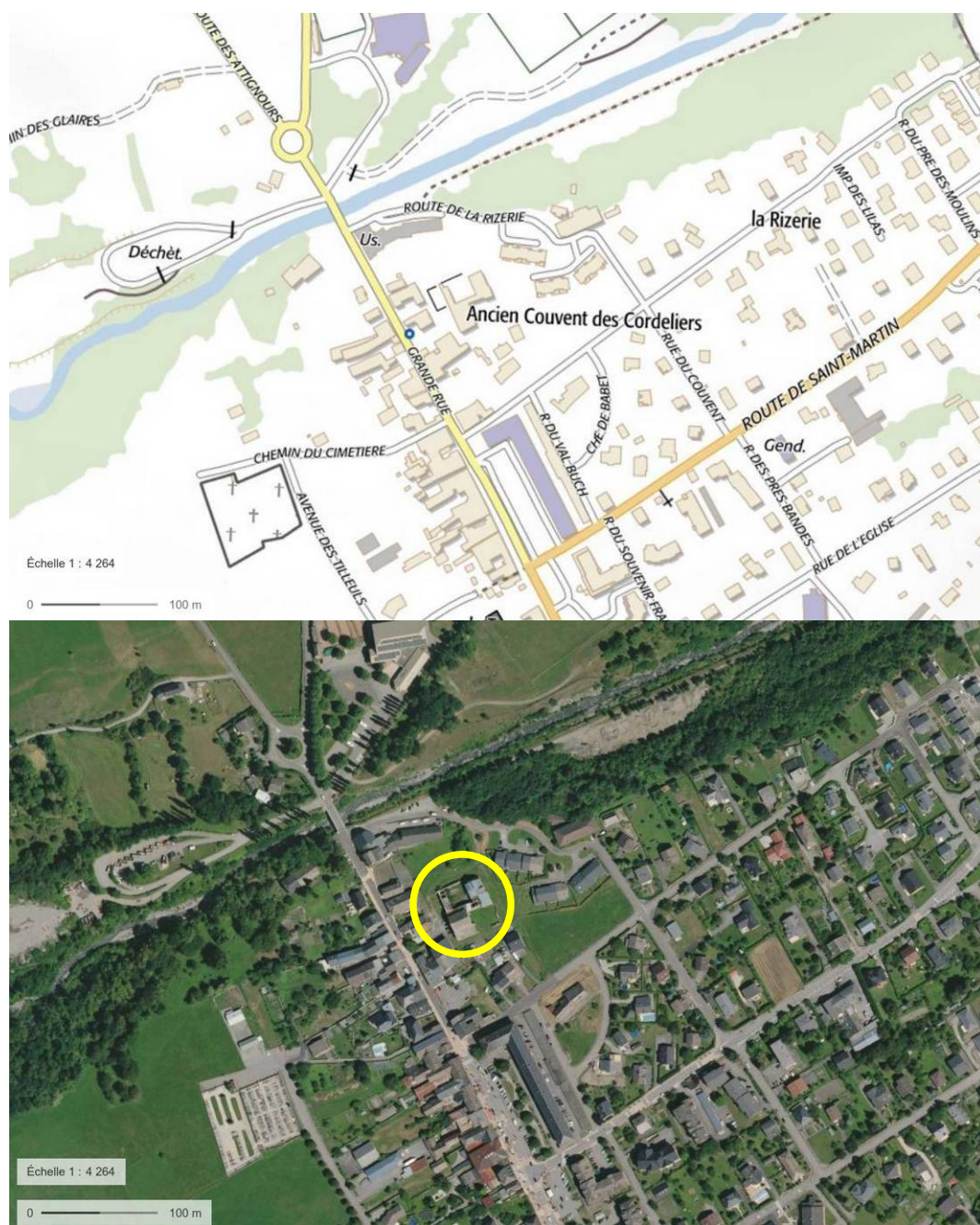


Figure 1 Localisation de l'édifice¹

^[1]Source : <https://www.geoportail.gouv.fr/carte>

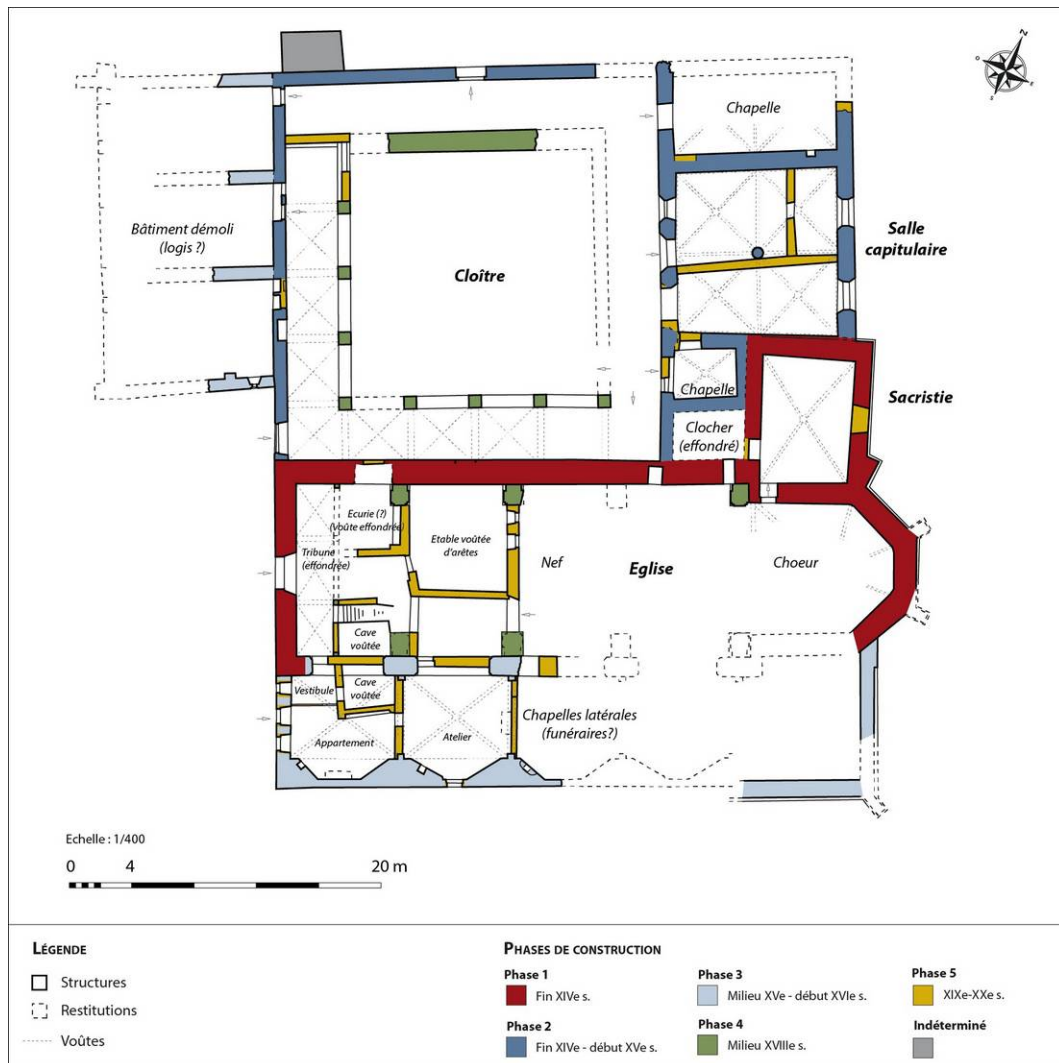


Figure 2 Phases de construction. Dessin : E. Chauvin-Desfleurs, L. D'Agostino, 2021. Extrait du rapport [ET01]

1.2 Historique

Nous rappelons ici les dates clés à connaître concernant l'édifice, permettant de mieux appréhender les structures du bâti. Ces informations figurent dans l'étude archéologique [ET01].

- 1365 : fondation du couvent
- phase 1 : fin XIV^e siècle
 - construction de l'église abbatiale et de la sacristie
- phase 2 : fin XIV^e siècle - début XV^e siècle
 - construction du cloître (sans voûte, couvert par une charpente) et de l'aile orientale (dont la salle capitulaire)
- phase 3 : milieu XV^e – début XVI^e siècle

- construction du logis ouest (disparu en grande partie aujourd'hui)
- phase 4 : milieu XVIII^e siècle
 - couverture de la nef de l'église par voûtes d'arêtes
 - création des chapelles latérales (sud)
 - reconstruction du cloître, avec création des voûtes d'arêtes visibles aujourd'hui
 - salle capitulaire : création des murs intérieurs de l'étage supérieur prenant directement appui sur la voûte d'ogives de la salle capitulaire
- phase 5 : après la Révolution
 - vente du couvent comme bien national
 - démantèlement du couvent entre plusieurs propriétaires
 - avant 1865 : effondrement du chœur de l'église, de la moitié de la nef et de trois chapelles latérales
 - créations de murs de refend et planchers ou dalles béton pour nouvelle utilisation du couvent
- 2008 : le couvent devient propriété communale
- 2021 : inscription de l'édifice aux monuments historiques

1.3 Sources

Nous avons eu accès et exploité les sources suivantes dans le cadre de notre mission :

- [ET01] « L'ancien couvent des cordeliers de La Chambre (La Chambre, Savoie) Etude archéologique préalable - Rapport final d'opération » Atelier d'Archéologie Alpine, janvier 2022
- [PL01] Plans architectes
- observations, photos et relevés réalisés lors de notre visite sur place le 04/04/2022

1.4 Textes réglementaires

La liste non exhaustive des textes réglementaires qui sont applicables dans le cadre de cette étude est la suivante :

- NF EN 1990 – Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures
- NF EN 1991-1-1 – Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-1 : actions générales – poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments

- NF EN 1991-3 – Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-3 : actions générales – charges de neige
- NF EN 1991-4 – Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-4 : actions générales – actions du vent
- NF EN 1992-1-1 – Eurocode 2 – Calcul des structures en béton – Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments
- NF EN 1993-1-1 – Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments
- NF EN 1993-1-2 – Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-2 : calcul du comportement au feu
- NF EN 1993-1-8 – Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-8 : calcul des assemblages
- NF EN 1995-1-1 – Eurocode 5 – Conception et calcul des structures en bois – Partie 1-1 : généralités – règles communes et règles pour les bâtiments
- NF EN 1995-1-2 – Eurocode 5 – Conception et calcul des structures en bois – Partie 1-2 : généralités – Calcul des structures au feu
- NF EN 1996-1-1 – Eurocode 6 – Calcul des ouvrages en maçonnerie – Partie 1-1 : règles générales pour ouvrages en maçonnerie armée et non armée
- NF EN 1996-2 – Eurocode 6 – Calcul des ouvrages en maçonnerie – Partie 2 : conception, choix des matériaux et mise en œuvre des maçonneries
- NF EN 1998-1 – Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 1 : règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments
- NF EN 1998-3 – Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 3 : évaluation et renforcement des bâtiments
- ...

2 Généralités

2.1 Priorités d'intervention ; bouffements

Compte tenu des ressources par nature limitées pour conduire les travaux de restauration de l'ancien couvent des Cordeliers, il convient de considérer deux critères :

- critère d'intérêt : identification des zones à préserver absolument (et en négatif les zones qui pourraient être sacrifiées en raison des manques de financement)
- critère d'urgence : zones qui présentent les dégradations les plus avancées / préoccupantes :
 - fissures sur les voûtes du cloître
 - zones d'effondrement en cours :
 - clocher et environnement du clocher
 - écuries, planchers et escaliers à l'intérieur de l'église
 - zones avec bouffement, en particuliers là où le parement extérieur commence déjà à tomber

[Nous renvoyons concernant le programme des travaux à l'analyse conduite par le mandataire qui tient compte de ces deux critères.](#) De plus nous revenons dans cette partie sur l'intérêt d'intervenir rapidement sur les bouffements, indépendamment des considérations programmatiques.

En effet le bouffement d'un mur en maçonnerie correspond au détachement du parement avec la constitution d'un vide intérieur entre le parement et le corps du mur. Le bouffement se manifeste par l'apparition progressive d'une déformation (un ventre) du nu du mur, qui perd sa planéité.

Le bouffement est la conséquence d'un manque de cohésion entre le parement et le corps du mur, généralement en raison de l'insuffisance des boutisses, et ici en raison de la forte dégradation des maçonneries laissées à l'abandon, et probablement aux poussées racinaires (même si les plantes ne sont plus toujours visibles).

Le bouffement est un signe avant-coureur de la ruine du mur (p. ex. figure 5), qui est suivi par la chute du parement (voir figure 3), la dégradation du corps du mur et au final la chute du parement opposé (voir figure 4).

Il est possible de stopper le phénomène au stade du bouffement, par confortation du mur (avec ou sans reconstruction du parement suivant

l'importance du désordre) comprenant le rejointoiement, le coulinage et création de nouvelles boutisses (en pierre, BA ou barre HA).

Outre la préservation de la « matière » historique du bâtiment, une intervention précoce sur les bouffements permet de stopper leur évolution et donc l'apparition de désordres (nouveaux effondrements partiels) qui seraient plus coûteux à reprendre.



Figure 3 Cloître, mur nord, bouffements et chute parement (cliché Dominique Perron 2010 en haut, Bestrema 2022 en bas)



Figure 4 Cloître, mur nord (cliché Dominique Perron 2010 en haut, cliché Bestrema 2022 en bas)

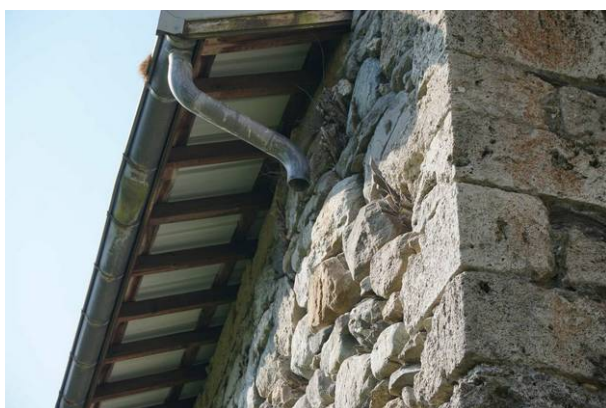


Figure 5 Bouffements, potentiellement lié à poussée racinaire (à titre d'exemple)

2.2 Sismicité

Le bâtiment est situé en zone 3, soit un niveau d'aléas modéré vis-à-vis du risque sismique.

Historique des séismes

Les derniers séismes recensés dans un rayon de 50km de La Chambre et dont l'intensité épicentrale était supérieure ou égale à 6 sont les suivants :

Date (AAAA/MM/JJ)	Intensité épicentrale	Qualité intensité épicentrale	Nom	Région épicentrale	Choc
1849/10/01	6	C	MAURIENNE (BONVILLARD)	ALPES SAVOYARDES	
1855/02/13	6	C	TARENTEISE (MOUTIERS)	ALPES SAVOYARDES	GROUPE DE SECOUSSES D UN ESSAIM
1881/07/22	7	B	BELLEDONNE- PELVOUX	ALPES SAVOYARDES	
1881/08/05	6	B	BELLEDONNE- PELVOUX	ALPES SAVOYARDES	REPLIQUE

Figure 6 Liste des séismes d'intensité épicentrale supérieure à 6 dans un rayon de 50 km de La Chambre²

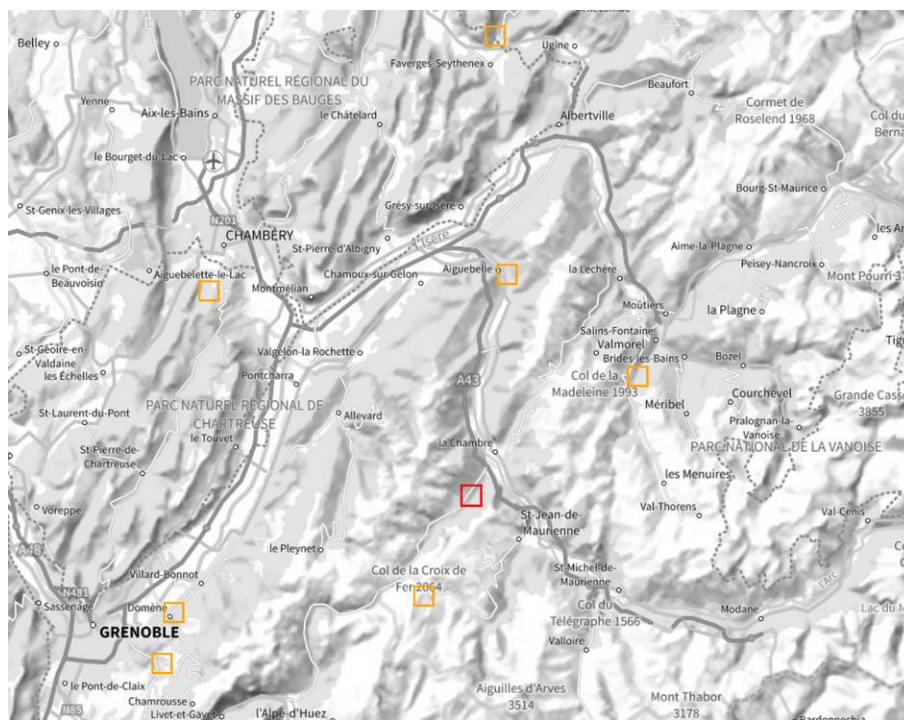


Figure 7 Carte des épicentres des séismes d'intensité épicentrale supérieure à 6 dans un rayon de 50 km de La Chambre³

Parmi ces séismes, seul le séisme de 1881 (« Belledonne-Pelvoux ») présente une intensité macrosismique (intensité ressentie à La Chambre) supérieure ou

^[2]Source : <https://www.sisfrance.net/glossaire>

^[3]Source : <https://www.sisfrance.net/glossaire>

égale à 6 (qui a pu produire des fissures dans les murs ou des désordres plus importants). Dans le détail, l'intensité ressentie à Saint-Jean-de-Maurienne est de 7 pour ce séisme, et estimée à 6,3 à La Chambre. Un texte de 1881 mentionne à Saint-Jean-de-Maurienne la chute de cheminées, la fissuration des plafonds et murailles de maisons, et l'apparition de lézardes de 1 cm d'ouverture⁴.

Il est donc possible que le séisme de 1881 ait contribué à l'aggravation des désordres visibles sur l'abbaye. Il n'est cependant pas la cause première de ces désordres (par exemple l'effondrement du chœur et des deux travées de la nef est antérieure à ce séisme).

Il est possible que des séismes plus anciens et dont la mémoire ait été perdue se soit produits.

Cas bâtiment ancien

Les travaux ne devront pas aggraver la vulnérabilité du bâtiment vis-à-vis des séismes. Sous cette condition, il n'y a pas d'exigence particulière vis-à-vis de la réglementation sismique en vigueur pour un bâtiment historique.

A ce titre, le dégagement des structures anarchiques construites à l'intérieur de l'église, et actuellement fortement endommagées, permettra de revenir à des structures plus symétriques et en meilleure état, et donc de diminuer la vulnérabilité du bâtiment vis-à-vis des séismes. De plus, la mise en place de tirants (nécessaires par ailleurs indépendamment de la thématique des séismes) jouera un rôle également bénéfique en vue de la diminution de la vulnérabilité sismique.

« Les monuments et les bâtiments historiques ne font pas partie du domaine d'application de l'Eurocode 8 partie 3 : évaluation et renforcement des bâtiments (§ 1.1 (5)). La mauvaise connaissance des matériaux employés, de la structure même du bâtiment et de ses différentes étapes de construction rendent difficiles une évaluation de la capacité initiale de la structure à résister au séisme. De même un renforcement est soumis à plus de contraintes architecturales et techniques que pour un bâtiment courant.

On veillera donc en cas de travaux sur la structure à ne pas engendrer de fragilisation de la structure c'est-à-dire à ne pas augmenter sa

^[4] NOTES SUR LES TREMBLEMENTS DE TERRE RESENTIS A SAINT-JEAN-DE-MAURIENNE

Auteur : VILLET. J

Référence : TRAVAUX DE LA SOCIETE D'HISTOIRE ET D'ARCHEOLOGIE DE LA PROVINCE DE MAURIENNE

Tomaison, série : T 5

Type biblio : PUBLICATION A CARACTERE HISTORICO-LITTERAIRE

Date de publication : 1884

URL <https://www.sisfrance.net/document/12220>

vulnérabilité face au risque sismique. Un renforcement volontaire de la structure s'effectuera en adaptant les procédures de dimensionnement et les dispositions constructives aux plus près des connaissances actuelles sur le renforcement du bâti historique, tout en restant économiquement acceptable. »

Ministère en charge du Développement Durable.

<http://www.planseisme.fr/Comment-considerer-les-travaux-sur-un-monument-historique.html>

2.3 Définition interventions maçonneries et voûtes

Nous serons amenés à préconiser en plusieurs endroits des restaurations classiques des maçonneries et des voûtes. Nous définissons ici la signification de ces interventions :

– La régénération des maçonneries :

- elle a pour objectif du point de vue de la stabilité de restituer en partie la capacité portante des maçonneries d'origine.
- elle comprend :
 - remaillage des fissures traversant plusieurs assises (remplacement des pierres éclatées au droit de la fissure par pierres neuves restituant un appareil à joints verticaux coupés)
 - relancis de pierres neuves pour remplacement des pierres éclatées, fissurées ou fortement dégradés (dépose par refouillement et remplacement par pierre neuve, exécuté assise par assise) ;
 - refichage profond des joints dégarnis ;
 - rejointoiement des parements ;
 - coulinage des maçonneries, avec un coulis compatible aux maçonneries en place (voir infra détails sur coulinage).

– La restauration traditionnelle des voûtes :

- elle a pour objectif de remédier aux désordres pour revenir à une situation la plus proche possible de l'état d'origine. Des interventions complémentaires (non mentionnées ici, du type tirants) peuvent être nécessaires au cas par cas
- elle comprend :
 - des investigations complémentaires à mener par les entreprises depuis les échafaudages au début du chantier (investigations actuellement impossible pour des raisons

- d'inaccessibilité)
- des interventions sur les nervures
 - refichage soigné des joints ouverts, puis rejointoiement
- des interventions sur les voûtaines
 - refichage soigné depuis l'extrados (si accessible) et/ou l'intrados, puis rejointoiement, complété par microcoulinages pour les fissures les plus fines
 - coulinages ponctuels depuis l'extrados, suivant nécessité

Nota sur les coulinages

Le coulinage devra être adapté à la nature des maçonneries existantes (pierres, mortier, enduit). Il appartiendra à l'entreprise de choisir un coulis compatible avec les maçonneries en place, et si besoin faire réaliser par un laboratoire les analyses nécessaires.

3 Cloître

3.1 État des lieux de la voûte d'arêtes

Forme générale

La voûte du cloître est une voûte d'arêtes à quatre quartiers. Cette voûte est plate, au sens où chaque quartier a une ligne de faîte⁵ horizontale (ou sub-horizontale).

L'appareil des voûtains est visible sur l'intrados des voûtes là où l'enduit est tombé. Les voûtains se composent de l'association de moellons et de grands galets de rivière. Le voûtain est construit d'un seul rang de pierres, qui font donc toute l'épaisseur de la voûte (figure 10).

Les traces de planches visibles à l'intrados de certaines voûtes, essentiellement de l'aile sud, sont les traces de coffrage. Les voûtes ont donc été construites en bain de mortier soufflant sur un coffrage (technique de pose des pierres constituant la voûte). Bien que les voûtes aient probablement été enduites, les traces « d'enduits » visibles aujourd'hui sont en majorité le reste des mortiers de pose.



Figure 8 Cloître, vue d'ensemble (église en arrière plan)

^[5] La ligne de faîte est « la ligne passant par les points les plus élevés de l'intrados » Pérouse de Montclos 2007 « Méthode et vocabulaire de l'architecture », c'est-à-dire ici la ligne reliant la clé de voûte la clé de l'arc générateur du quartier (~formeret).



Figure 9 Vue de dessous d'une travée de l'aile ouest



Figure 10 Cloître, vue de la composition des voûtes (aile ouest à g., aile sud à d.)

L'épaisseur totale de la voûte + remblais est d'environ 30cm (vu latéralement là où la voûte est effondrée). Le niveau de sol règne presque avec le point le plus haut de l'extrados (observation depuis le sol), l'épaisseur de la voûte est donc de l'ordre de 25cm.

Les dimensions caractéristiques de cette voûte sont les suivantes :

- portée de la voûte (plan carré) : 3,35m
- flèche de la voûte : 1,40m

Le rapport entre la portée et la flèche de la voûte est 2,4. Les arcs générateurs des voûtes ne sont pas des anses de panier, mais des arcs segmentaires (arc légèrement surbaissé, noter que les tangentes des arcs à l'importe ne sont pas parfaitement verticales).

La voûte ne présente ni d'arcs doubleaux, ni d'arcs formerets. Les surépaisseurs sur la voûte suggérant la présence d'arcs doubleaux correspondent en fait à une simple surépaisseur d'enduit (rôle esthétique, aucun rôle structurel).



Figure 11 Cloître, aile ouest, vue d'ensemble (2010 à g., 2022 à d.)



Figure 12 Cloître, aile ouest, vue d'ensemble



Figure 13 Cloître, aile sud, vue d'ensemble (2010 à g., 2022 à d.)

Contrebutement

La voûte du cloître est contrebutée uniquement par les piédroits des arcades du cloître côté intérieur, et côté extérieur :

- aile sud du cloître : par le mur de l'église
- aile ouest du cloître : par les murs de refend de l'ancienne aile occidentale (aujourd'hui détruite mais dont les têtes de murs ont été judicieusement conservés lors de cette démolition)

3.2 Désordres

L'état des lieux graphique des désordres sur la voûte du cloître est donné sur la page 1 du plan 01 en annexe, avec en particulier le repérage des fissures (l'épaisseur de trait symbolise l'importance de l'ouverture de fissure).

Le vocabulaire utilisé pour désigner les fissures types des voûtes est rappelé dans l'annexe B page 52.

On retient les désordres principaux suivants :

- fissures de décollement des gouttereaux, qui indiquent le basculement des piédroits vers l'extérieur
 - ces fissures sont plus développés côté mur cloître que mur

intérieur, ce qui est cohérent avec un basculement privilégié côté cloître, dont le contrebutement est moindre

- fissures à la clé, beaucoup plus discrètes que les fissures de décollement des gouttereaux
- 2 importantes lacunes dans les voûtes, dont 1 reprise en béton et qui menace ruine
- pas de tirants en place actuellement (la cornière métallique existante dans l'aile sud du cloître ne semble pas être ancrée correctement dans le mur pour servir de tirant)

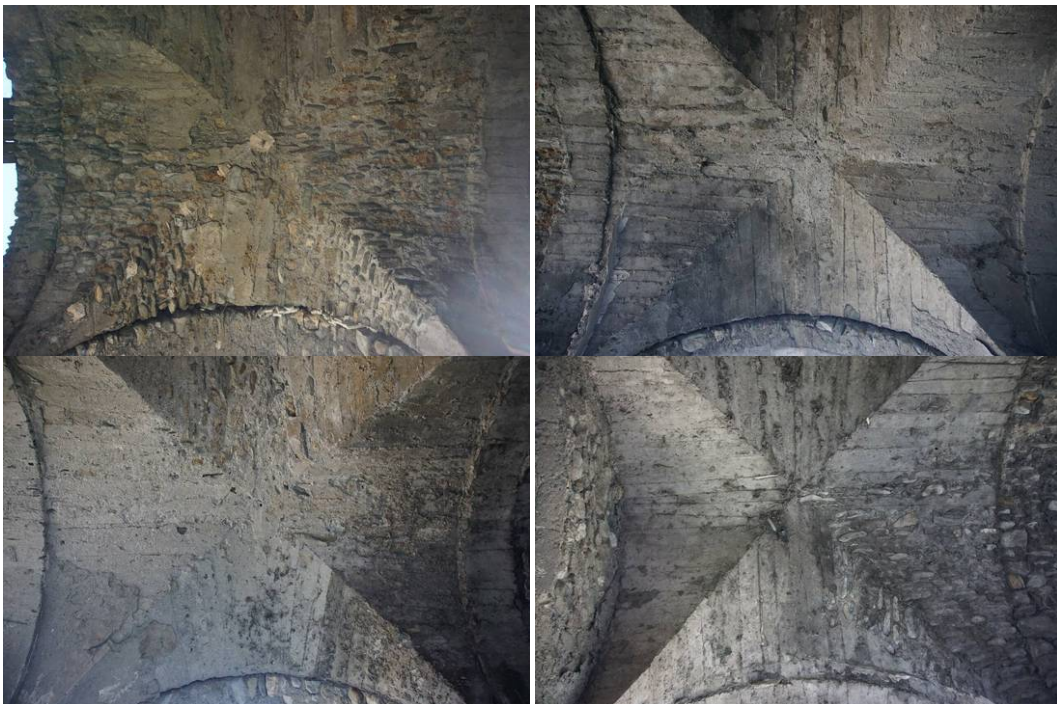


Figure 14 Cloître, aile ouest, vue de l'intrados



Figure 15 Cloître, aile sud, vue de l'intrados

3.3 Analyse structurelle

S'il est difficile de dire de quand date le mouvement de dévers vers l'extérieur et l'apparition des fissures sur les voûtes, certains indices semblent indiquer qu'il ne s'agit pas d'une problématique nouvelle :

- présence de remplissage sur certaines fissures de décollement du gouttereau,
 - soit maçonné,
 - soit avec plaques polystyrène
- absence de fissure au niveau du remplissage béton (donc le mouvement est antérieur à la création de ce remplissage)

Les origines possibles de ce type de désordres sont :

- le sur-chargement des voûtes, possiblement lors de la transformation en ferme de l'abbaye
- le sous-dimensionnement des piliers (poussée insuffisamment reprise)
 - dès l'origine (donc la reconstruction du cloître au XVIII^e siècle)
 - suite à une modification des piliers ou des niveaux de sol (décaissement)
 - lien possible avec la démolition d'une partie du pied du

piédroit côté cloître qui diminuerait la largeur efficace des piédroits

- l'effet du séisme de 1881
 - vue la faible intensité du séisme, il s'agit d'une cause additionnelle et non de la cause principale

L'hypothèse la plus probable est que les voûtes du cloître se trouvent dans une situation limite dès sa construction au XVIII^e siècle. Cette situation limite s'est détériorée progressivement un peu plus suite à la dégradation des maçonneries, et événements annexes (possible sur-chargement des étages lors de l'utilisation comme ferme, possible contribution du séisme de 1881)

3.4 Préconisations techniques

Vu ce qui précède, nous préconisons :

- la régénération des maçonneries (voir partie 2.3 p. 14)
- la restauration traditionnelle des voûtes (voir partie 2.3 p. 14) ; on note en particulier :
 - la restauration des voûtes doit avoir lieu après la mise en place des tirants
 - les vides laissés par les fissures de décollement des gouttereaux seront nettoyés puis re-maçonnés proprement (pas de bourrage au mortier)
 - il existera toujours la possibilité après travaux de réapparition d'une fissure esthétique à l'emplacement des fractures actuelles
- la mise en œuvre de tirants métallique pour stabiliser le mouvement de dévers des piédroits du cloître sous l'effet de la poussée de voûte ;
 - car la déformations apparue fait qu'il n'est plus possible de revenir à une situation équivalente antérieure, qui par ailleurs est une situation limite
- Points particuliers :
 - aile ouest : attention il faudra maintenir un dispositif de contrebutement à l'extrémité de l'arcade côté nord :
 - ou bien conserver le pan de mur au nord qui contrebut les voûtes et arcades suite à la disparition de la dernière arcade
 - ou bien la restitution de la dernière arcade, en prévoyant une épaisseur (et fondation) suffisante pour le dernier piédroit qui jouera le rôle de contrefort

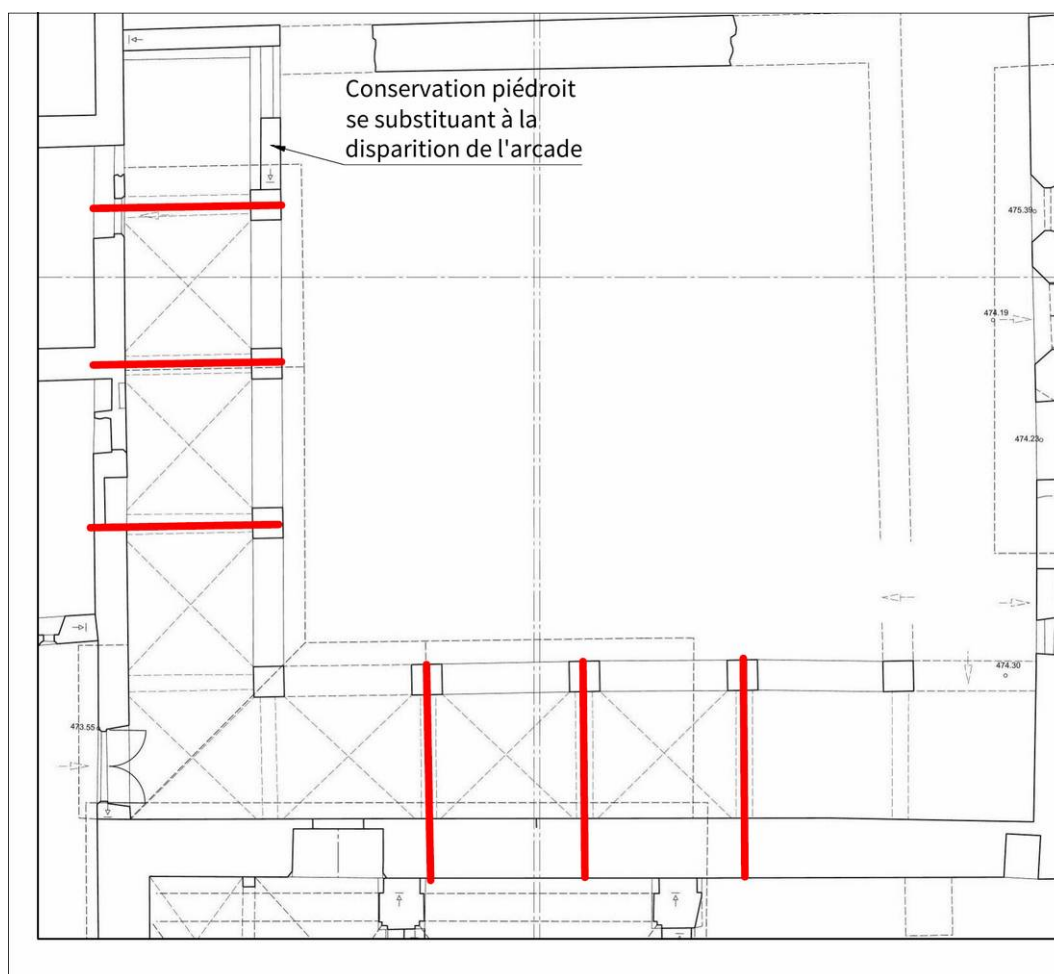


Figure 16 Cloître, schéma de principe des tirants à mettre en place au niveau de la naissance de la voûte

4 Salle capitulaire

4.1 État des lieux de la voûte d'ogives

Forme générale

La voûte de la salle capitulaire est une voûte d'ogives quadripartite, sur plan carré légèrement irrégulier. Ce type de voûte se situe entre les voûtes plates et les voûtes domicales, au sens où chaque quartier a une ligne de faîte⁶ légèrement inclinée sur l'horizontale. Les orthoimages des deux travées sud de la voûte (figures 17 et 18) donnent une idée plus précise de l'allure tridimensionnelle de la voûte (notre mission ne comprend pas de relevé photogrammétrique de la voûte, cette reconstitution 3D rapide est donnée à titre informatif uniquement pour appréhender graphiquement la forme des voûtes).

L'épaisseur de la voûte n'est pas connue avec exactitude en l'absence de sondage. L'épaisseur de l'ensemble voûte + sol à proximité de la clé de la voûte est de l'ordre de 68 cm (relevé sur plan architecte).

Les dimensions caractéristiques de cette voûte sont les suivantes :

- portée de la voûte (plan presque carré) : 5,00m
- flèche de la voûte : 3,55m

Le rapport entre la portée et la flèche de la voûte est 1,4.

La voûte est fortement chargée par les murs de refend transversaux et longitudinaux du niveau 2 (niveau 1 d'origine). Par ailleurs ces murs ne respectent pas la trame des voûtes (les murs ne sont pas implantés à l'aplomb des arcs).

^[6] La ligne de faîte est « la ligne passant par les points les plus élevés de l'intrados » Pérouse de Montclos 2007 « Méthode et vocabulaire de l'architecture »), c'est-à-dire ici la ligne reliant la clé de voûte la clé de l'arc générateur du quartier (~formeret).



Figure 17 Salle capitulaire, orthoimage du nuage de point depuis le sud (vue de principe, nuage orienté approximativement)



Figure 18 Salle capitulaire, orthoimage du nuage de point depuis l'ouest (vue de principe, nuage orienté approximativement)



Figure 19 Salle capitulaire, travée nord-ouest, vue d'ensemble



Figure 20 Salle capitulaire, travée nord-ouest, vue d'ensemble



Figure 21 Salle capitulaire, travée nord-ouest, vue d'ensemble niveau 0

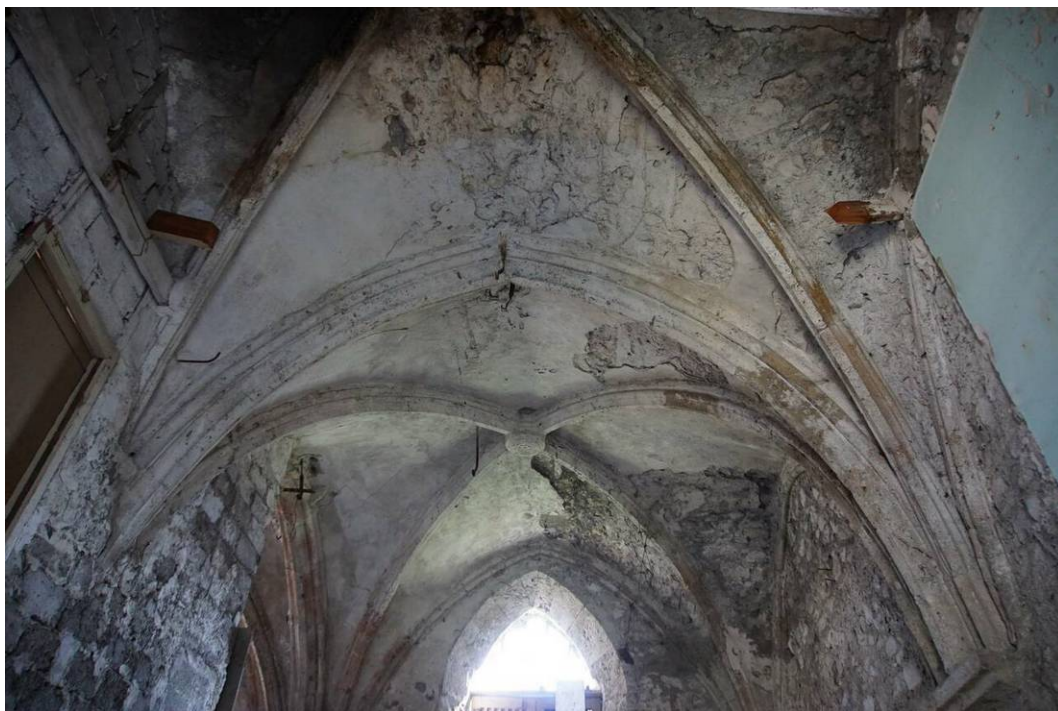


Figure 22 Salle capitulaire, vue d'ensemble travées sud, depuis la travée sud-ouest



Figure 23 Salle capitulaire, niveau 2, vue sol travée centrale et des murs de refends (en appui sur les voûtes)



Figure 24 Salle capitulaire, détail du pied de la colonne



Figure 25 Salle au nord de la salle capitulaire, avec vestiges voûtes disparues

Contrebutement

La voûte de la salle capitulaire est contrebutée uniquement par les murs du

bâtiment (sans contreforts) :

- à l'est, le niveau du terrain est plus haut qu'à l'ouest (côté cloître), si bien que la voûte est directement contrebutée par le sol (le niveau des naissances est proche du niveau du sol)
- à l'ouest, la voûte était probablement contrebutée par l'aile est du cloître (charpentée au XV^e siècle, puis voûtée à partir du XVIII^e siècle, et aujourd'hui disparue ; elle n'est donc contrebutée que par le mur de façade ouest actuellement
 - nota : le rapport archéologique indique « Un élément reste incompris : les corbeaux situés sur la façade de la salle capitulaire sont plus hauts que les corbeaux situés au droit du clocher et le long du mur gouttereau nord de l'église. Cette différence d'altitude marquée (1,40 m) est difficilement explicable en l'état car elle implique des hauteurs de toitures différentes. » Il est possible que cette disposition locale soit liée au contrebutement de la salle capitulaire entre le XV^e et XVIII^e s.. Nous ne disposons cependant pas d'informations suffisantes pour argumenter plus finement ce point.
- au nord, la voûte était contrebutée par une salle voûtée, aujourd'hui disparue (figure 25) ; elle n'est donc contrebutée que par le mur de façade nord actuellement
- au sud, la voûte est contrebutée par les murs et voûtes de la sacristie et d'une chapelle

4.2 Désordres

L'état des lieux graphique des désordres sur la voûte du cloître est donné sur la page 3 du plan 01 en annexe.

- forte fissure de Sabouret sur travée sud-ouest
 - une fissure analogue a dû se produire également sur la travée nord-ouest, mais a été reprise ou a été masquée par l'enduit + peinture appliquée sur cette travée de voûte
 - noter qu'il n'existe pas de fissure analogue sur les travées côté est
- fissures verticales systématiques entre les murs de refend et les façades est et ouest
 - ces fissures sont réapparues sur certaines pièces après leur dernière mise en enduit (cf enduit des salles niveau 2 côté ouest), et ne sont pas réapparues sur d'autres pièces (cf enduit du pied de

voûte visible sur figure 26)

- inflexion sur un des arcs de la travée nord-est, à proximité immédiate de la cloison
- fissure dans l'angle nord-ouest de la travée nord-ouest
- attention : la dégradation des enduits (travées sud) ou au contraire la présence d'un enduit peint (travées nord) ne permet pas une lecture fiable des fissures



Figure 26 Salle capitulaire, travée sud-ouest



Figure 27 Salle capitulaire, travée nord-ouest, inflexion d'une nervure au niveau d'une cloison



Figure 28 Salle capitulaire, niveau 2, allure des fissures côté ouest



Figure 29 Salle capitulaire, niveau 2, allure des fissures côté est

4.3 Analyse structurelle

- les fissures sur les voûtes et les fissures entre murs de refend et murs de façades traduisent un mouvement de déversement vers l'extérieur de la façade ouest sous la poussée des voûtes
 - ce mouvement est ancien, comme le montrent l'absence de fissures sur les sols, l'absence de nouvelles fissures de Sabouret sur la travée nord-ouest etc.

- plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer l'apparition de ce mouvement, ces hypothèses peuvent se cumuler :
 - disparition de l'aile est du cloître qui contrebutait la voûte (initialement charpentée jusqu'au XVIII^e siècle, puis reconstruite avec voûte d'arêtes au XVIII^e siècle)
 - mise en charge des voûtes par les murs construits au niveau 2 au XVIII^e s.
 - la construction de ces murs, en dehors des axes principaux des voûtes (arcs doubleaux, arcs diagonaux), a nécessairement produit une nette augmentation de la poussée des voûtes, et par conséquent des déformations des murs de façade
 - l'état actuel du sol du niveau 2 (calade) qui n'est pas exploitable en l'état pour une occupation de type logement, bureaux etc. correspond potentiellement à un curage du sol pour alléger les voûtes
- un mouvement de déversement de la façade est également sensible, mais uniquement en partie haute de la façade
- ce mouvement est lui probablement lié aux poussées de charpente, présentes ou passées, car de ce côté on note l'absence sur la voûte de fissure de sabouret ou le long du gouttereau sur les voûtes ; la voûte est mieux contrebutée en raison de la différence des niveaux de sol. Par analogie, les poussées de charpente ont pu également contribuer aux poussées sur la tête du mur côté ouest, même si de ce côté le rôle de la voûte est le moteur principal des désordres

4.4 Préconisations techniques

Il est envisagé par l'architecte le dégagement des structures de cloisonnement et d'entresollement de la salle capitulaire. D'après ce qui précède, les cloisonnements sont probablement en charge et bloquent l'évolution des désordres sur les voûtes en raison :

- du défaut de contrebutement vers l'est
- du défaut de contrebutement vers le nord
- du chargement excessif de la voûte par les murs des niveaux 2 construits au XVIII^e siècle

La suppression des cloisonnements actuels ne correspond pas au retour à

une situation historique sans désordres. Elle correspond au retour à l'état pathologique du milieu du XIX^e siècle. Des interventions de confortement complémentaires seront donc nécessaires.

Pour permettre le dégagement de la salle capitulaire il faut donc prévoir :

- la régénération des maçonneries (voir partie 2.3 p. 14)
- la restauration traditionnelle des voûtes (voir partie 2.3 p. 14) ; on note en particulier :
 - la restauration des voûtes devra avoir lieu :
 - après la démolition des murs intérieurs du niveau 2 (voir infra)
 - en grande partie avant la dépose progressive des structures de cloisonnement actuels
- la mise en place d'un double tirant dans le sens est-ouest
 - alternative : construction d'un contrefort sur la façade est
- la mise en place d'un double tirant dans le sens nord-sud
 - alternative : construction d'un contrefort sur la façade nord
- la démolition des murs intérieurs du niveau 2 (et éventuellement, conservation d'un sous-bassement de 20cm sur lequel des cloisons légères pourront être réinstallées pour restituer les volumes définis par ces murs) pour alléger les voûtes
 - le plancher des combles devra prendre appui directement sur les entrails, et ne pas appuyer sur les cloisons
 - la charpente devra être reconstruite intégralement pour libérer tout appui sur les murs du niveau 2
- la restauration du pilier central (actuellement peint) :
 - pilier fortement chargé. En l'absence de modélisation des voûtes, on estime que les charges reprises par ce pilier sont de l'ordre de 80 tonnes (ELS) soit 21 kg/cm² (après dépose des murs du niveau 2)
 - vérification du niveau et de l'état de la fondation à prévoir
 - restauration soignée de la colonne après suppression de l'appui du plancher métallique (bourrage au mortier interdit, refouillement et mise en place pierre neuve)
- points particuliers
 - l'intervention de décroisonnement devra être très progressive pour permettre de remédier progressivement aux désordres qui pourraient (ré)apparaître au fur et à mesure de la remise en charge

de la voûte

La conclusion est donc que le décroisonnement de la salle capitulaire est possible, mais qu'une attention toute particulière est à apporter à cette opération en raison des désordres anciens et des disparitions de structures de contrebutement.

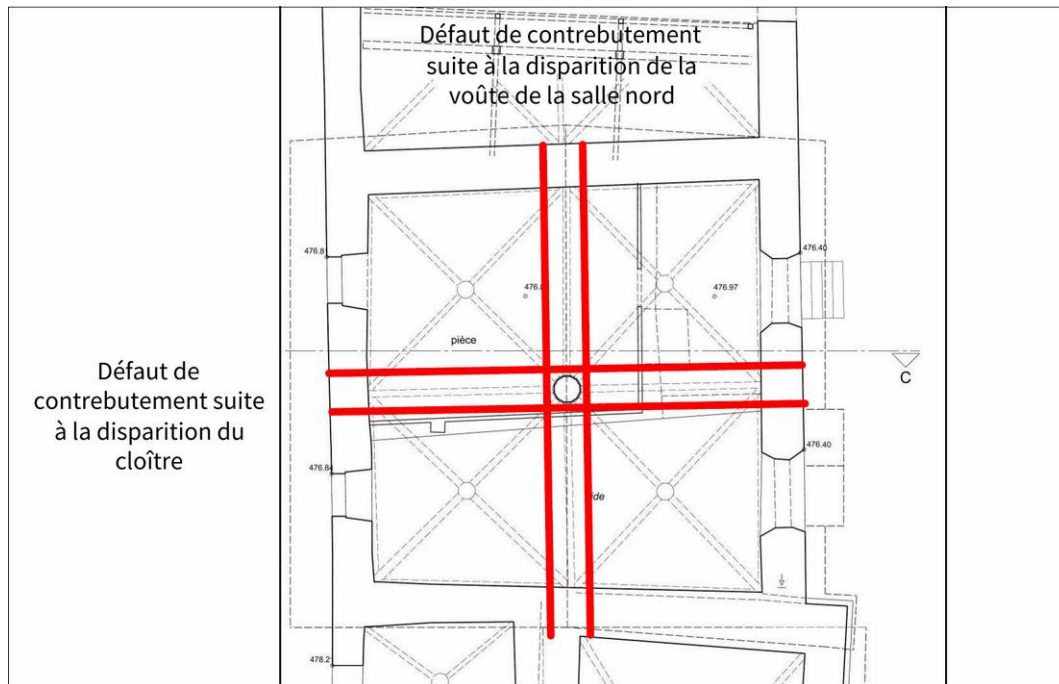


Figure 30 Salle capitulaire, schéma de principe des tirants à mettre en place au niveau de la naissance de la voûte

Nota concernant la faisabilité pour la restitution des baies

Le projet architectural prévoit la restitution de deux baies couvertes en plein-cintre sur la façade ouest de la salle capitulaire, conjointement au bouchement d'une porte à linteau droit au rez-de-chaussée et deux fenêtres à linteau droit au niveau 1 (voir figure 31).

Au stade du diagnostic, nous jugeons ces interventions réalisables. Un soin particulier, notamment concernant le phasage de l'intervention et la mise en charge des arcs, sera nécessaire lors des travaux.

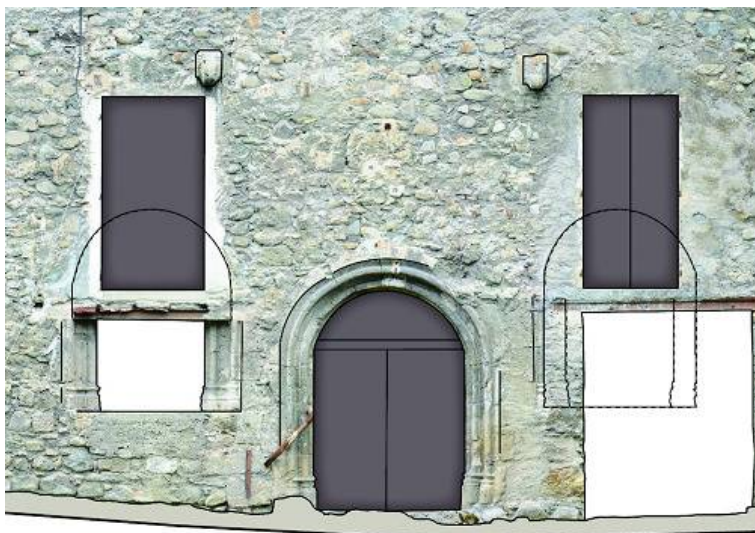


Figure 31 Salle capitulaire, façade sud, baies à restituer (en pointillé)

5 Église abbatiale

5.1 Introduction

L'état des lieux graphique des désordres dans l'église abbatiale est donné sur la page 2 du plan 01 en annexe.

L'objectif architectural étant de libérer à la fois la nef et les chapelles sud pour retrouver les espaces d'origine de l'église, nous ne revenons pas ici sur les structures devant être déposées (voûte effondrée de l'écurie, voûte effondrée de la tribune, planchers dégradés des chapelles sud, escaliers dégradés etc.). Ces structures secondaires sont à l'état de ruine.

On se concentre donc dans la suite sur les voûtes et les désordres lisibles sur les maçonneries.

5.2 État des lieux et analyse structurelle

5.2.1 Vaisseau central

La voûte du vaisseau central de l'église est une voûte d'arêtes quadripartite, construite en moellons.

Cette voûte est un ajout du XVIII^e siècle. Pour couvrir d'une voûte le vaisseau central de l'église qui n'était pas prévu pour cela (faible épaisseur des murs, absence de contreforts), les constructeurs du XVIII^e s. ont choisi de construire de grands piédroits intérieurs qui assurent une double fonction :

- ils permettent de réduire la portée de la voûte,
- ils jouent le rôle de contrefort intérieur

Malgré ces précautions, il a été nécessaire d'ajouter ultérieurement des tirants pour stabiliser la voûte :

- deux tirants est-ouest (un au nord et un au sud), probablement ajoutés suite à la disparition des autres travées de la voûte
- un tirant à l'ouest, le long de la façade occidentale, dont il ne reste que les extrémités aujourd'hui
 - ce tirant passait devant la baie centrale de la façade occidentale, côté intérieur
 - ce tirant est attesté par la présence :
 - des ancrs (une ancre visible côté nord, non visible côté sud car masqué par le comble des chapelles sud)

- des extrémités des tirants laissés en place
- la trace de la partie centrale du tirant sur l'enduit (« fantôme » du tirant ancien aujourd'hui disparu)

Le front de la voûte côté est a par ailleurs fait l'objet d'une stabilisation sommaire depuis l'effondrement des autres travées de la nef, par la mise en place d'un gros enduit (figure 36). En bordure de la voûte, seuls les reins des arcs doubleaux ont été conservés (soit lors de l'effondrement, soit lors d'une campagne de sécurisation ultérieure – voir figure 32).

Les fissures principales sont relevées sur le page 2 sur le plan 01 en annexe. Nous n'avons pas relevé les fissures liées au faïençage de l'enduit, qui ne sont pas de nature structurelle.

Les fissures de décollement du gouttereau (façade occidentale) et les fissures de Sabouret (au nord et au sud) sont cohérentes avec la présence des tirants (au sens où ces tirants visent à bloquer les mouvements qui produisent ce type de fissures). La fissure à la clé correspondant à ces mouvements ne sont pas lisibles (soit fissure diffuse, soit fissure masquée par le faïençage des enduits).

De même, la fissure verticale à l'axe de la façade occidentale (figure 37) est cohérente avec la présence du tirant nord-sud au revers de la façade. Cette fissure est déjà observable sur une carte postale du début du XX^e siècle. Il s'agit donc d'un désordre ancien, possiblement de nouveau évolutif suite à la suppression du tirant nord-sud.

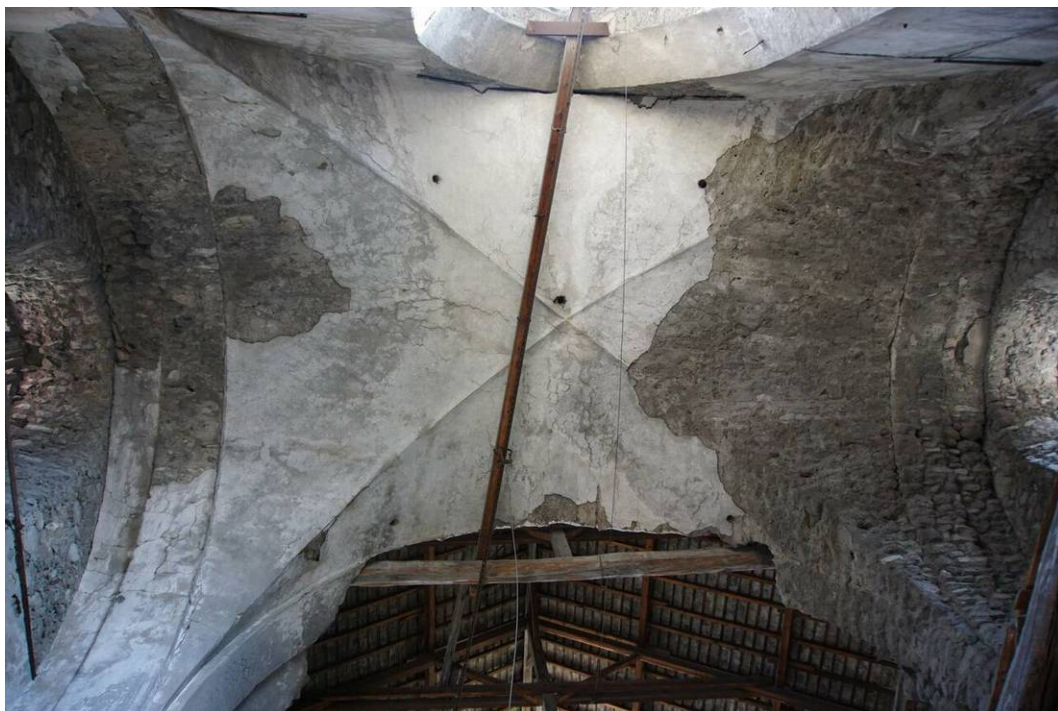


Figure 32 Église, première travée, vue de l'ensemble de l'intrados

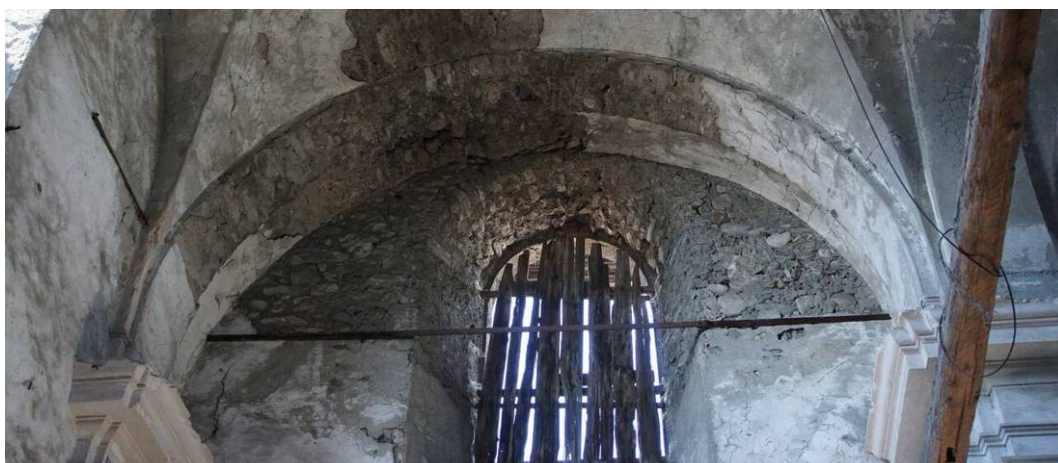


Figure 33 Église, première travée, vue vers le nord, tirants visibles



Figure 34 Église, mur gouttereau nord, ancre du tirant nord-sud



Figure 35 Église, mur gouttereau sud



Figure 36 Église, vue du front de la voûte (photo prise de l'extérieur à travers la fenêtre, zone non visible depuis une zone sécurisée actuellement)



Figure 37 Église, façade occidentale, détail sur la fissure axiale

5.2.2 Chapelles sud

Les voûtes des chapelles sud sont des voûtes d'ogives quadripartite, avec une grande lunette en berceau au sud pour s'adapter au plan non quadrangulaire.

La géométrie des voûtes semble peu académique, comme le montre la géométrie du voûtain au droit des murs (position des « arcs formerets » ici absents). L'arc générateur n'est ni un arc de cercle, ni une anse de panier, ni un arc brisé. Il pourrait correspondre à un arc parabolique déformé (voir figure 38 à droite).

Les fissures principales sont relevées sur le page 2 sur le plan 01 en annexe (représentation schématique et épurée des fissures). Les désordres sont actifs et vont en s'aggravant, comme l'illustre la comparaison de l'état 2010 et l'état 2022 (voir figure 40), ou 2021 et 2022 (voir figure 41).

Les voûtes sont contrebutées par les massifs triangulaires en maçonnerie qui forment des contreforts intérieurs.

Au niveau de la première chapelle (côté ouest), on note de plus :

- d'importantes fissures sur le mur sud
- le faïençage de l'enduit du mur ouest, qui masque possiblement d'autres fissures structurelles



Figure 38 Église, chapelle sud-ouest



Figure 39 Église, chapelle sud-est



Figure 40 Église, chapelles, chapelle à l'ouest, aggravation des désordres entre 2010 (cliche en haut, Dominique Perron) et 2022 (cliché en bas, Bestrema)



Figure 41 Église, chapelles, chapelle à l'est, aggravation des désordres entre 2021 (cliché en haut, Dominique Perron) et 2022 (cliché en bas, Bestrema)



Figure 42 Église, façade ouest des chapelles, faïençage enduit masque potentiellement fissures importantes



Figure 43 Église, façade sud des chapelles



Figure 44 Église, façade sud des chapelles, détail sur la fissure en pied, qui montre un déplacement ~horizontal du pied de mur

5.2.3 Charpentes

Les charpentes de l'église sont des charpentes en bois à fermes et pannes.

Dans le vaisseau central, les fermes se composent d'un entrait, d'un poinçon, et de deux arbalétriers soutenus par deux contrefiches s'assemblant au poinçon. Un faux-entrait moisant a été ajouté en renfort de ces fermes.

L'entrait des fermes étant situé sous le niveau des voûtes, les fermes correspondent nécessairement à des charpentes construites après l'effondrement du chœur et de la deuxième travée de la nef, il ne s'agit donc pas

de charpentes historiques. De plus la situation des charpentes au niveau de la première travée n'est pas connue car non accessible. La présence de la voûte induit une typologie différente pour cette ferme (pas d'entrait possible, peut-être un entrait retroussé avec potentiellement également un appui de la ferme sur la voûte).

Les sections des éléments de charpente paraissent visuellement faibles (arbalétriers, pannes), ce que confirme l'ajout du renfort par faux-entrait moisant.

Le très mauvais état de la couverture, comme ailleurs dans le couvent, a nécessairement entraîné des dégradations d'assemblages (aujourd'hui non observables car non accessibles).

En l'état, il paraît peu probable que la charpente puisse être réutilisée pour le support d'une nouvelle couverture construite suivant les règles de l'art actuel.

Les charpentes des chapelles sud, non (ou très partiellement) visibles, posent vraisemblablement les mêmes problèmes d'état sanitaire. On note de plus que ces charpentes sont surélevées et masquent en grande partie les fenêtres haute du sud de la nef, et reposent sur des petits piédroits en maçonnerie qui surélèvent le mur gouttereau sud des chapelles. La reconstruction de ces charpentes est également à envisager.



Figure 45 Église, nef, extrait des coupes architecte montrant la charpente



Figure 46 Église, nef, charpentes de la seconde travée vues depuis le sol de la première travée



Figure 47 Église, nef, charpentes de la seconde travée vues depuis le sol de la première travée

5.3 Analyse structurelle

Les circonstances précises de l'effondrement (ou démontage) des voûtes de la nef et du chœur ne sont pas connues. On sait simplement que cette partie de l'édifice ne figure déjà plus sur le cadastre de 1865.

L'observation de la dernière travée de voûte apporte quelques indices. La

présence des tirants, la construction d'une voûte sur un édifice qui n'était initialement pas prévue pour en recevoir, le délabrement probable qui a suivi le démantèlement du couvent entre plusieurs propriétaires après la Révolution sont autant d'éléments qui conduisent à penser que la voûte se trouvait dès l'origine dans un état limité de stabilité. La dégradation des maçonneries a pu rapidement conduire à un état instable.

La raison de la préservation de la première travée de voûte se trouve vraisemblablement dans sa localisation. En effet du côté du mur pignon, le mur pignon joue le rôle de contreforts intérieurs (insuffisants vu l'apparition de la fissure verticale sur le mur pignon, mais néanmoins plus efficaces que les autres contreforts intérieurs construits au XVIII^e siècle). De plus la poussée de la voûte est moitié moindre à cet endroit (poussée d'une demi-travée et non d'une travée complète).

Les tirants visibles actuellement ont probablement été mis en place après la disparition des autres travées de voûtes.

Concernant les chapelles, la comparaison entre 2010 et 2022 montre l'effet que joue les infiltrations pour la dégradation des maçonneries. Antérieurement, les modifications des structures et en particulier la création des cheminées, l'ouverture des fenêtres, ont également affaibli les structures. Les planchers qui recoupent la hauteur des chapelles peuvent avoir un effet bénéfique pour la stabilité, et il pourra donc s'avérer nécessaire de compenser leur suppression, bien que ces planchers n'étaient pas d'origine. En effet, l'état des maçonneries est extrêmement dégradé en particulier le mur sud.

La grande fissure dans l'angle ouest du mur sud est directement reliée à la poussée de voûte. Son faciès actuel, avec un mouvement quasi horizontal en pied (figure 44) suggère que les phénomènes de gel/dégel des eaux d'infiltrations au sein de la fissure ont pu conduire également à une augmentation de l'ouverture de fissure.

5.4 Préconisations technique

L'objectif architectural est de libérer à la fois la nef et les chapelles sud pour retrouver les espaces d'origine de l'église. A cet effet nous formulons les préconisations suivantes.

Nous préconisons pour le vaisseau central :

- la régénération des maçonneries (voir partie 2.3 p. 14)
- la restauration traditionnelle de la voûte (voir partie 2.3 p. 14)
- la restauration des tirants et la mise en place d'un tirant

complémentaire :

- vérification des tirants est-ouest,
- remise en œuvre du tirant nord-sud le long de la façade occidentale
- création d'un tirant nord-sud complémentaire en rive côté est
 - car les mêmes causes produisent les mêmes effets : il y a un déplacement vers l'extérieur de l'appui des voûtes. Du côté de la façade occidentale la fissure des maçonneries rend ce déplacement visible, du côté est l'absence de repères visuels ne permet pas de constater visuellement ce déplacement, qui s'est nécessairement produit
 - raison complémentaire : pour « symétriser » la position des tirants, et ainsi ne pas augmenter la vulnérabilité sismique du bâtiment

Nous préconisons pour les chapelles sud

- la régénération des maçonneries (voir partie 2.3 p. 14)
- la restauration traditionnelle des voûtes (voir partie 2.3 p. 14)
- la mise en place d'un tirant est-ouest pour stabiliser les fissures dans l'angle sud-ouest
- en option : la mise en place de tirants nord-sud (suivant état du mur ouest sous l'enduit avec faïençage) et éventuel effet des planchers

Nous préconisons pour la restauration du bâtiment et création des structures modernes internes :

- en cas de « boîte dans la boîte », il faudra prévoir des joints de fractionnement pour éviter l'entrechoquement entre le bâtiment historique et les structures neuves, si ces dernières sont construites de façon indépendante
- vérification fondation du mur est, car mur rapporté, en cas de surélévation, ou d'utilisation de la fondation du mur actuel
- reconstruction des charpentes

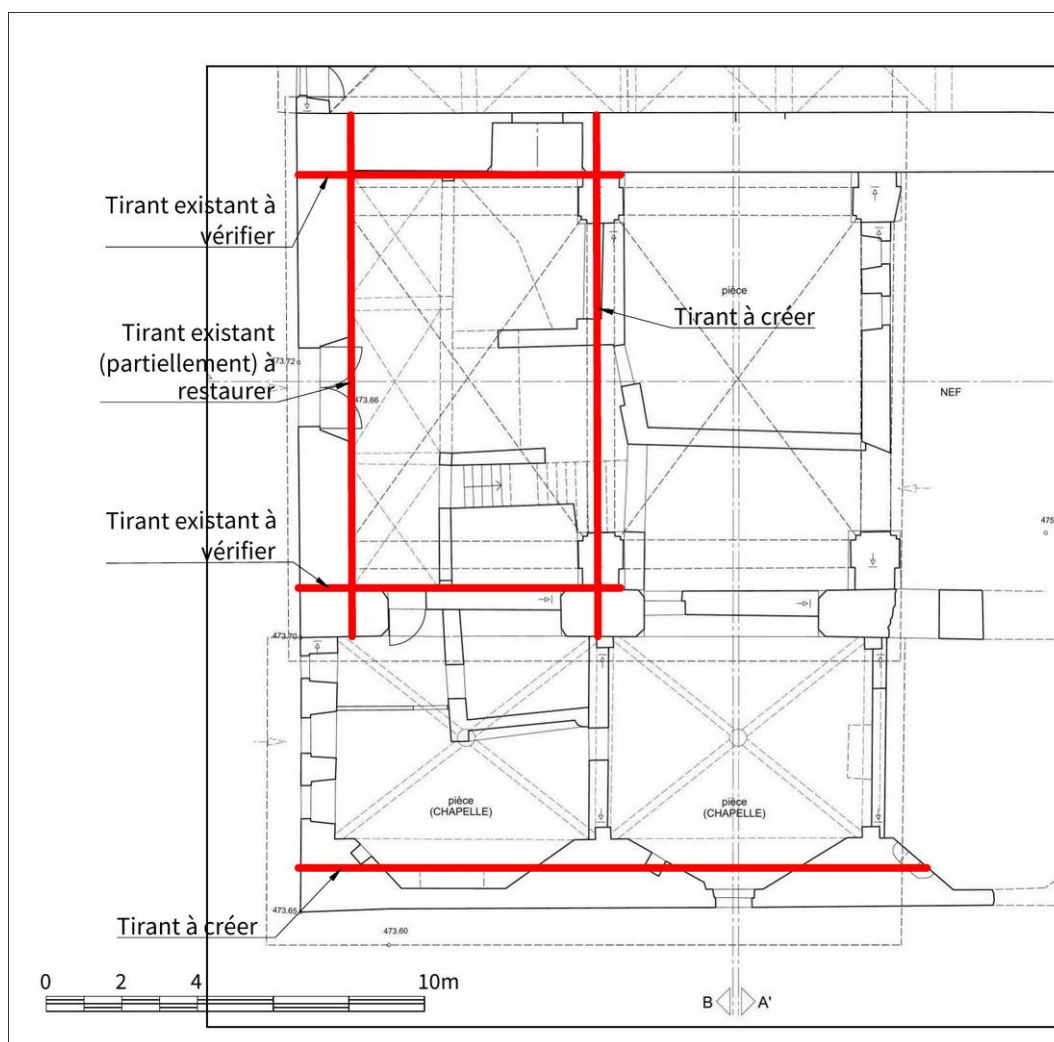


Figure 48 Église abbatiale, schéma de principe des tirants à mettre en place au niveau des naissances des voûtes

6 Conclusion

Ce rapport constitue le rendu du diagnostic structurel confiée à Bestrema par le Client, concernant l'ancien couvent des Cordeliers à La Chambre.

Les points importants de ce rapport sont :

- concernant les voûtes du cloître, les fissures sont la manifestation d'un dévers des arcades vers le centre du cloître ; vu les déformations s'étant produites, nous avons préconisé la mise en place de tirants pour stabiliser les voûtes construites au XVIII^e siècle
- concernant la salle capitulaire, l'analyse des désordres a montré que ces derniers sont antérieurs à la construction du cloisonnement et entresollement actuel. Le décroisonnement de la salle capitulaire est jugé réalisable, mais il ne permet pas de revenir à une situation antérieure « sans désordres », notamment en raison de la disparition d'une salle voûtée au nord et d'une aile du cloître qui contrebutait la salle capitulaire. Il faut donc prévoir des renforcements complémentaires, sous la forme de tirants ou de contreforts, pour compenser la disparition de structures adjacentes (salle nord voûtée, cloître voûté)
- concernant l'église, le décroisonnement du vaisseau central et des chapelles sud est envisageable. Là encore, il faudra restaurer 3 tirants existants dans le vaisseau central et en ajouter un nouveau, et stabiliser les chapelles sud par la mise en place d'un autre tirant le long du mur sud
- ces préconisations s'ajoutent aux préconisations traditionnelles de restauration des maçonneries des voûtes et des maçonneries présentées dans le rapport

Les préconisations de ce rapport, de niveau DIAG, pourront être précisées dans le cadre d'une mission de maîtrise d'œuvre accompagné d'un BET structure.

A Chambéry, le 11/05/2022

Annexe A Liste des documents annexes

Ce document est accompagné des annexes suivantes :

- plan 01 « Plan diagnostic structure » indice A

Annexe B Rappels sur les fissures des voûtes quadripartites

Nous rappelons ici le vocabulaire nécessaire à l'analyse de la typologie des fissures des voûtes à croisée d'ogives. Le même vocabulaire s'applique pour les voûtes d'arêtes de géométrie analogue. Les voûtes d'ogives quadripartites se divisent pour la majorité en deux grandes catégories :

- les voûtes d'ogives plates, c'est-à-dire dont le niveau des clés des arcs doubleaux et formerets est égal au niveau de la clé de voûte ;
- les voûtes d'ogives bombées⁷, dont le niveau des clés des arcs doubleaux et formerets est placé nettement en dessous de la clé de voûte.

Pour chaque catégorie, les types classiques de fissuration couramment observées lors d'un mouvement horizontal parallèle aux doubleaux sont connus. Dans le cas des voûtes d'ogives plates, les trois types classiques de fissures ont été présentés par Pol Abraham⁸, et sont représentés sur la figure 49 :

- fissures à la clé, perpendiculaires à la direction du mouvement des appuis, ouvertes en V vers l'intérieur de l'édifice, et passant comme leur nom l'indique à proximité de la clé de voûte
- fissures de décollement du gouttereau, qui se forment entre le voûtain et l'arc formeret (ou entre le voûtain et le mur en l'absence d'arc formeret)
- fissures de Sabouret⁹, perpendiculaires à la direction du mouvement des appuis, traversant toute l'épaisseur du voûtain, et marquant la limite entre la partie de la voûte portant sur le tas de charge du reste de la voûte

Dans le cas des voûtes d'ogives bombées, les types classiques de fissures ont été présentés par Rainer Barthel¹⁰, et sont donnés sur la figure 50:

- fissures de type 1, formant un arc en plan, autour de la clé de l'arc doubleau parallèle à la direction du mouvement
- fissures de type 2, dirigées radialement vers la clé de voûte
- fissures de Sabouret¹¹, perpendiculaires à la direction du mouvement

^[7] Les voûtes domicales et voûtes angevines sont des voûtes d'ogives bombées.

^[8] Pol Abraham, *Viollet-le-Duc et le rationalisme médiéval*, 1934, Paris

^[9] Ces fissures sont nommées du nom de l'ingénieur qui en fit l'analyse au début du 20^e siècle.

^[10] Rainer Barthel, *Formation de fissures dans les voûtes en maçonnerie (Rissbildung in gemauerten Kreuzgewölben)*, 1993.

^[11] Ces fissures sont nommées du nom de l'ingénieur qui en fit l'analyse au début du 20^e siècle.

des appuis, traversant toute l'épaisseur du voûtain

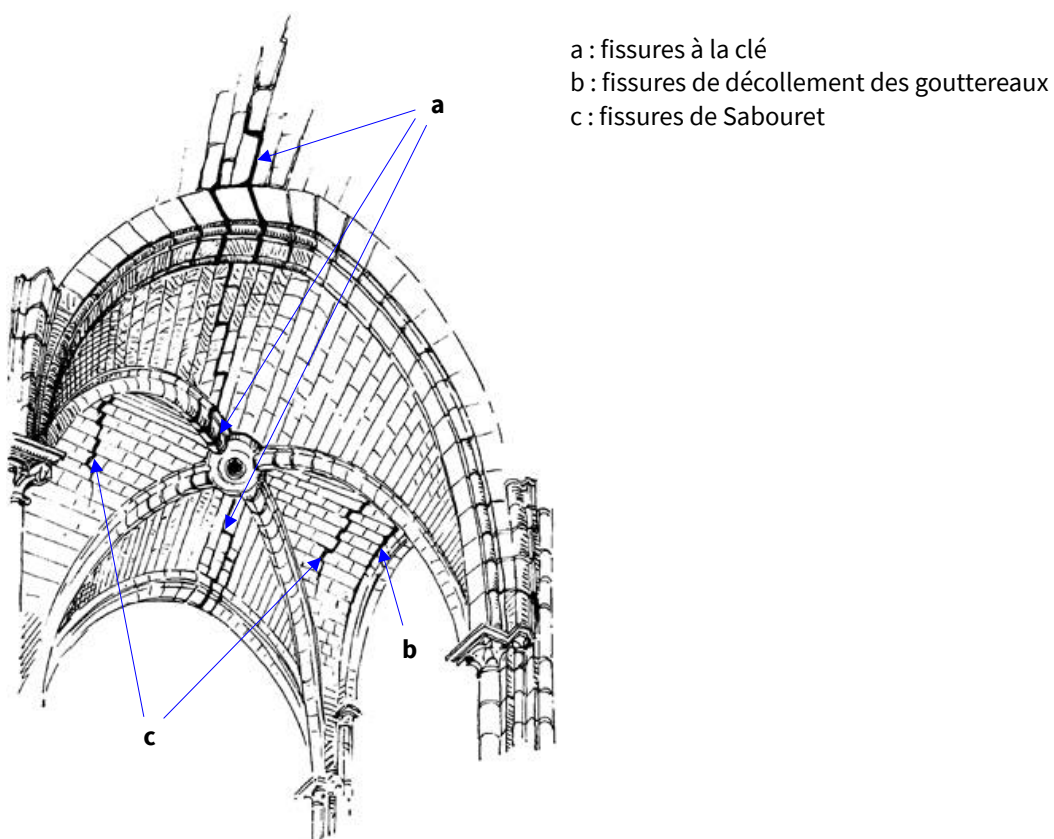


Figure 49 Fissures des voûtes d'ogives plates – d'après Pol Abraham (1934)

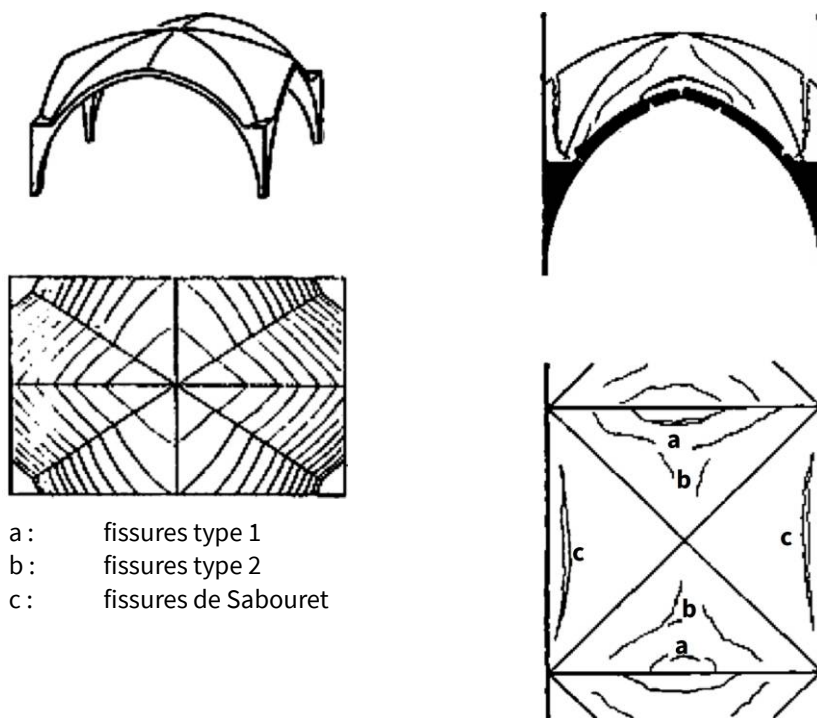


Figure 50 Fissures des voûtes d'ogives bombées – d'après Barthel (1993)



334 rue Nicolas Parent
73000 Chambéry
contact@bestrema.fr – www.bestrema.fr

La Chambre - Ancien couvent des Cordeliers

Plan diagnostic structure

Cahier de plan – Nombre de page : 3 + cartouche = 4

Maitre d'ouvrage :
Mairie de La Chambre
Grande rue
73130 La Chambre

Maitre d'oeuvre :
EURL d'Architecture et Patrimoine
Dominique PERRON
Les Rippes
281 rue Jean de Styczinsky
73300 Saint-Jean-de-Maurienne
dominique-perron@wanadoo.fr

Epure – Architecture & Patrimoine
1982 route de Montaugier
73290 LA MOTTE-SERVOLEX
contact@epure-architecture.fr

Ind	Date	Modifications
A	06/05/22	Première édition
-	-	-
-	-	-

Date d'impression : 06/05/2022
Dessiné par : MF

Ref : B20348
Etage : ---

DIAG
01A

Nota :
Les cotations sont données à titre indicatif. Il appartient à l'entreprise de les vérifier en phase chantier.
Ce plan doit être consulté conjointement au rapport structure.

A
B
C
D
E
F

A
B
C
D
E
F

Ancre visible en façade
Le tirant (ou la poutre sur laquelle
était fixée l'ancre) a disparue

Voûte disparue

Piédroit se substituant à la
disparition de l'arcade

Absence de fissure au
niveau de la réparation
BA

Réparation BA

T 70x70x7 (env.)
apparemment sans ancre
(donc ce n'est pas un tirant)

Voûte disparue

CHAF

CLOCHE

Nota :
Les cotations sont données à titre indicatif. Il appartient
à l'entreprise de les vérifier en phase chantier.



334 rue Nicolas Parent
73000 Chambéry
contact@bestrema.fr - www.bestrema.fr

La Chambre - Ancien couvent des Cordeliers
Plan diagnostic structure

Date d'impression : 06/05/2022
Dessiné par : MF

Ref : B20348
Etage : ---
Echelle : 1:100

DIAG
01A
p. 1 / 3

A

B

C

D

E

F

A

B

C

D

E

F

Ext

Int

D

D

B

Légende désordres mur

- dévers du mur (vers l'intérieur)
- dévers du mur (vers l'extérieur)
- fissure verticale sur mur
- fissure inclinée sur mur (la tête de la flèche indique la position de la partie sup de la fissure)
- baie déformée
- bombement du nu du mur (ou de son enduit)

Légende désordres voûte

- fissure (sur plancher haut ou voûte)
- faïençage (symbole pour le plafond d'une pièce ou le parement d'un mur)

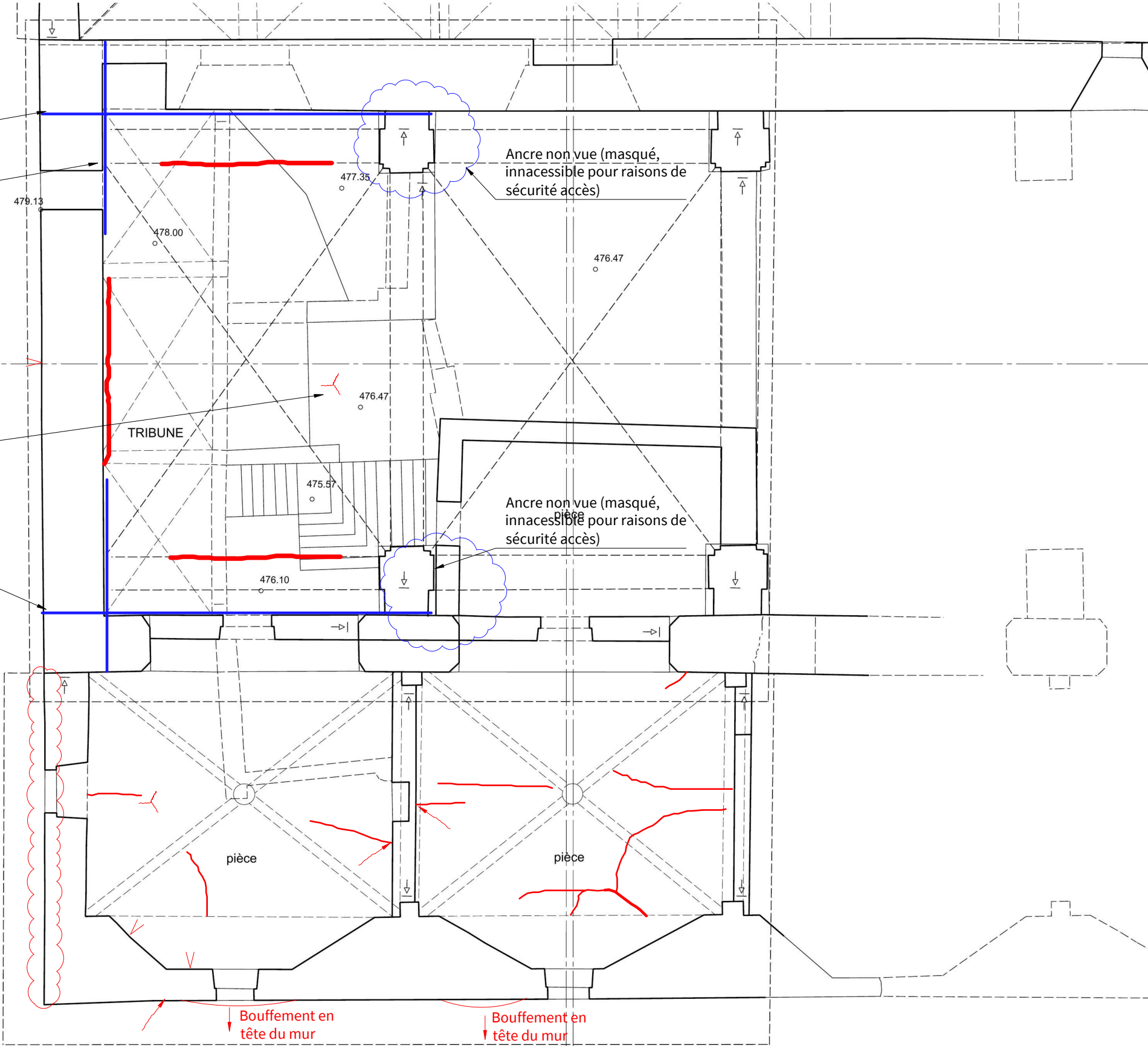
Tirant existant

Tirant (partie centrale manquante)

Faïençage enduit voûte

Tirant existant

Faïençage enduit



Nota :
Les cotations sont données à titre indicatif. Il appartient à l'entreprise de les vérifier en phase chantier.



334 rue Nicolas Parent
73000 Chambéry
contact@bestrema.fr - www.bestrema.fr

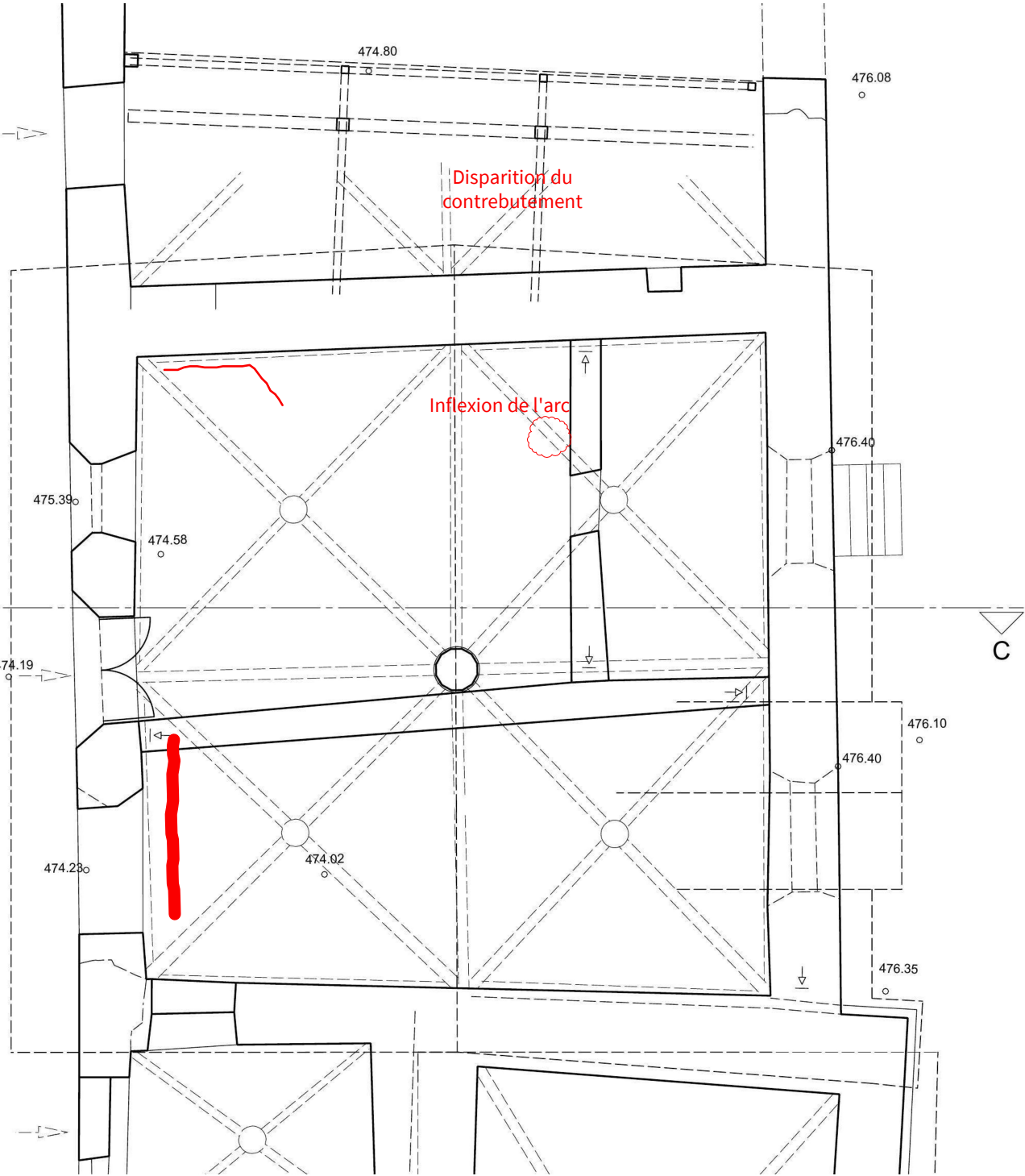
La Chambre - Ancien couvent des Cordeliers
Plan diagnostic structure

Date d'impression : 06/05/2022
Dessiné par : MF

Ref : B20348
Etage : ---
Echelle : 1:100

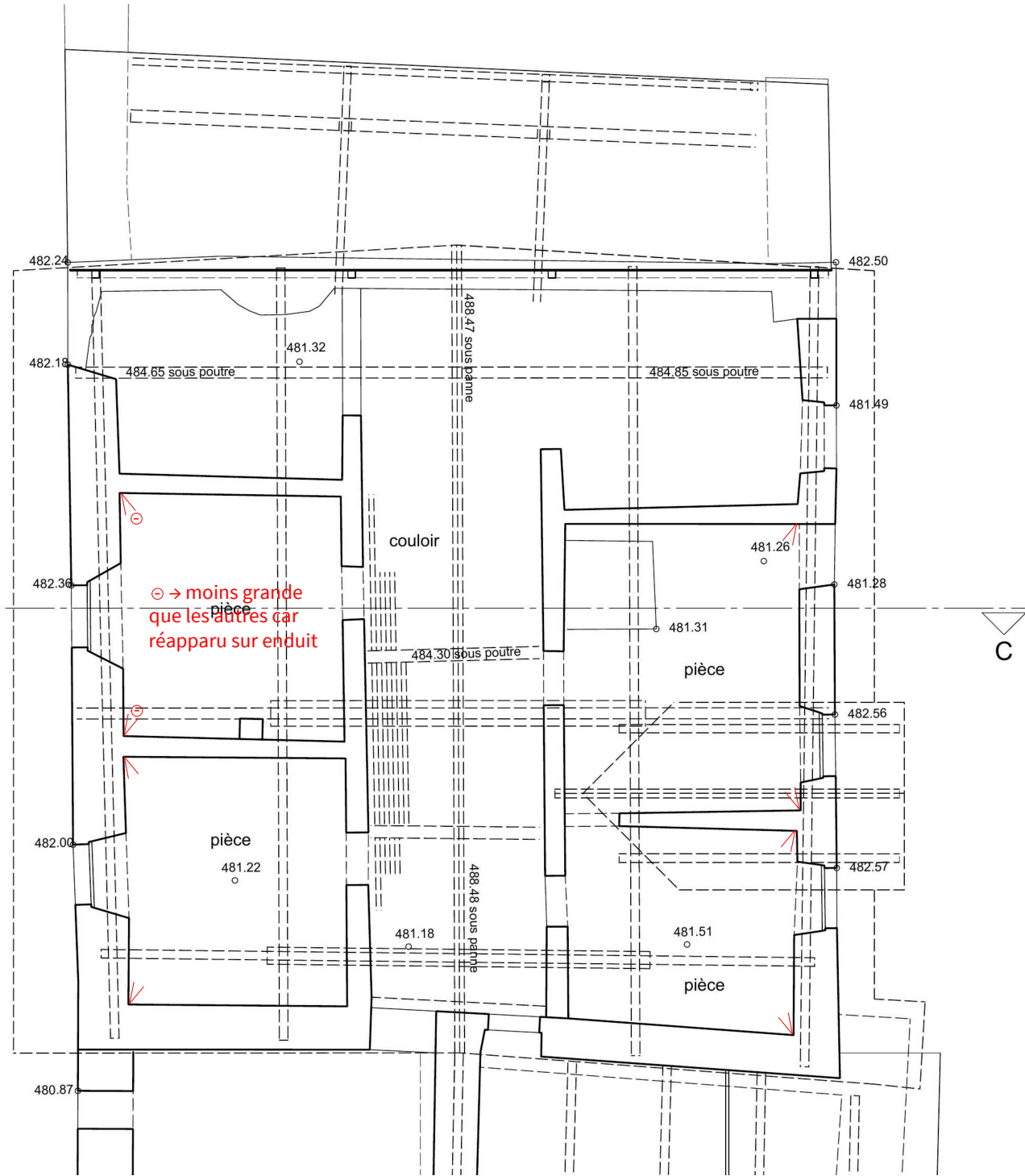
DIAG
01A
p. 2 / 3

Rez-de-chaussée



Nota :
Les cotations sont données à titre indicatif. Il appartient à l'entreprise de les vérifier en phase chantier.

R+2



334 rue Nicolas Parent
73000 Chambéry
contact@bestrema.fr - www.bestrema.fr

La Chambre - Ancien couvent des Cordeliers
Plan diagnostic structure

Date d'impression : 06/05/2022
Dessiné par : MF

Ref : B20348
Etage : ---
Echelle : 1:100

DIAG
01A
p. 3 / 3