

E. U. R. L. d'Architecture et Patrimoine Dominique PERRON

Architecte du Patrimoine - Historien de l'Art
281 rue Jean de Styczinsky, 73300 ST-JEAN DE MAURIENNE
Mob. : 06.80.70.78.38, mail : dominique-perron@wanadoo.fr

EPURE – ARCHITECTURE & PATRIMOINE

Benoit CHAMBRE - Architecte d.p.l.g.
1982 route de Montaugier, 73290 LA MOTTE-SERVOLEX
Mob. : 06.20.80.02.72, mail : contact@epure-architecture.fr

CHAPELLE SAINT ETIENNE – BESSANS

Consolidation des maçonneries

RAPPORT DE PRÉSENTATION

v1 - 15.05.2025



SOMMAIRE

- I) INTRODUCTION
- II) HISTORIQUE DE L'EDIFICE
- III) DESCRIPTION DE L'EDIFICE
- IV) DESCRIPTION & ANALYSE DES DESORDRES
- V) PROPOSITION DE TRAVAUX

ANNEXES :

- Dossier graphique ETAT DES LIEUX + PROJET
- Étude géotechnique G2-PRO - GINGER-CEBTP (mai 2024)
- Étude structure phase PRO - BESTREMA (juin 2024), incluant le DIAG présenté en fin d'étude

I) INTRODUCTION

La commune de Bessans souhaite engager les travaux destinés à conforter et consolider les maçonneries de la chapelle saint Etienne, afin de pérenniser une intervention provisoire d'étaieement réalisée en urgence à la suite de graves désordres structurels.

La chapelle saint Etienne est protégée au titre des monuments historiques (inscription le 22 août 1996 - Saint-Etienne - parcelle H 1558)

Dans un premier temps, nous en avons dressé un relevé de la chapelle, sur la base d'une définition 1/50, largement aidé par le travail photogrammétrique du bureau BESTREMA, qui assure un support précis et clair à l'analyse que nous déroulons par la suite. Ensuite, un bref historique permet de situer l'édifice dans la chronologie de l'histoire de la commune. Puis, après une description de l'extérieur et de l'intérieur, nous recensons et analysons les désordres constatés sur le bâtiment. Sur cette base analytique, nous présentons une proposition de travaux..

Les études architecturales sont complétées par les interventions du bureau d'études structure BESTREMA (Mathias FANTIN) et par le bureau d'études géotechniques GINGER-CEBTP. Le présent rapport s'appuie largement sur les études BESTREMA et GINGER-CEBTP, en s'efforçant d'en faire la synthèse.

Les extraits cités au fil des chapitres suivants (II, III, IV) sont illustrés par les couleurs suivantes :

BLEU > diagnostic géotechnique (G5) - GINGER-CEBTP (bureau d'études géotechniques)

VERT > diagnostic structurel - BESTREMA (bureau d'études structure)

II) HISTORIQUE DE L'EDIFICE

Sommaire :

A) bref historique de l'église

B) quelques éléments cartographiques

C) iconographie ancienne

A) bref historique de la chapelle saint Etienne

Source : BULLETIN n°23 (été 1990 - réédition 2000) de l'Association Bessans Jadis et Aujourd'hui (BJA)

Sa construction doit remonter aux années 1420-1440. En effet, en 1444, le vicaire général de l'évêché de Maurienne note que la femme de Jeanjean (probablement Grandjean ou Bonjean) a été conduite à Saint-Ambroise, en Piémont, pour des motifs d'orthodoxie, mais qu'elle est revenue.

On sait que le monastère de Saint-Michel de La Cluse, dont Bessans dépendait sur le plan civil, est situé au-dessus de Saint-Ambroise. Et deux ans plus tard, on mentionne :

"la chapelle de Saint-Etienne, fondée par Jean-jean, sans revenus". Il est donc possible que le mari ait voulu donner un signe de sa foi en faisant bâtir cette chapelle.

En 1700, nouvelles précisions, dont l'existence d'un petit clocheton :

"la chapelle de Saint-Etienne, sur le chemin tendant à Bonneval, est en bon état. L'autel est garni de tous les ornements nécessaires, sauf qu'il y manque une pierre sacrée. Elle a une petite cloche au-dessus du toit, sans sa corde, et de deux florins de rente annuelle qui proviennent de l'accencement de deux petites pièces de pré, l'un situé aux Chaudannes, légué par Christophe Tracq" (qui devait être notaire) "et l'autre au Carrelet qu'on ne sait pas de qui elle est provenue. Michel Charrier nous a exhibé le compte qu'il a dressé pour Charrier Jean-Baptiste son frère, procureur de ladite chapelle, par lequel ledit procureur reste débiteur à ladite chapelle de septante deux florins provenant des quêtes et aumones de ladite rente"

Comme elle domine la route, quelques marches permettent d'arriver à la porte surmontée d'une peinture murale sur enduit qui représente la Vierge et l'Enfant - Jésus qu'accompagnent sainte Agathe, sainte Catherine, saint Etienne et saint Maurice. Entre la porte et cette peinture, l'enduit laisse peu à peu apparaître une inscription très difficile à lire.

"Le retable qui surmonte l'autel se compose de trois panneaux peints sur toile qu'encadre une architecture à colonnes torsées. La partie de gauche représente saint Laurent sur le gril (ce 18 juin 162.), celle du centre nous donne encore le martyr du même saint (1052) et celle de droite, celle de saint Vincent La partie centrale paraît plus récente que les deux autres et doit être d'un atelier différent, mais le nom du peintre qui s'y trouvait a été rongé par les rats.

BESSANS – Chapelle saint Etienne – Consolidation des maçonneries - PC note de présentation

Deux médaillons, sculptés sur bois, ornent les piédestaux des colonnes du retable. À gauche, c'est Jésus sauveur du monde, à droite, Notre-Dame des sept douleurs. Le médaillon qui s'applique sur le tombeau de l'autel nous donne encore la Vierge des douleurs au cœur percé de sept glaives.

L'autel est orné d'un beau crucifix sur lequel on peut lire "Ave Crux Spes Unica MR. 1674 " et au verso "Jesus Maria Joseph Anna ora pro nobis peccatoribus, Clappier fecit, Bessans". De chaque côté du retable sont disposées deux statues, à gauche la Mère de Dieu ("Mater Christi Benoit Clappier fecit") et à droite l'apôtre Jean, sans signature. Ces deux statues, très parentes et sans nul doute du même auteur appartenaient à un calvaire sur poutre de gloire, qui se trouvait jadis dans la chapelle Saint-Laurent".

Le Christ faisant partie de ce calvaire a trouvé refuge dans la Chapelle de Saint-Antoine, près de l'église.

"Enfin, dans la nef deux tableaux se font vis à vis, avec des encadrements identiques. Celui de gauche réunit à la fois Saint. Michel terrassant le dragon et pesant des âmes, Notre-Dame des sept Douleurs, Saint-Jean-Baptiste et Saint-Gras, ce dernier ayant comme attribut la tête de Saint-Jean-Baptiste. Il est signé Jean-Baptiste Clappier, 1710. Celui de droite groupe à son tour Saint. Félix pape, tenant un Crucifix, Saint-Antoine abbé avec son livre et son bourdon, Sainte-Agathe portant une Palme et présentant dans une coupe des seins coupés, ainsi qu'un évêque, dont le nom est effacé, avec la crosse pour tout attribut, le tout est couronné par la Vierge et l'Enfant Jésus dans un nuage. La signature nous a fait connaître un artiste : "Dominique Anselmet fecit D.A. 1665" bessannais a lui-même probablement".

Ces paragraphes sont tirés de l'étude de Paul Dufournet "Croix: Oratoires et chapelles de Bessans Haute-Maurienne", présentée au Congrès des Sociétés Savantes de Savoie, à Saint-Jean de Maurienne en 1968. Une seule petite remarque à cette analyse remarquable : Dominique Anselmet était de Bonneval.

Fils de Pierre Anselmet, il sculpte en 1661 le maître autel de l'église de Bonneval pour la somme de 185 ducats, provenant de la succession de Françoise veuve de Maurice Cullet.

Le vocable de Saint-Laurent aurait été ajouté à celui de Saint-Etienne lors de la désaffection de la chapelle du même nom, qui se trouvait au lieu-dit Raffor, près du torrent de Ribon.

Cette chapelle a dû tomber en ruines dans la première moitié du 19ème siècle mais on notera que les tableaux, au moins deux d'entre eux, représentent ce saint. La date de 162... laisse supposer un culte ancien. Le vocable de Notre-Dame de la Salette a été ajouté seulement en 1895 par le curé d'alors.

Une procession, qui n'a été supprimée que vers 1945-1950, avait lieu au commencement des semailles. C'est-à-dire vers la fin juillet, pour attirer la bénédiction du Ciel sur les semences. On fait une procession à la chapelle de Saint-Etienne, on y chante la messe et, au retour à l'église, on donne la bénédiction du Saint Sacrement. La rétribution de la messe était de trois francs cinquante en 1875 et de cinq francs à partir de 1912, à prendre sur la cueillette du dimanche.

Vers 1940, elle se faisait plutôt le dimanche, à vêpres. L'explication de la messe chantée est très simple : "*pour que ceux qui ne peuvent pas entrer dans la chapelle puissent l'entendre plus facilement*" (notes pour le casuel de la paroisse de Bessans 1874)".

*Le panneau central du tableau représentant le martyr de saint Etienne a été fait d'après le tableau de Venusti di Mantova, gravé par le hollandais Cornellis Cort. Ce prototype se trouve au Musée de l'Ermitage à Leningrad (il est venu d'Amsterdam au début du 19 siècle). On peut également voir le prototype du tableau du martyr de saint Laurent, panneau de gauche, au Musée du Louvre, peint par Le Sueur.

B) quelques éléments cartographiques



Mappe sarde Bessans 1733 C2219 vue 12 détail

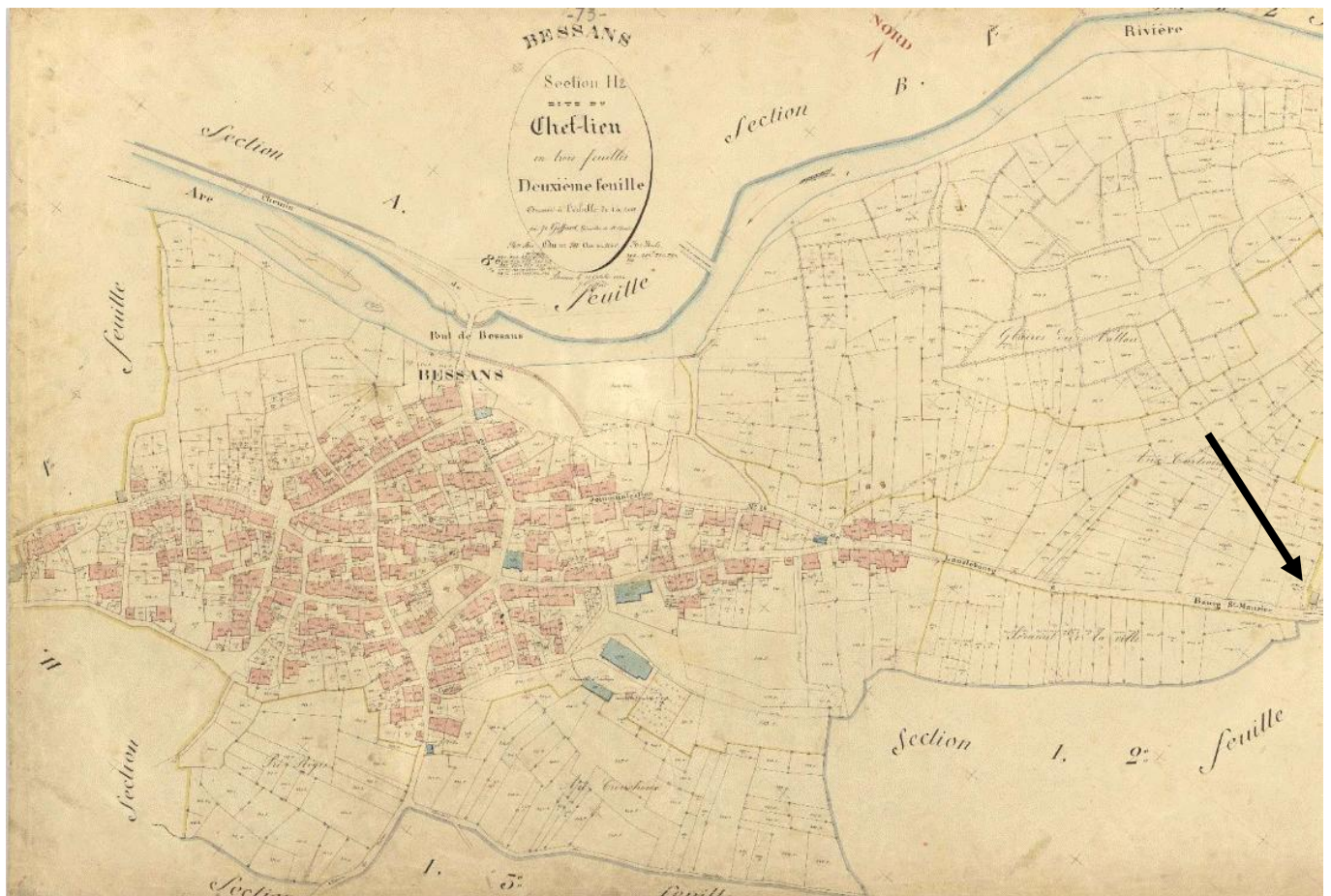


Mappe sarde Bessans 1733 C2219 vue 12 détail

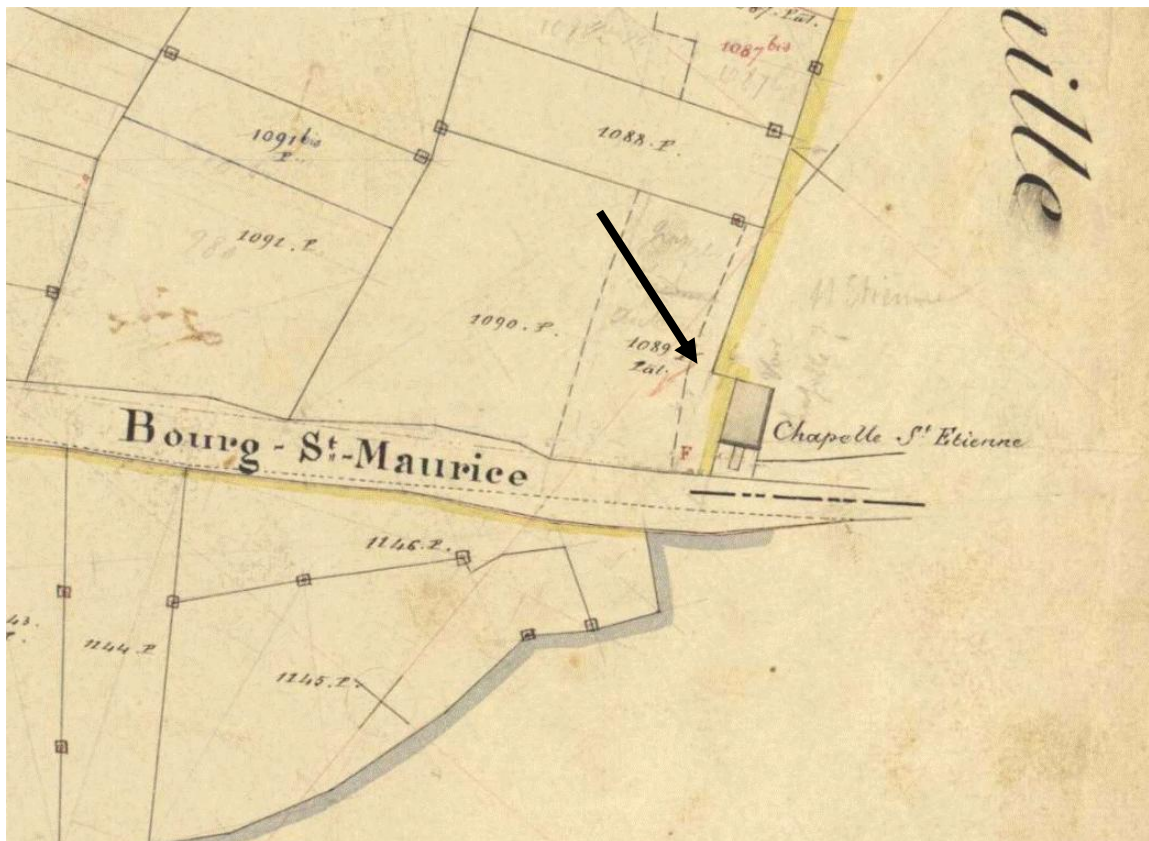
BESSANS – Chapelle saint Etienne – Consolidation des maçonneries - PC note de présentation



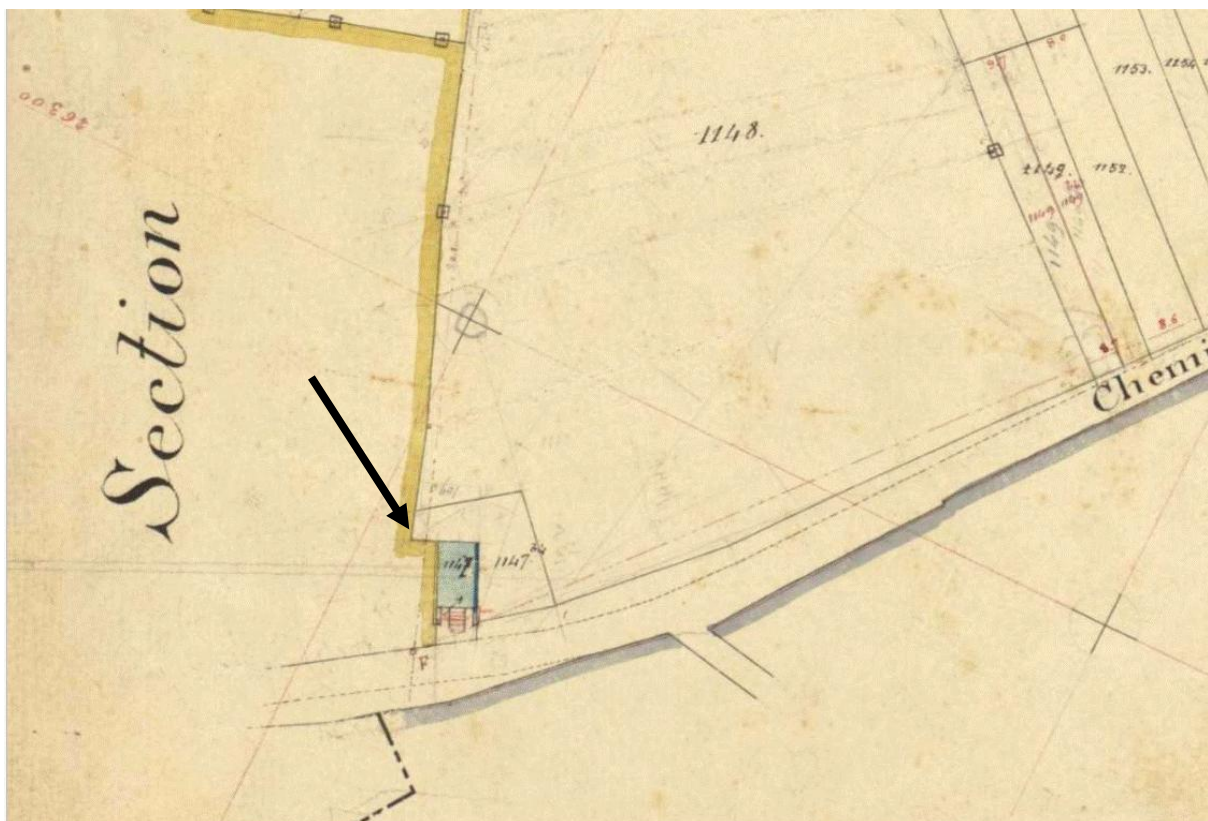
Mappe sarde Bessans 1733 C2219 vue 12 détail chapelle saint Etienne



1^{er} cadastre français Bessans 1894 H2 3P 7402 chef-lieu détail



1^{er} cadastre français Bessans 1894 H2 3P 7402 détail chapelle saint Etienne



1^{er} cadastre français Bessans 1894 H3 3P 7402 détail chapelle saint Etienne

C) iconographie ancienne



Chapelle saint Etienne photographie ancienne (Bulletin BJA n°23)



Chapelle saint Etienne photographie DUFURNET (collection Francis TRACQ)

III) DESCRIPTION DE L'EGLISE

A) EXTERIEUR

En 1733, lors de l'établissement de la Mappede Sarde, la chapelle saint Etienne sur la commune de Bessans se situait à la sortie Est du village en amont et excentré par rapport au centre bourg, ce qui n'est plus le cas aujourd'hui avec l'extension de l'urbanisation. C'est un édifice de taille modeste de 11,90 m de long par 6,30 m de large avec une hauteur de près de 7,50 m par rapport au point le plus bas. Ce bâtiment oblong a une couverture traditionnelle en lauze. Il se situe à une altitude de 1728 à 1729 m.

L'édifice se situe sur la parcelle numéro 1588 (section H, feuille N° 2). À noter également sur cette parcelle sur la façade Sud (façade d'entrée), un petit porche protégé par des murs (d'échiffre) avec un emmarchement important initial de 13 hauteurs qui s'est réduit avec la remontée de la route (7 hauteurs) donnant accès à la chapelle.



Ph1 - Chapelle St Etienne Faç. Sud préau et entrée



ph2 - Chapelle St Etienne Façades Sud emmarchement



Ph3 - Chapelle St Etienne Façades Est (semi-enterrée)



ph4 - Chapelle St Etienne Façades Est

La façade d'entrée (au Sud – **ph1 et ph2**) présente un petit parvis protégé par un avant toit assez important de près de 1,80 m porté par le prolongement des murs latéraux prolongé d'un emmarchement réduit à 7 hauteurs. Cette façade se compose d'une entrée par une ouverture en plein cintre sans encadrement marqué surmontée d'une peinture murale sur enduit de 1,40 m par 1,50 m, qui représente la Vierge et l'Enfant avec un cadre.

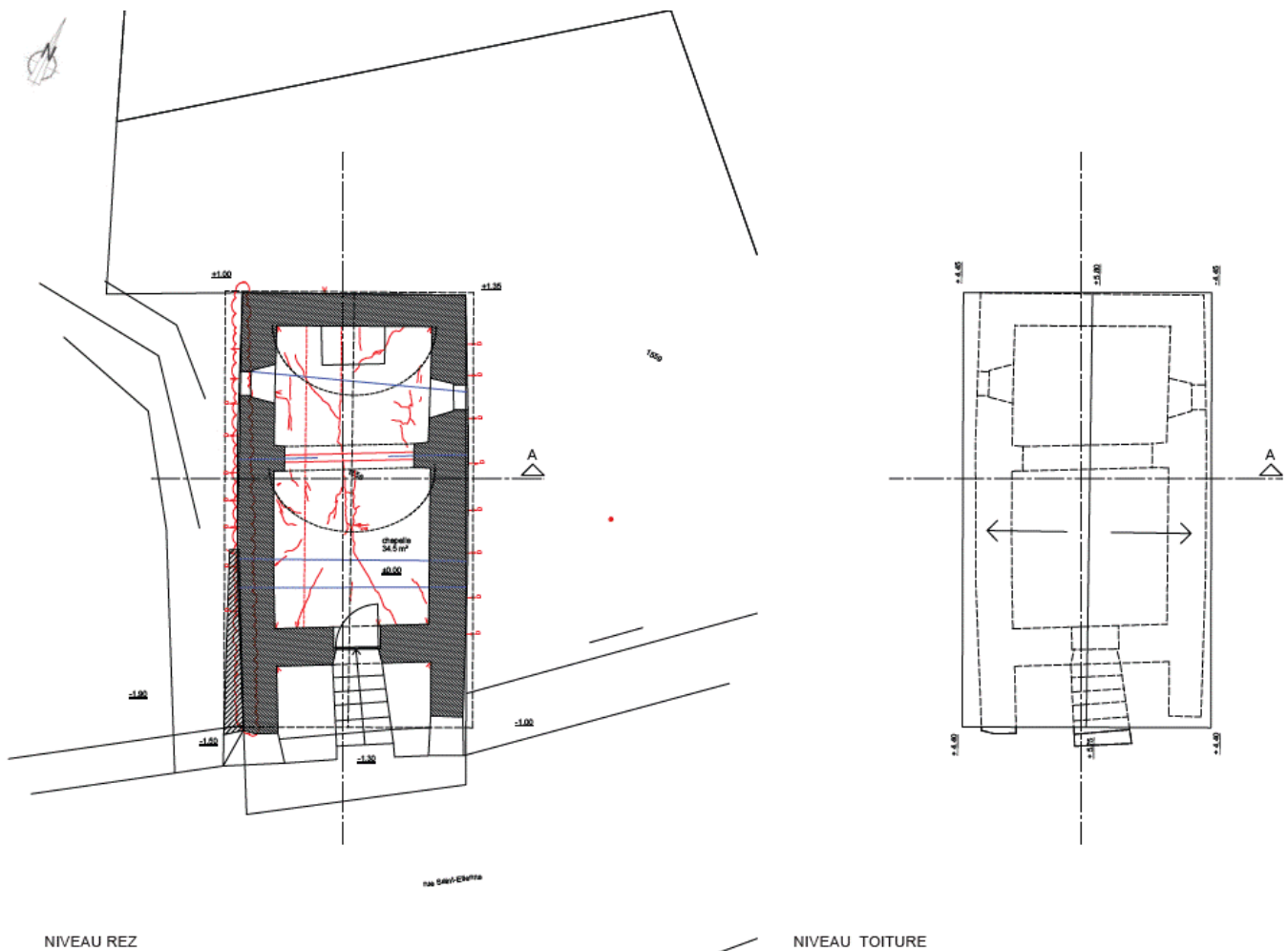
Les deux façades latérales Est et Ouest (**ph4 et ph6**) sont uniquement percées par deux petites ouvertures en plein cintre de petites dimensions de 0,70 m de large et de 0,80 m de hauteur éclairant uniquement la partie du chœur de la chapelle. La façade arrière (chevet de la chapelle au Nord – **ph5**) est percée d'une unique ouverture, une petite porte en bois (lames horizontales) avec son cadre en bois donnant accès sur l'extrados des voûtes de la chapelle.



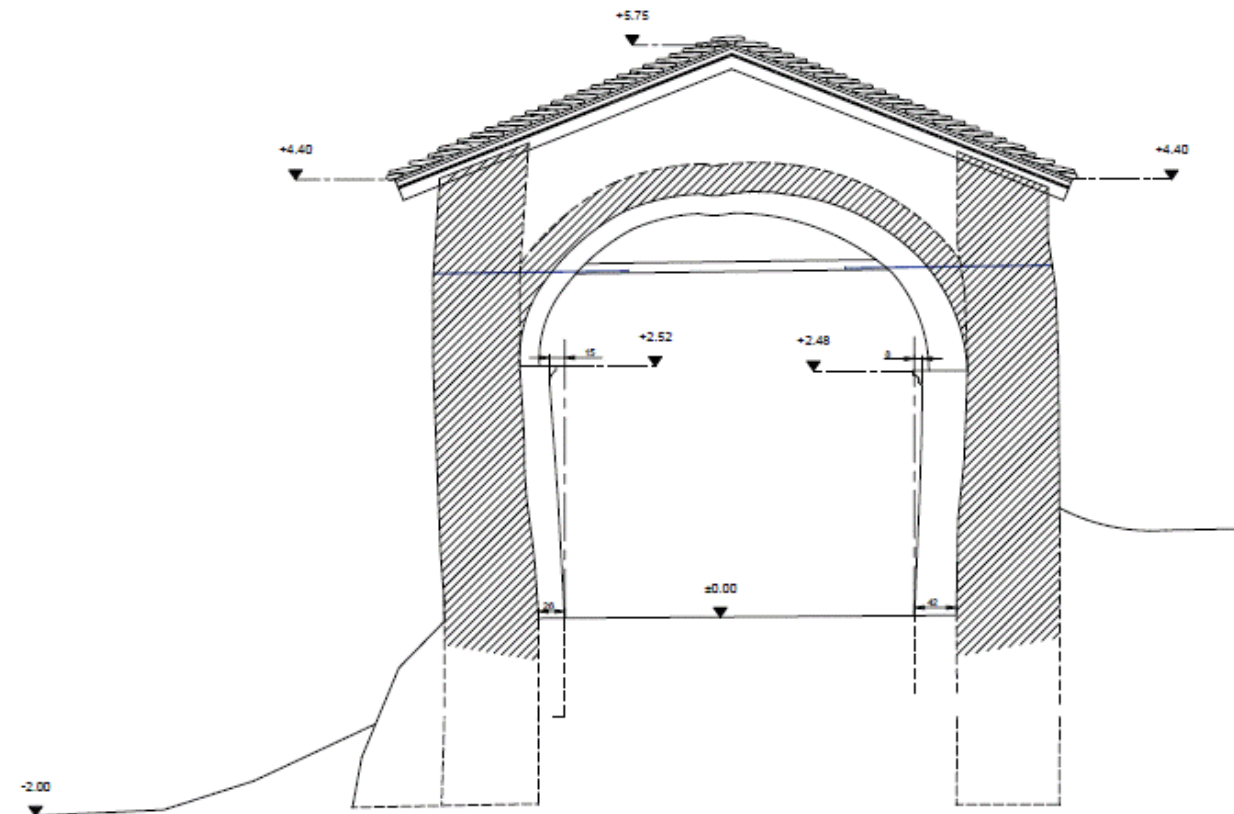
Ph5 - Chapelle St Etienne Façades Nord et l'accès

ph6 - Chapelle St Etienne Façades Ouest

Nous remarquons l'importante différence de niveaux entre les deux façades latérales (Est et Ouest) avec un différentiel de près de 3,00 m, l'une des principales causes des désordres observés dans la chapelle. Cette différence de niveau était déjà observable sur les photographies ancienne mais aggravée par la mise en place d'une plateforme créée sur le côté Ouest de l'édifice apportant décaissement et humidité à l'assise de **pierres de schiste du mur gouttereau Sud qui ne sont plus couvertes et protégés par le talus enherbé** (rapport de visite du 28 juillet 2020 - UDAP73).



Plans de la chapelle d'après les éléments graphiques de BESTREMA



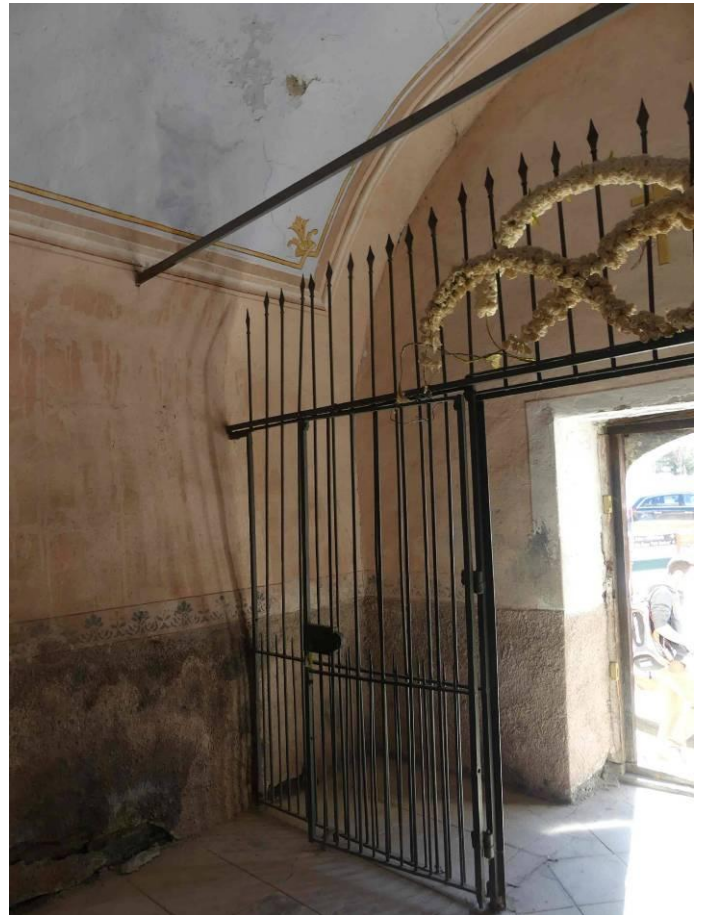
Coupe de la chapelle d'après les éléments graphiques de BESTREMA

L'intérieur de la chapelle se décompose en deux travées : la partie nef séparée en son milieu par une grille en fer forgé et la partie chœur. Ces deux travées voûtées en berceau sont séparées par un arc doubleau présentant une grosse fissure à la clef et mis sur étau pour une consolidation provisoire.

Le décor est relativement simple pour la nef avec un panneau bleu ciel et un encadrement composé de filets brun rouge, vieux rose, et jaune rose avec à chaque angle des entrelacs et trois feuilles stylisées avec à la clef, une rosace avec décor de feuillage.



Ph7 et ph8 - Chapelle St Etienne arc doubleau mis sous étais

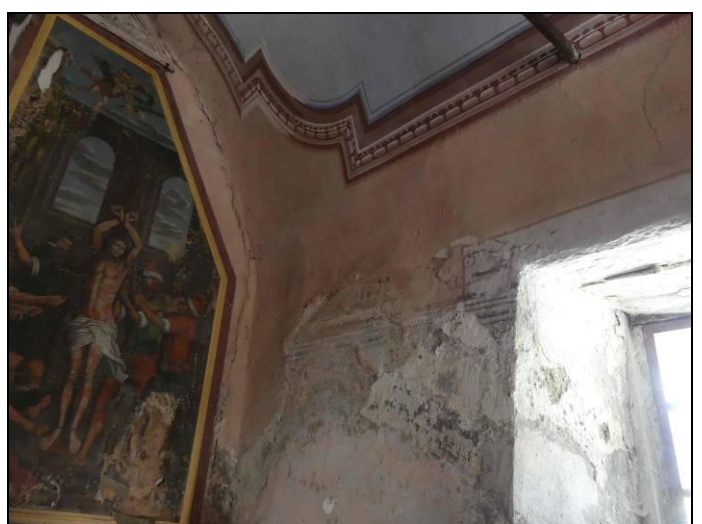


Ph9 et ph10 - Chapelle St Etienne la voûte de la nef et la grille de protection du chœur

Le décor de la voûte est plus complexe avec un panneau bleu ciel avec une corniche en trompe l'œil avec doucine, denticule, moulures, etc... dans les mêmes tons de vieux rose et de brun rouge avec un beau décor floral, de graminées de branche à la clef masqué par la consolidation de la voûte.



**Ph11 - Chapelle St Etienne la voûte du chœur
Avec étaieage de l'arc doubleau et de la nef**



Ph 12 - Chapelle St Etienne la voûte du chœur

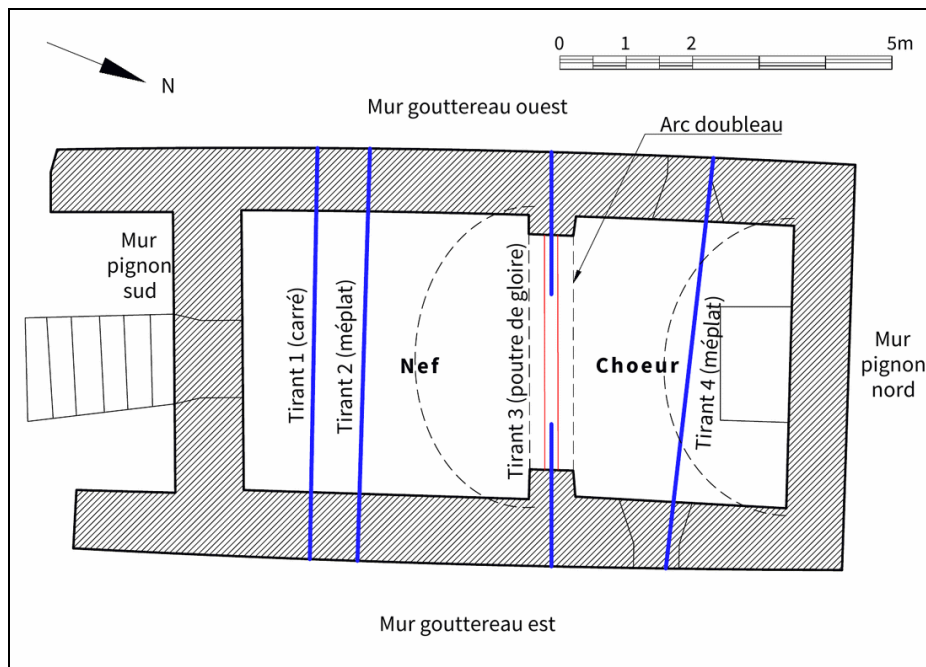
Les quatre angles présente un décor de trompe (ou de voutain) en trompe-l'œil marquant un décroché de la corniche. Les teintes du cœur reprennent le même registre que celui de la nef

IV) DESCRIPTION & ANALYSE DES DESORDRES

Rappel de l'historique et des interventions sur la Chapelle saint Etienne (BESTREMA DIAG p7) :

Nous ne disposons pas d'informations précises sur l'historique de la chapelle. Quelques éléments concernant l'historique figurent sur l'article « La chapelle Saint-Etienne à Bessans », article du magazine La Maurienne daté du 23/08/2018 qui nous a été transmis par la mairie. D'autres indications peuvent être tirées de l'observation de la photo de 1957 transmise par la mairie et de la typologie constructive des tirants métalliques

- 1446 : première mention de la chapelle dans les archives
- 1774 : création de la fresque sur le pignon sud, sous le porche
- ~ 1850-1950 :
 - Dépose de la couverture et mise en place d'une couverture provisoire de type plaque, visible sur la photo de 1957
- XXe siècle, après 1957 :
 - Surélévation des murs gouttereau et modification de la pente de l'arase des murs pignons
 - Reconstruction de la charpente en bois et de la couverture en lauzes
- Interventions non datées, probablement avant 1900 :
 - Mise en place d'un tirant de section carrée dans la nef
 - Mise en place de deux tirants méplats
 - Premier remaniement des sols côté ouest, avec forte exposition de la fondation du mur gouttereau ouest (avant 1957)
 - second remaniement des sols côté ouest, avec remise en place de talus contre la fondation du mur gouttereau ouest (après 1957)



Plan de localisation des éléments de l'édifice (coupé à 1,00m du sol intérieur) (BESTREMA DIAG p6)

Tirants métalliques (BESTREMA DIAG p13)

Trois tirants métalliques correspondant à deux typologies distinctes sont visibles :

- Deux tirants méplats de section 18x46 mm
 - tirants 2 et 4 sur la figure 2
 - un tirant dans la nef et un tirant dans le chœur
 - placés à 40 cm environ **au-dessus** de la naissance de la voûte

- Un tirant carré de section 26x26 mm
 - tirant 1 sur la figure 2
 - dissimulé en tête de la grille en ferronnerie
 - placé à 35 cm environ **en dessous** de la naissance de la voûte

Les ancrs de ces tirants sont en grande partie visibles à l'extérieur malgré la présence de l'enduit.

Tirant bois (poutre de gloire) (BESTREMA DIAG p14)

La poutre de gloire, placée sous l'arc doubleau séparant le chœur et la nef, dissimule un système de tirant (tirant 3 sur la figure 2). Ce système de tirant se compose :

- du corps du tirant, formé par la poutre de gloire elle-même
- des ancrs métalliques, dissimulés sous l'enduit (on n'aperçoit qu'une petite partie de l'œil par lequel passe l'ancre métallique à l'extérieur,
- des barres d'ancrage assurant la liaison entre le bois et les ancrs. Ces barres d'ancrage sont visibles en sous-face de la poutre, et fixés à cette dernière :

- par des clous métalliques anciens
- probablement par un talon (non vu, mais disposition constructive usuelle)
- par une cerce métallique
 - Cette cerce fait le tour de la section de la poutre. Il n'y a pas de système de suspension au-dessus de la cerce

Les abouts de la poutre de gloire ne pénètrent pas dans les maçonneries. Cette dernière est portée par les petits tirants métalliques, le rôle des cerces étant probablement de maintenir l'assemblage.

La voûte en berceau en anse de panier couvre la totalité de la chapelle séparée par un arc doubleau transversal donnant deux travées (nef et chœur) (**BESTREMA DIAG p17 typologie constructive de la voûte**)

La voûte s'est affaissée au cours du temps par manque de contrebutement générant de multiples désordres (fissures, rupture d'ancrage, tassement différentiel, déversement des murs gouttereaux Est et Ouest), affaissement de la voûte, disparition ponctuelle d'enduit,...etc. (**BESTREMA DIAG p18>20**)

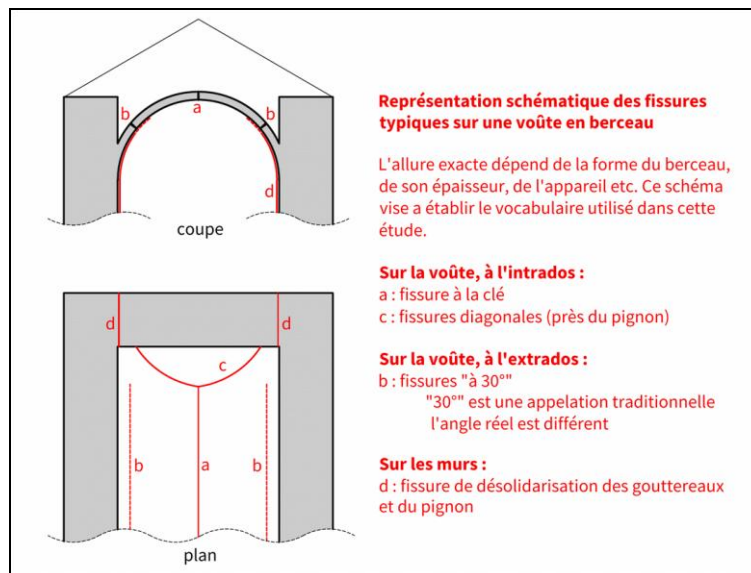


Schéma de principe avec fissures types des voûtes en berceau (BESTREMA p19)

Un point intéressant est soulevé par **BESTREMA (DIAG p21, 22)** relatif à l'évolution chronologique de la chapelle concernant la surélévation des murs gouttereaux en tête de 70 cm après les années 1950, le niveau de la route est monté de 1,00 m (6 marches), présence de 3 tirants métalliques, **talus à l'Ouest plus important** (soubassement du mur gouttereau Ouest soumis à **une forte exposition aux intempéries**. Cette dégradation du soubassement est la résultante des déformations et désordres (**BESTREMA DIAG p23, 24**)

Ce talus, qui présentait une pente initiale moyenne d'environ 20 à 30°, a été fortement raidi suite la création d'une plateforme au niveau de la parcelle voisine, faisant apparaître la base des assises à l'angle Nord-Ouest de la chapelle (travaux non datés). Les existants et avoisinants se résument à une habitation individuelle de type R + 1 située 5m à l'Ouest de la chapelle (**GINGER CEBTP G5 p7**)

BESSANS – Chapelle saint Etienne – Consolidation des maçonneries - PC note de présentation

La poussée horizontale des murs a provoqué le déversement des murs gouttereaux (Ouest et Est). Phénomène sans doute ancien qui a conduit à des interventions successives : mise en place de divers tirants, surélévation des murs avec comme effet d'offrir une indépendance voûte toiture et peut être aussi de créer un effet pinacle sur les murs gouttereaux, ... (**BESTREMA DIAG p25**).

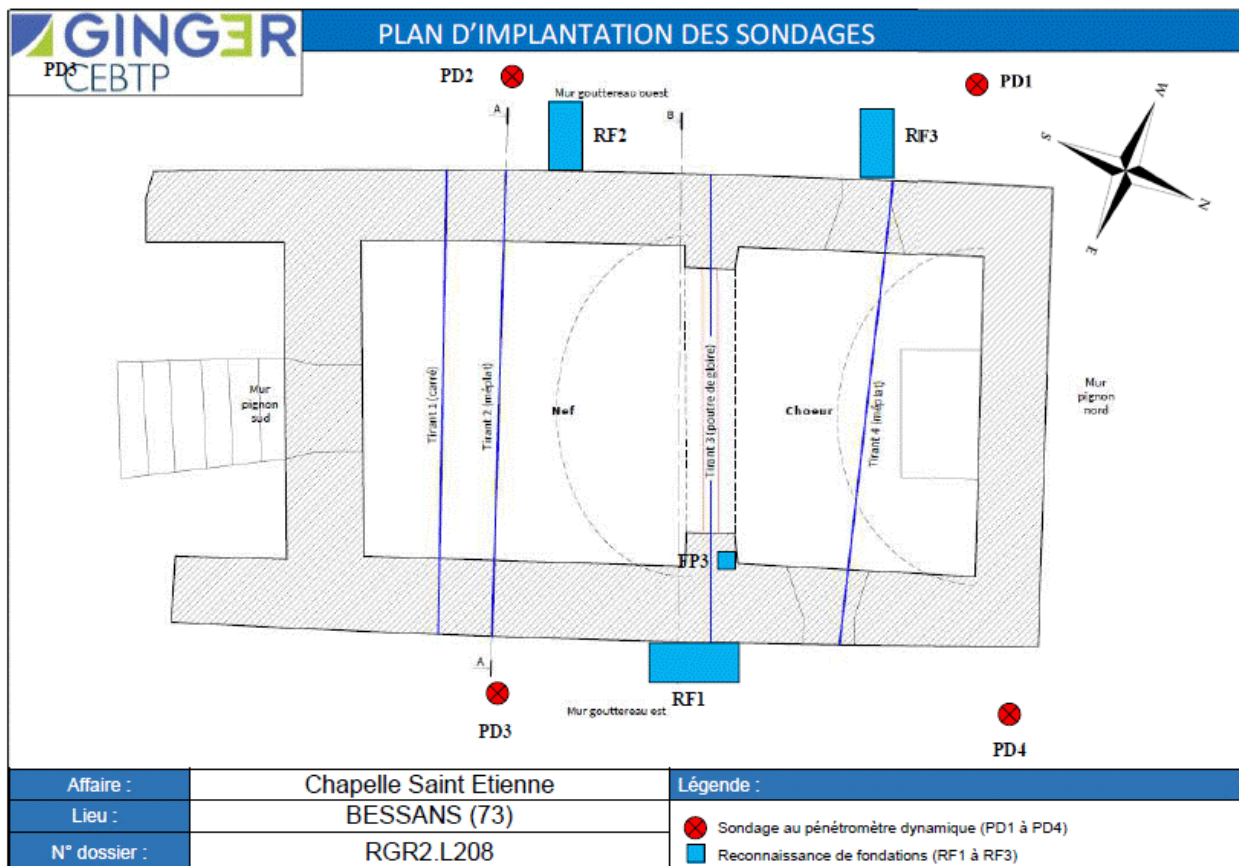
L'exposition du soubassement aux intempéries est un second problème (plus de protection hors gel) et un contre mur fort dégradé (apparition de tassements différentiels avec l'altération des fondations) (**BESTREMA DIAG p26>28**).

Les observations des désordres reprennent les mêmes éléments que l'analyse structurelle (**GINGER CEBTP G5 p11**) et après examen spécifique du site et le constat de terrassements récent à l'Ouest, il résulte une différence de niveau de 3 m entre les façades latérales Ouest et Est. Les désordres anciens sont confortés par la pose de tirants (**GINGER CEBTP G5 p14**).

Suite aux sondages et à l'analyse géotechnique concernant la composition du sol, nous trouvons un matériau argileux à la base des fondations *vraisemblablement issu de l'altération et la dégradation des dalles de schiste*.

D'après les caractéristiques physiques de cette argile, ce matériau est :

- Gélif (sensible au gel - passant au tamisât $< 2 \mu\text{m} = 14 \%$) ;
- Sensible aux variations de la teneur en eau ;
- Faiblement sensible au retrait-gonflement ($VBS = 0.34$) (**GINGER CEBTP G5 p18**)



Plan d'implantation des sondages par GINGER-CEBTP G5 (ANNEXE)

Après une reconnaissance des fondations constituées de dalles de schiste faiblement liaisons (**GINGER CEBTP G5 p19, 20**), GINGER constate : *ainsi, l'encastrement devra assurer les conditions de mise hors gel des fondations, soit une profondeur minimale de 1,1 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries. La profondeur hors-gel n'est pas respectée au droit des fondations de la façade ouest* (**GINGER CEBTP G5 p22**)

Ne connaissant pas avec certitude la géométrie de la semelle, il sera étudié la configuration la plus favorable : Le débord est supposé nul de chaque côté du mur dont l'épaisseur est estimée à 95 cm. La largeur de la semelle sera donc équivalente à 0,95 m. (RF – RF2 – RF3) (**GINGER CEBTP G5 p23, 24**)

BESSANS – Chapelle saint Etienne – Consolidation des maçonneries - PC note de présentation

La cause des désordres est liée à la présence dans les fondations de matériau de nature argileuse gélif sensible au gel / dégel provoquant une variation significative de son volume, renforcée par la dégradation mécanique et accompagnée d'écrasement partiel des dalles de schiste (**GINGER CEBTP G5 p26**).

V) PROPOSITION DE TRAVAUX

A) ETUDES ARCHITECTURALES & TECHNIQUES

Le bureau d'études structure BESTREMA a élaboré un diagnostic structurel, rendu en mai 2021.

Le bureau d'études géotechniques GINGER CEBTP a remis un diagnostic géotechnique (étude G5) en juin 2021, puis une étude G2-PRO réalisée en août 2022, préconisant la mise en œuvre d'un confortement par mur-poids en gabions, accompagné de l'amélioration du sol par injection de résine (devis URETEK - mai 2022).

La solution du mur-poids et de l'injection de résine a été écartée. En effet, l'impact visuel est très important. Le mur-poids, de part sa masse imposante, contrarie la perception et la mise en valeur de la chapelle saint Etienne (monument historique inscrit), en introduisant un matériau contemporain. D'autre part, il empiète largement sur le terrain de la propriété voisine.

La solution retenue consiste en une reprise des maçonneries en sous-œuvre, conformément aux premières conclusions de BESTREMA dans son diagnostic structurel initial.

Une première demande de permis de construire, destinée à obtenir l'autorisation de réalisation des travaux relatifs à cette solution a été déposée le 13 avril 2023 (PC 073 040 23 R1006), sur la base du diagnostic architecturale et des études préliminaires des bureaux d'études GINGER-CEBTP et BESTREMA.

La demande a été refusée le 7 juillet 2023, au motif que le dossier présenté est "*en l'état, trop succinct et trop incomplet pour avoir une connaissance précise des détails d'exécution de l'ensemble des interventions projetées*". Il est recommandé de déposer un nouveau dossier avec les éléments suivants :

- *études de conception d'avant-projet et de projet (PRO) établies en lien avec un bureau d'étude structure et un géotechnicien, pour valider les préconisations techniques issues des diagnostics et détailler de manière précise le mode opératoire et les détails d'exécution,*
- *plans en élévation et coupes, cotées et à l'échelle, du mur gouttereau Ouest (suprastructures et fondations), avant et après travaux, avec prise en compte des données extraites du rapport géotechnique,*
- *localisation précise des interventions de coulinage, de rejointoiement et de piquage des enduits sur les façades (parois extérieures et intérieures), composition des mortiers de coulinage et de rejointoiement des parements,*
- *protocole de conservation et de restauration des décors peints sur les voutes et les parois, après les interventions de reprise de fissures,*
- *mesures de protection et de surveillance mises en œuvre pendant les travaux sur les décors peints, notamment sur le décor daté du 18e siècle situé sous le porche d'entrée,*
- *précisions sur le traitement du sol intérieur, pendant et après les travaux,*
- *précisions sur le traitement, après travaux, de la plateforme et du talus qui réduit significativement la capacité portante des sols support de fondation et d'une manière plus générale sur la présentation extérieure de l'édifice.*

En prévision de l'élaboration d'une nouvelle demande de permis de construire, des études complémentaires de conception (phase PROJET) ont été commandées aux bureaux d'études GINGER-CEBTP et BESTREMA. En premier lieu, le bureau d'études géotechniques GINGER-CEBTP a réalisé, en mai 2024, une **étude géotechnique G2-PRO** (étude géotechnique de conception - phase PRO) relative à la reprise des maçonneries en sous-œuvre. Cette étude a permis au bureau d'études structure BESTREMA de produire une **étude structure PRO**, remise en juin 2024.

Les préconisations des deux bureaux d'études ont été reportées sur le **dossier graphique architectural**, avec une définition 1/50 des plans, coupes et élévations, conformément aux attendus d'une phase PROJET.

Des contacts ont, d'ores et déjà, été établis avec des entreprises de maçonnerie du patrimoine, pour confirmer le mode opératoire proposé ci-après. Les études d'EXEcution permettront d'affiner le mode opératoire final, sur la base de ces prescriptions, enrichies de l'expérience de l'entreprise qui sera retenue pour la réalisation des travaux. C'est notamment, lors de ces études que seront affinés les derniers détails techniques (composition des mortiers de coulinage, des enduits, ...).

B) DESCRIPTION DES TRAVAUX PROPOSÉS

Les études géotechniques et structurelles préconisent la **régénération des maçonneries** du mur gouttereau Ouest, puis la reprise en sous-œuvre de la fondation avec la mise en œuvre d'une **semelle filante en béton armé**, réalisée par passes alternées, permettant de descendre le niveau de la fondation hors-gel et de supprimer la couche d'argile sensible à l'eau sous les fondations. Ces travaux s'accompagnent de la restauration du tirant en bois, formant "poutre de gloire" (et la vérification des autres tirants), puis de la restauration de la voûte.

Préalablement aux travaux, un **constat d'état de la fresque extérieure**, ornant le fronton de la façade Sud de la chapelle sera établi par une restauratrice (Armelle FILLIOL - Lanslevillard),



La campagne de travaux ne concerne que la consolidation des maçonneries du mur gouttereau Ouest, sans autre intervention de restauration, notamment à l'intérieur de la chapelle. Préalablement aux travaux effectués depuis l'intérieur, des protections seront mis en place pour protéger les décors peints et le mobilier (retable). La grille intérieure en ferronnerie sera démontée, puis remise en place en fin de chantier.

Les extraits cités au fil du chapitre sont illustrés par les couleurs suivantes :

BLEU > Etude G2-PRO - GINGER-CEBTP (bureau d'études géotechniques)

VERT > Etude structure PRO - BESTREMA (bureau d'études structure)

INTERVENTION n°1 - régénération maçonneries du mur gouttereau Ouest (BESTREMA PRO §3.2 - p14, 15)

La **régénération des maçonneries** a pour objectif, du point de vue de la stabilité, de restituer en partie la capacité portante des maçonneries d'origine.

Elle comprend :

- Le dégagement de l'enduit, pour permettre les interventions suivantes.
- Le 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),
- Le 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),
- Le refichage profond des joints dégarnis,
- Le rejointoiement des parements,
- Le **coulinage des maçonneries**, avec un coulis compatible aux maçonneries en place
Le coulinage des maçonneries permettra de remplir les cavités au sein de la maçonnerie et de restituer une partie des caractéristiques mécaniques initiales du mur, avant vidage des maçonneries.
Le coulinage devra concerner d'abord l'ensemble des murs, avant d'envisager le coulinage de la voûte.

Le coulinage sera réalisé à l'aide d'un coulis qui sera :

- Injecté gravitairement, par tranches d'environ 1m de hauteur, de bas en haut,
- Injecté selon un maillage régulier, après forage au cœur de la maçonnerie au niveau de chaque injecteur pour maximiser la pénétration du coulis,

BESSANS – Chapelle saint Etienne – Consolidation des maçonneries - PC note de présentation

- Adapté à la nature des maçonneries existantes (pierres et mortier). La formulation du coulis (ou validation d'une formulation du commerce) devra faire l'objet d'une étude en laboratoire à charge de l'entreprise.

En termes de phasage, le coulinage sera réalisé :

- Après le refichage et le rejointoiement des parements,

- Après la mise en œuvre de procédés d'étanchéité afin d'éviter que le coulis d'injection ne s'infilte à perte dans le sol (coulis plus grossier en pied de mur).

Au niveau du soubassement et des fondations, ces interventions nécessiteront :

- Côté extérieur :

- la dépose provisoire du talus, par passes alternées,
- la dépose du contre-mur pour accéder aux maçonneries de la fondation,
- la reconstruction du contre-mur, après l'intervention sur les fondations. Il sera alors fondé sur la semelle en béton armé pour la reprise en sous- œuvre du mur Ouest

- Côté intérieur, la dépose partielle du dallage ciment et l'intervention par puits blindés, par passes alternées.

Les murs intérieurs et la voûte de la chapelle sont revêtus d'aplats de badigeon de chaux. La voûte est soulignée par un décor peint de fines moulurations en trompe-l'œil.

Tous les travaux exécutés sur la face intérieure du mur gouttereau, sur l'intrados de la voûte et sur la poutre de gloire (restauration du tirant en bois) feront l'objet d'une attention particulière pour éviter toute dégradation des parements.

Les travaux de régénération des maçonneries n'atteignent pas le décor en trompe-l'œil, qui pourrait être concerné cependant, par la restauration structurelle de la voûte.



Les reprises de fissures seront systématiquement finalisées en retrait du nu intérieur pour permettre une restauration ultérieure des badigeons et notamment la mise en œuvre d'un support adapté (polissage de chaux) pour la restitution des lacunes.

Pour parfaire la campagne de travaux et éviter de donner à voir une façade, fortement impactée esthétiquement par la régénération des maçonneries (traitement des fissures, coulinage), il est proposé d'inclure à cette intervention, la réfection des enduits de cette façade Ouest, incluant le retour Sud du mur gouttereau.

Après l'application d'un gobetis composé de mortier à base de chaux, de sable et de graviers de provenance locale, il est proposé d'appliquer un enduit de finition, avec une finition grattée.



INTERVENTION n°2 - restauration tirant en bois, formant "poutre de gloire" (BESTREMA PRO §3.3 - p16, 17)

La poutre de gloire, placée sous l'arc doubleau séparant le chœur et la nef, dissimule un système de tirant.



Figure 7 Vue d'ensemble de la poutre de gloire (photo juillet 2020 de la mairie)

Ce système de tirant se compose actuellement :

- Du corps du tirant, formé par la poutre de gloire elle-même,
- Des ancrages métalliques, dissimulés sous l'enduit (on n'aperçoit qu'une petite partie de l'œil par lequel passe l'ancrage métallique à l'extérieur > voir figure 5),
- Des barres d'ancrage assurant la liaison entre le bois et les ancrages. Ces barres d'ancrage sont visibles en sous-face de la poutre, et fixés à cette dernière :
 - par des clous métalliques anciens,
 - probablement par un talon (non vu, mais disposition constructive usuelle),
 - par une cerce métallique. Cette cerce fait le tour de la section de la poutre. Il n'y a pas de système de suspension au dessus de la cerce (voir figure 6)

Les abouts de la poutre de gloire ne pénètrent pas dans les maçonneries. Cette dernière est portée par les petits tirants métalliques, le rôle des cerces étant probablement de maintenir l'assemblage.

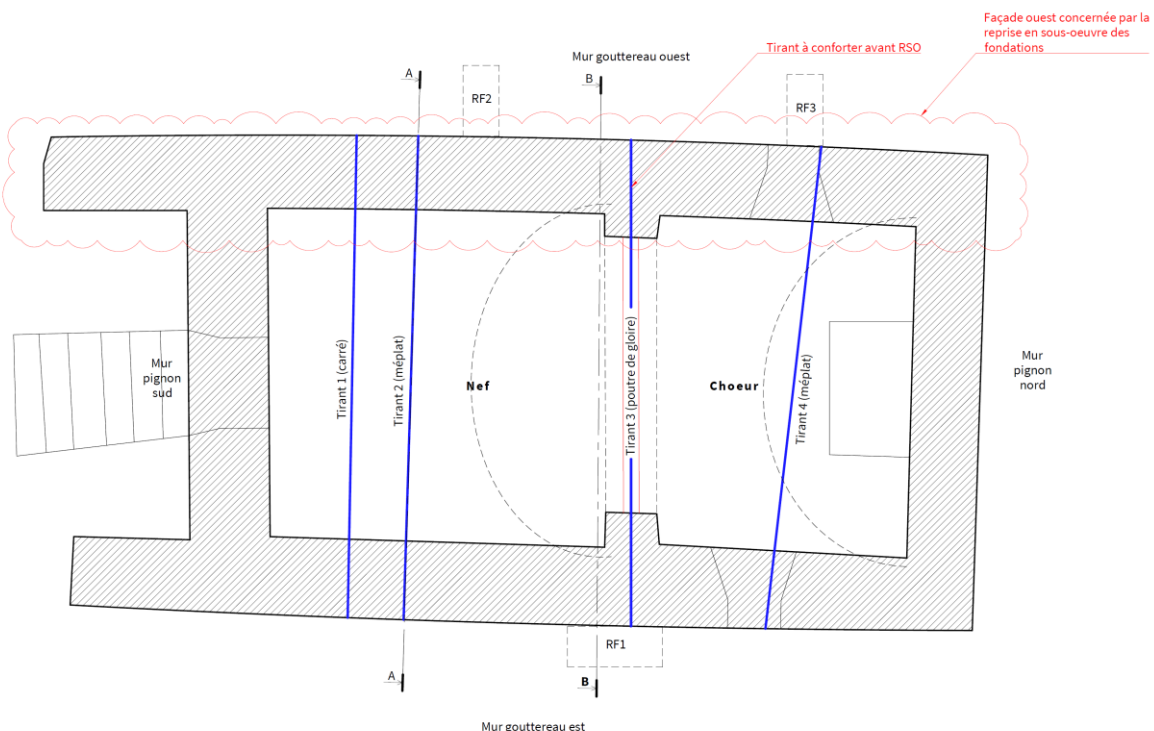




Figure 5 Ancres des tirants métalliques sur la façade ouest, et ancre de la poutre de gloire (faiblement visible)



Figure 6 Barre d'ancrage métallique sous la poutre de gloire (photos côté nord)

Nous préconisons la restauration du tirant en bois, à l'identique, à savoir :

- Dépose du tirant bois existant
- Relevé des dispositions des barres d'ancrage et de la cerce métallique
- Création d'un tirant bois neuf :
 - section : identique à l'existant
 - longueur : à adapter à la longueur actuelle entre murs
 - matériau : mélèze, bois massif de classe de résistance C27
- Restitution des dispositions d'ancrage à l'identique

Une autre solution alternative a été discutée avec le bureau d'études BESTREMA, à l'issue de la remise des études PRO structure, consistant à proposer une solution technique qui permette la conservation du tirant bois, pour sa valeur patrimoniale. L'apparent mauvais état du tirant et sa longueur trop courte ne permettent pas de lui maintenir ses fonctions de traction dans le dispositif, qui pourraient être assurées par la mise en œuvre d'un **tirant métallique**, adossé à la face arrière (côté retable) du tirant bois, remis en place après un démontage préalable. La poutre de gloire n'aurait alors qu'un rôle décoratif, dissimulant en outre le tirant métallique ajouté.

INTERVENTION n°3 - reprise en sous-œuvre fondation mur gouttereau Ouest (BESTREMA PRO §3.4 - p18>22)

1) CONTEXTE

Voir rapport d'étude géotechnique G2 PRO du GINGER- CEBTP [ET03] pour les préconisations du géotechnicien.

Pour mémoire :

- Sondages de reconnaissances de fondations RF2 et RF3 sur la façade ouest montrent une différence de niveau de +1.2-+0.4=0.8m donc la fondation existante présente probablement des redents

- Profondeur hors-gel à respecter : 1,10 m

- Pente 3H/2V pour restitution d'un talus paysager après travaux

- Intervention par passes dans tous les cas

- Dépose du contremur qui risque de tomber

- « *La purge des matériaux gélifs intéressera les matériaux argileux (R2) et les faciès jugés trop dégradés de visu des dallettes et dalles schisteuses amenant à un épaissement de la semelle* ». Il a été prévu la purge de l'ensemble des dallettes et dalles schisteuses de l'ancienne fondation, et l'épaississement ponctuel de la semelle BA vers le bas en fonction de la présence du faciès argileux (R2)

Les interventions à prévoir pour la reprise en sous-œuvre des fondations sont :

- Mise en fonctionnement d'un système de surveillance des mouvements

- Étrésillonnement des baies et portes

- Révision de l'étaieage de la voûte

- Restauration des tirants **AVANT** le début de la reprise en sous-œuvre

- Intervention par passes alternées :

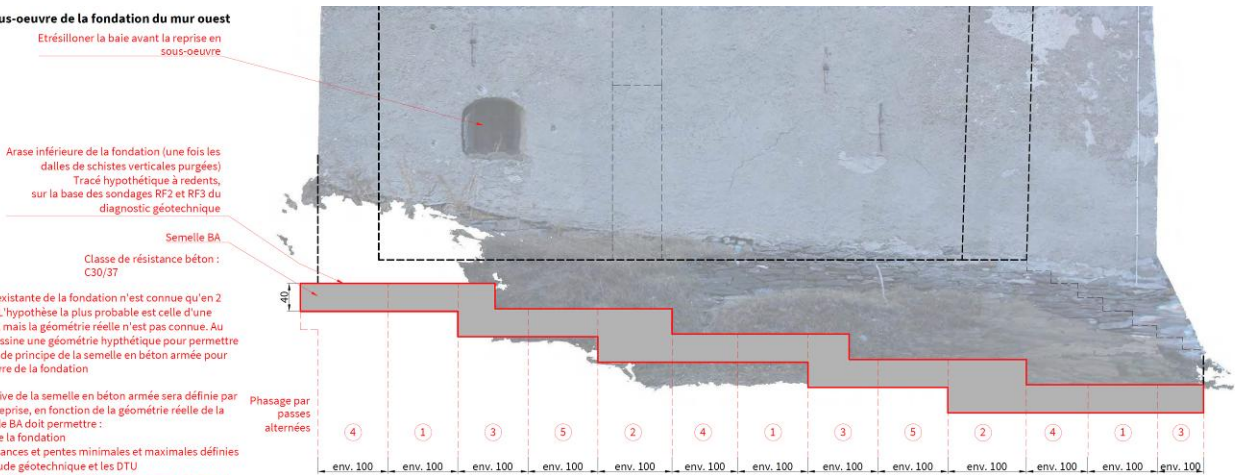
- fouilles blindées
- régénération des maçonneries de la fondation existante
 - refichage profond
 - rejointoiement
 - coulinage
- ferrailage, coffrage, bétonnage des semelles filantes
- matage soigné

- Mise en place d'un drainage dans la zone du projet, conformément aux préconisations du géotechnicien

Nota : Suite à la reprise en sous-œuvre, il existera un risque de tassement différentiel entre les zones avec fondations reprises en sous-œuvre et les zones avec fondations d'origine. L'alternative, pour annuler complètement ce risque, serait de reprendre en sous-œuvre l'ensemble de la chapelle. Cette solution ne paraît pas acceptable d'un point de vue coût/résultat. Nous attirons donc l'attention de la maîtrise d'ouvrage sur la possibilité de l'apparition d'une fissure verticale entre les deux zones. Ce risque est inhérent à tout projet de reprise en sous-œuvre partiel d'un édifice ancien construit et modifié en l'espace de plusieurs siècles.

2) SEMELLE EN BÉTON ARMÉ

Page 2 – Reprise en sous-oeuvre de la fondation du mur ouest

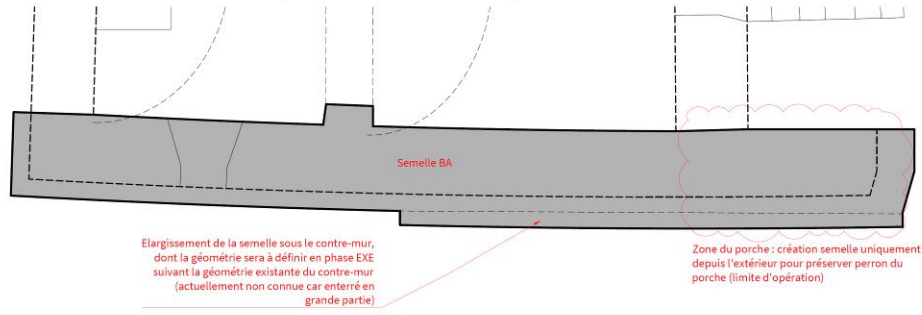


Nota : la géométrie existante de la fondation n'est connue qu'en 2 points (RF2 et RF3). L'hypothèse la plus probable est celle d'une fondation à redents, mais la géométrie réelle n'est pas connue. Au stade du PRO, on dessine une géométrie hypothétique pour permettre d'établir un schéma de principe de la semelle en béton armée pour reprise en sous-oeuvre de la fondation

La géométrie définitive de la semelle en béton armée sera définie par l'étude EXE de l'entreprise, en fonction de la géométrie réelle de la fondation. La semelle BA doit permettre :
 - la mise hors-gel de la fondation
 - le respect des distances et pentes minimales et maximales définies dans le rapport d'étude géotechnique et les DTU
 - le respect des préconisations du rapport géotechnique G2 PRO et G3 EXE

Reprise en sous-oeuvre de la fondation - vue élévation de la semelle

Reprise en sous-oeuvre de la fondation - vue en plan de la semelle



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.
 Les plans et coupes de cette étude doivent être considérés comme des schémas de principe des structures, en l'absence de relevé de géomètre du bâtiment (voir détail dans rapport de diagnostic 2020 sur origine des plans).



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

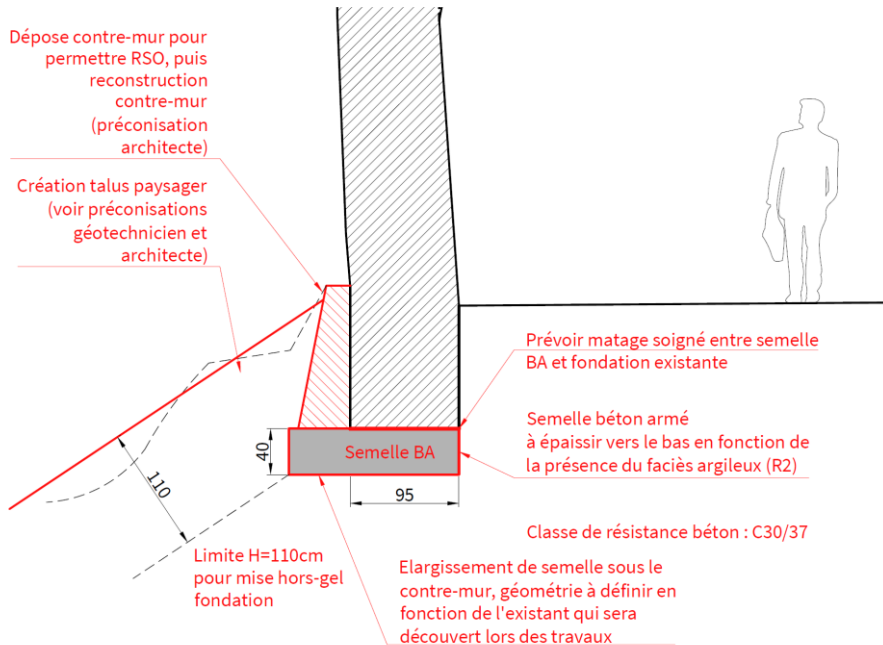
Bessans - Chapelle St-Etienne
 Plan de l'étude structurelle PRO

Date d'impression : 13/06/2024
 Dessiné par : MF

Ref : B20362
 Etage : —
 Echelle : 1:50

PRO
 02B
 p. 2 / 5

Plan de détail 02 - étude structure PRO BESTREMA



Extrait plan de détail 03 - étude structure PRO BESTREMA (coupe sur partie aval du mur gouttereau)

3) FOUILLES ET CRÉATION SEMELLES FILANTES par passes alternées

Les fouilles intérieures (remblais sous le dallage) ou extérieures (talus) pour intervention sur les soubassements et fondations devront être réalisées par passes alternées, en respectant les préconisations du rapport géotechnique G2 PRO du GINGER-CEBTP.

A cet effet, nous préconisons en particulier :

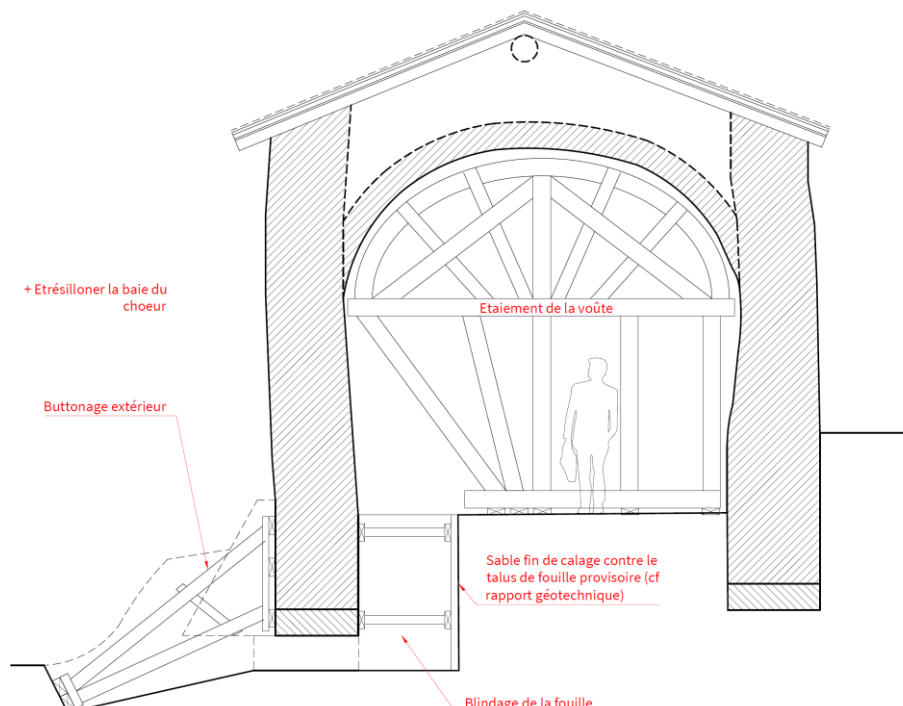
- Passes alternées en au moins 5 passes, réparties suivant le rythme 1-4-2-5-3-1... pour éviter que deux passes successives soient voisines ;
- Compte tenu de la sensibilité de l'édifice, la largeur des passes devront faire 1,0 m au maximum, et moins si l'entreprise peut le réaliser. En cas de mouvement, on diminuera le nombre de fouilles ouvertes simultanément.
- Attention particulière à apporter à la décompression des sols et poussées des maçonneries pour cet édifice ancien : blindage de la fouille côté intérieur et butonnage côté extérieur – terrassement par talutage interdit
- Terrassement simultané à l'intérieur et à l'extérieur pour permettre un meilleur contrôle du coulage de la fondation, et la mise en place conjointe de la semelle de part et d'autre du mur.

Prévoir matage soigné entre les semelles BA et le mur ancien pour assurer la transmission des charges, avec mortier à retrait compensé ou mortier expansif suivant le type de matage

4) ÉTRÉSILLONNEMENT, CHEVALEMENT, BUTONNAGE

Les confortations suivantes seront appliquées avant toute opération de terrassement :

- Étrésillonnement des baies et des portes situés à l'aplomb de la fondation concernée, pour stabilisation de l'existant le temps de la reprise en sous-œuvre
- Restauration des tirants **AVANT** le début de la reprise en sous-œuvre
- Révision de l'étalement de la voûte pour permettre :
 - l'ouverture des fouilles côté intérieur
 - la mise en place de la nouvelle poutre de gloire qui forme tirant



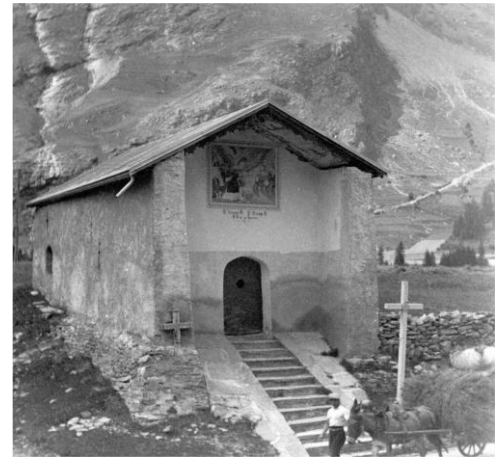
5) TRAVAUX INDUITS PAR LA REPRISE EN SOUS-ŒUVRE

La reprise en sous-œuvre a les implications suivantes :

- Dépose / repose du contre-mur extérieur

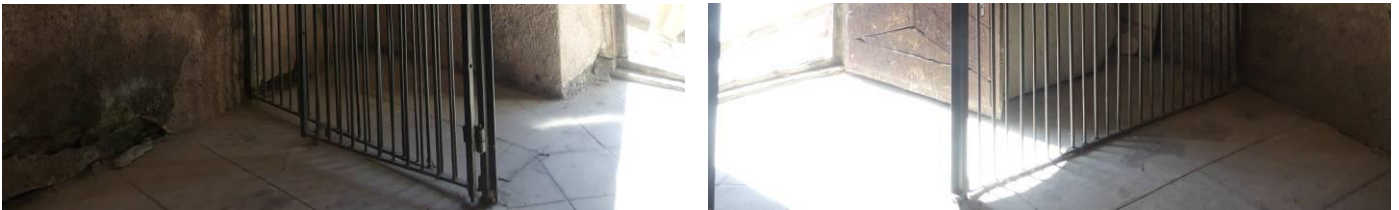
Le contre-mur extérieur participe à la qualité architecturale de la chapelle Saint-Etienne. Il est important d'en prévoir le remontage après travaux.

Lors de son démontage pour permettre la régénération des maçonneries et la création de la nouvelle fondation, les pierres seront stockées avec soin pour permettre un remontage final.



- Restauration du revêtement de sol (actuellement sol ciment fissuré)

La campagne de travaux ne concerne que la consolidation des maçonneries du mur gouttereau Ouest, sans autre intervention de restauration. Après les travaux de régénération des maçonneries et de mise en œuvre de la semelle en béton armé, depuis l'intérieur de la chapelle, les terres excavées seront remises en place, sans coulage d'un nouveau dallage dans les zones concernées, pour permettre une réfection ultérieure des sols, laissant place à un matériau plus qualitatif que le ciment (dallage en pierres ?).



INTERVENTION n°4 - restauration de la voûte (BESTREMA PRO §3.5 - p22)

Après restauration du mur gouttereau ouest et du tirant en bois, pour assurer la stabilité des appuis de la voûte, la **restauration de la voûte** comprendra :

- Le refichage soigné des fissures depuis l'extrados (sous réserve de la faisabilité de cette intervention en termes d'accès),
- Le refichage soigné des fissures depuis l'intrados,
- Des coulinages ponctuels depuis l'extrados, suivant nécessité (sous réserve de la faisabilité de cette intervention en terme d'accès),
- Des microcoulinages depuis l'intrados à la seringue.

INTERVENTION n°5 - création d'un nouveau talus

En fin d'intervention sur les maçonneries du mur gouttereau et suite à la reprise des fondations, le talus sera reprofilé, pour assurer la mise hors-gel de la nouvelle fondation, en respectant une profondeur minimale de 1,10 mètre et une pente maximale 3H/2V. Il fera l'objet d'un simple engazonnement.

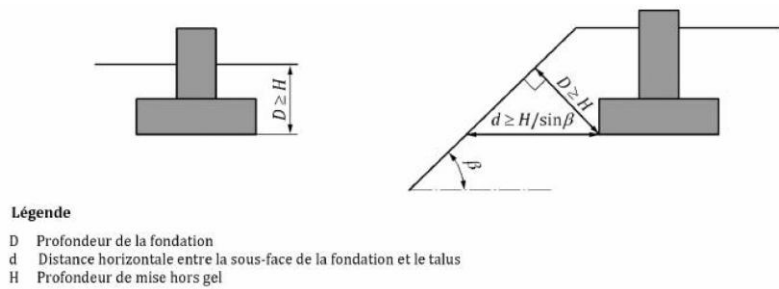


Figure 4 Notion de profondeur pour l'exposition au gel dans le cas courant et le cas d'un talus

Figure 28 Extrait DTU 13.1, profondeur de mise hors gel

Le dossier graphique PROJET - ARCHITECTE présente le profil du talus restitué, au terme des travaux.