



RÉNOVATION ÉNERGETIQUE

**Maison villageoise résiliente à Villarepos**

## QUESTION POSEE

Dans les projets d'assainissement énergétique des bâtiments, **la question patrimoniale est usuellement considérée comme un écueil à surmonter**, une contrainte supplémentaire à intégrer à des cahiers des charges déjà bien fournis.

**Et si, par inversion du point de vue, le patrimoine bâti était une source d'inspiration pour le projet énergétique?** L'architecture vernaculaire se base, notamment, sur une admirable économie des ressources et sur une adaptation fine aux conditions climatiques locales. Conception bioclimatique, frugalité des besoins énergétiques, matériaux à faible impact environnemental, circuits économiques locaux: autant d'approches "low-tech" qui ouvrent un champ de possibles pour la construction durable.

Le parti de la simplicité volontaire est-il applicable, ou s'agit-il d'un vœu pieux? Est-il compatible avec les normes définissant l'efficacité énergétique, et plus généralement la durabilité de l'environnement construit?

**Le patrimoine peut-il montrer la voie, ou du moins une voie?**

# LE CONTEXTE

Villarepos FR

Maison construite en **1867**

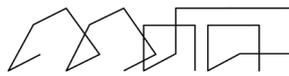
Recensée en valeur B et protégée  
en catégorie **2**

Élément faisant partie d'un petit  
domaine agricole dont il reste cette  
maison et la grange se trouvant à  
proximité. Peu transformée et peu  
utilisée après 1980.



Maître d'ouvrage: privé  
Projet, planification, exécution: 2019-2020  
atelier d'architecture espaces et environnement sàrl  
[www.aeee.ch](http://www.aeee.ch)

# LE PROJET



18178\_VAL

Rénovation et transformations intérieures  
d'une maison villageoise  
Vers l'Eglise 27, 1583 Villarepos

maître de l'ouvrage

Philippe et Catherine Vallat - Molliet  
Ch. du Couchant 23, 1752 Villars-sur-Glâne

plan n°

53-0109 - SOUS-SOL

CONFORMES

échelle : 1:50

format : A3

dess. : ss

date : 10.02.2020

journal des modifications

date dess.

REMARQUES:  
les entrepreneurs sont tenus de vérifier toutes les  
cotes sur place, sous leur responsabilité.  
En cas d'erreur, ils se doivent de le signaler à  
l'architecte.  
les murs sont cotés brut

© contenu de plan soumis aux droits d'auteur

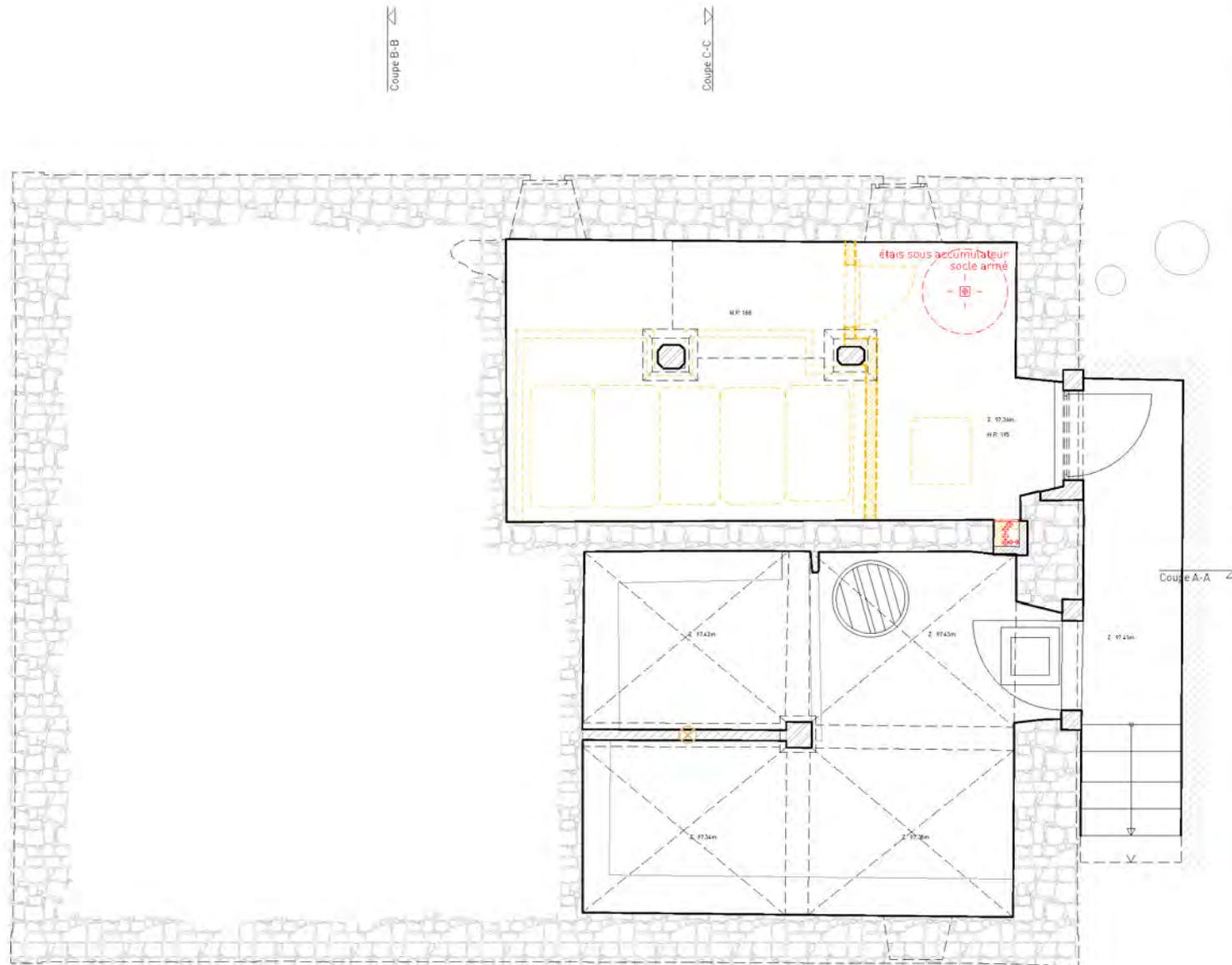
légende:

	à démolir	FF	fond fini
	nouveau	FB	fond brut
	existant	BS	bord sup.
	pt. à ventiler	EP	eaux pluviales
	chauffage	EC	eaux usées
	ventilation	cc	contrecœur
	sanitaire	ccb	cc brut
	électricité	ccf	cc fini
	eaux claires	cv	couverte
	drainage	cvb	couverte brute
	eau usée	cvf	couverte finie
		se	seuil fini

atelier d'architectures sàrl

espaces & environnement

Jean Luc Rime + Pascal Perroulaz - architectes HES  
Tél. +41 26 424 7665 - espaces@asee.ch - www.asee.ch  
Route de la Fonderie 7 - CH - 1700 Fribourg



Coupe B-B

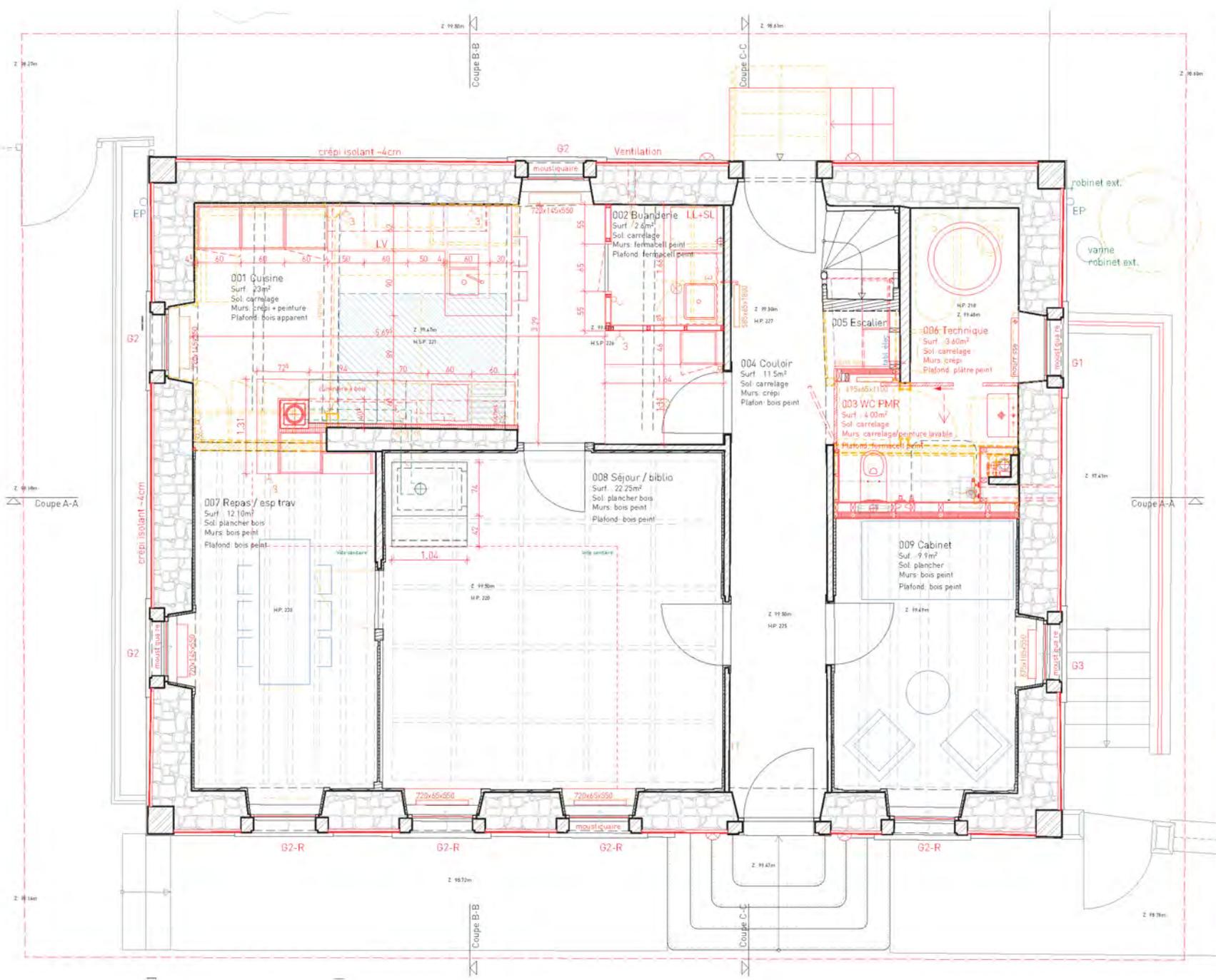
Coupe C-C

Coupe A-A

Coupe B-B

Coupe C-C





18178\_VAL

Rénovation et transformations intérieures  
d'une maison villageoise  
Vers l'Eglise 27, 1583 Villars-sur-Glâne

Philippe et Catherine Vallat - Molliet  
Ch. du Couchant 23, 1752 Villars-sur-Glâne

53-0110 - REZ-DE-CHAUSSEE  
CONFORMES

échelle : 1:50  
format : A3  
dess. : ss  
date : 10.02.2020

Journal des modifications

date      dess.

REMARQUES:  
les entrepreneurs sont tenus de vérifier toutes les cotes sur place, sous leur responsabilité.  
En cas d'erreur, ils se doivent de le signaler à l'architecte.  
les murs sont cotés brut

© contenu de plan soumis aux droits d'auteur

Légende	
	à démolir
	nouveau
	existant
	pt. à vérifier
	chauffage
	ventilation
	sanitaire
	électricité
	eaux claires
	drainage
	eau usée
FF	fond fini
FB	fond brut
BS	bord sup.
EP	eaux pluviales
EC	eaux usées
CC	contrecoeur
CCB	cc brut
CCF	cc fini
CV	couverte
CVB	couverte brute
CVF	couverte finie
SE	seuil fini

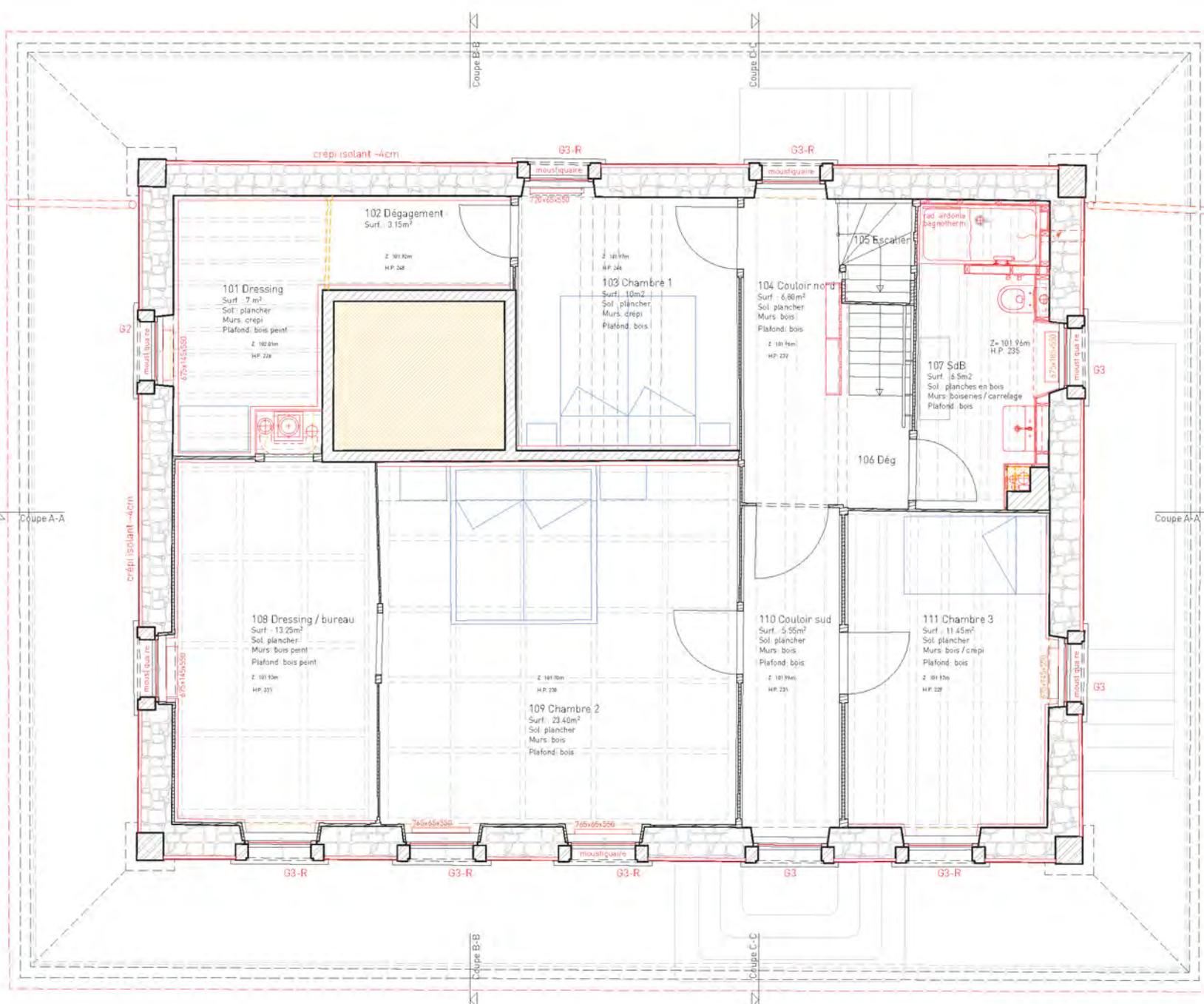
atelier d'architecture  
espaces & environnement

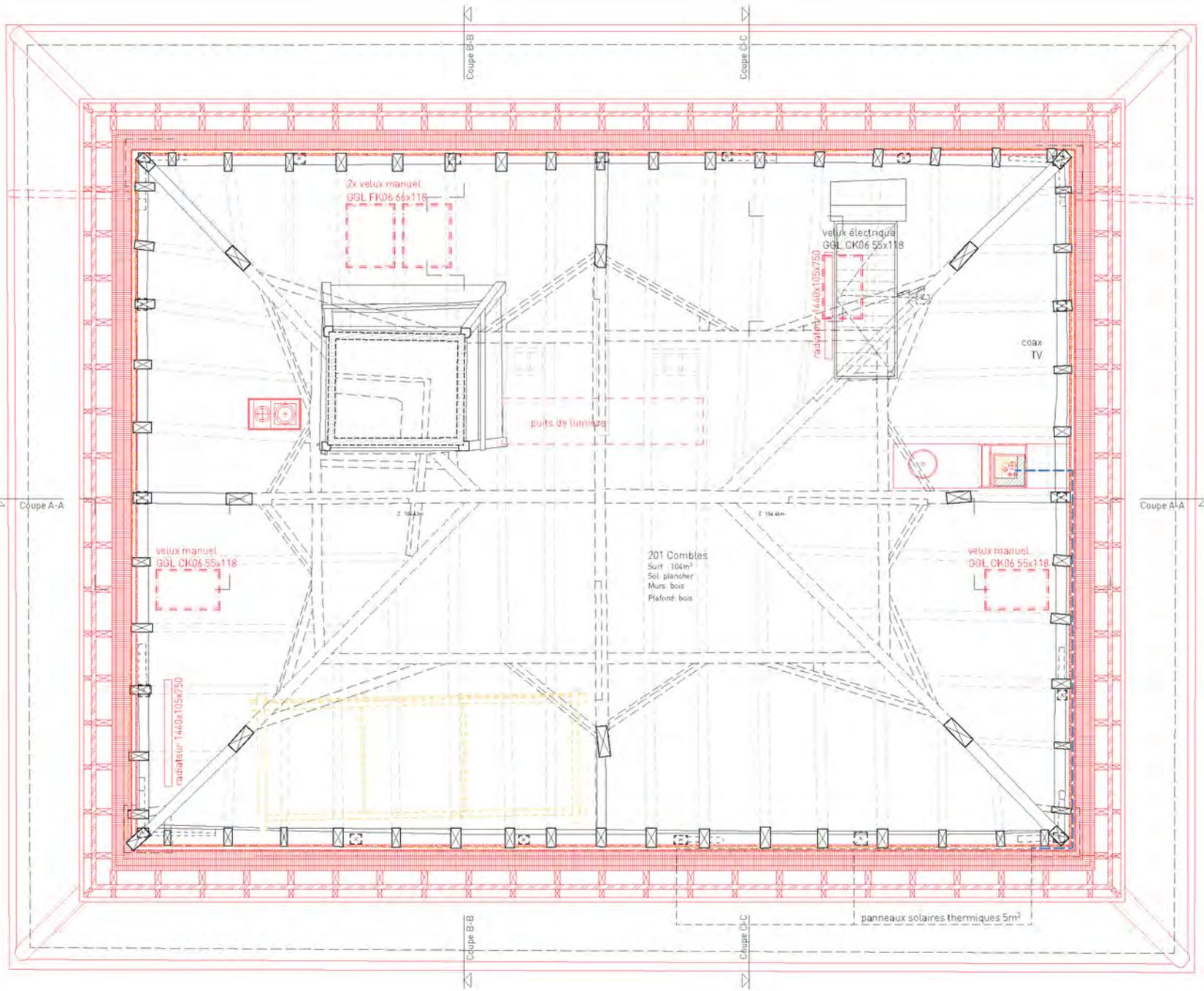
Jean Luc Rimé - Pascal Perroulaz - architectes HES  
Tél. +41 24 424 7655 - espaces@ae.ch - www.ae.ch  
Route de la Fonderie 7 - CH - 1700 Fribourg

REMARQUES:  
les entrepreneurs sont tenus de vérifier toutes les  
cotes sur place, sous leur responsabilité.  
En cas d'erreur, ils se doivent de le signaler à  
l'architecte.  
les murs sont cotés brut

© contenu de plan soumis aux droits d'auteur

	à démolir	FF	fond fini
	nouveau	FB	fond brut
	existant	BS	bord sup.
	pt. à vérifier	EP	eaux pluviales
	chauffage	EC	eaux usées
	ventilation	cc	contrecoeur
	santaire	ccb	cc brut
	électricité	ccf	cc fini
	eaux claires	cv	couverte
	drainage	cvb	couverte brute
	eau usée	cvf	couverte finie
		se	seuil fini





18178\_VAL

Rénovation et transformations intérieures  
d'une maison villageoise  
Vars l'Eglise 27, 1583 Villarepos

maître de l'ouvrage  
Philippe et Catherine Vallat - Molliet  
Ch. du Couchant 23, 1752 Villars-sur-Glâne

plan n°  
53-0112 - COMBLES  
CONFORMES

échelle : 1:50  
format : A3  
dess. : ss  
date : 10.02.2020

journal des modifications  
date : dess. :

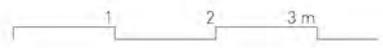


REMARQUES:  
les entrepreneurs sont tenus de vérifier toutes les  
cotes sur place, sous leur responsabilité.  
En cas d'erreur, ils se doivent de le signaler à  
l'architecte.  
les murs sont cotés brut

© contenu de plan soumis aux droits d'auteur

Légende:			
	à démolir	FF	fond fini
	nouveau	FB	fond brut
	existant	BS	bord sup.
	pt. à vérifier	EP	eaux pluviales
	chauffage	EC	eaux usées
	ventilation	cc	contrecœur
	sanitaire	ccb	cc brut
	électricité	ccf	cc fini
	eaux claires	cv	couverte
	drainage	cvb	couverte brute
	eau usée	cvf	couverte finie
		se	seuil fini

atelier d'architectes aei  
espaces & environnement  
Jean Luc Rime + Pascal Perroulaz - architectes HES  
Tél. +41 26 424 7665 - espaces@aei.ch - www.aei.ch  
Route de la Fonderie 7 - CH - 1700 Fribourg





Composition toiture: [sur chevrons existants] U=0.16 W/m²K  
 - couverture petites tuiles plates pose double  
 - lattage  
 - contre-lattage 60mm  
 - lé de sous-couverture Pavatex ADB  
 - isolation en fibres de bois / sous-couverture 60mm  
 - isolation en fibres de bois 2x100mm  
 - frein-vapeur Gyso VS-40  
 - lames rabotées, rainées crêtées, clouées sur charpente existante 18mm

puits de lumière  
 tuiles de verre  
 polycarbonate 100x-275cm U=0.83 W/m²K

Velux manuel  
 GGL FK06 66x118

Composition parois combles (int./ext.)  
 - lames rabotées, rainées crêtées, clouées 18mm  
 - lambourrage bois/ cadre 50mm  
 - frein vapeur Gyso VS-40  
 - panneau en fermacell 15mm (alourdissement phonique)  
 - ossature bois + isolation en fibres de bois 2x100mm  
 - isolation en fibres de bois / sous-couverture 60mm

ferblanterie  
 acier zingué

radiateur

104.42

101.90

101.92

99.50

99.47

crépi isolant -4cm

Fenêtres aménagées  
 (vitres remplacées)  
 U=1.0  
 g= 0.6

crépi isolant -4cm

vide sanitaire  
 non relevé

Plancher bois massif (bernois) 22mm  
 Panneau 3 plus, 27mm  
 Pare-vapeur  
 Lambourrage 60mm + isolation isofloc sur solives  
 Isolation isofloc entre solives existantes -80mm  
 Lames brutes pour support de l'isolation 27mm  
 Lattage contre solivage existant 30x40mm

Carrélage + colle 15mm  
 Panneau fermacell 25mm  
 Panneau 3 plus sapin 27mm  
 Pare-vapeur  
 Lambourrage croisé 2x (50x60) 110mm  
 Isolation isofloc entre lambourdas  
 Etanchéité bitumineuse  
 Radier béton armé 12cm  
 Béton maigre 5cm

lames d'avant-toit bois massif  
 largeurs variables

18178\_VAL

Rénovation et transformations intérieures  
 d'une maison villageoise  
 Vers l'Eglise 27, 1583 Villarepos

maître de l'ouvrage

Philippe et Catherine Vallat - Molliet  
 Ch. du Couchant 23, 1752 Villars-sur-Glâne

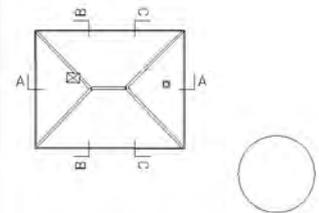
53-0141 - COUPE B-B

CONFORMES

échelle : 1:50  
 format : A3  
 dess. : ss  
 date : 26.09.2020

journal des modifications

date dess.



REMARQUES:  
 les entrepreneurs sont tenus de vérifier toutes les  
 cotes sur place, sous leur responsabilité.  
 En cas d'erreur, ils se doivent de le signaler à  
 l'architecte.  
 les murs sont cotés brut

© contenu de plan soumis aux droits d'auteur

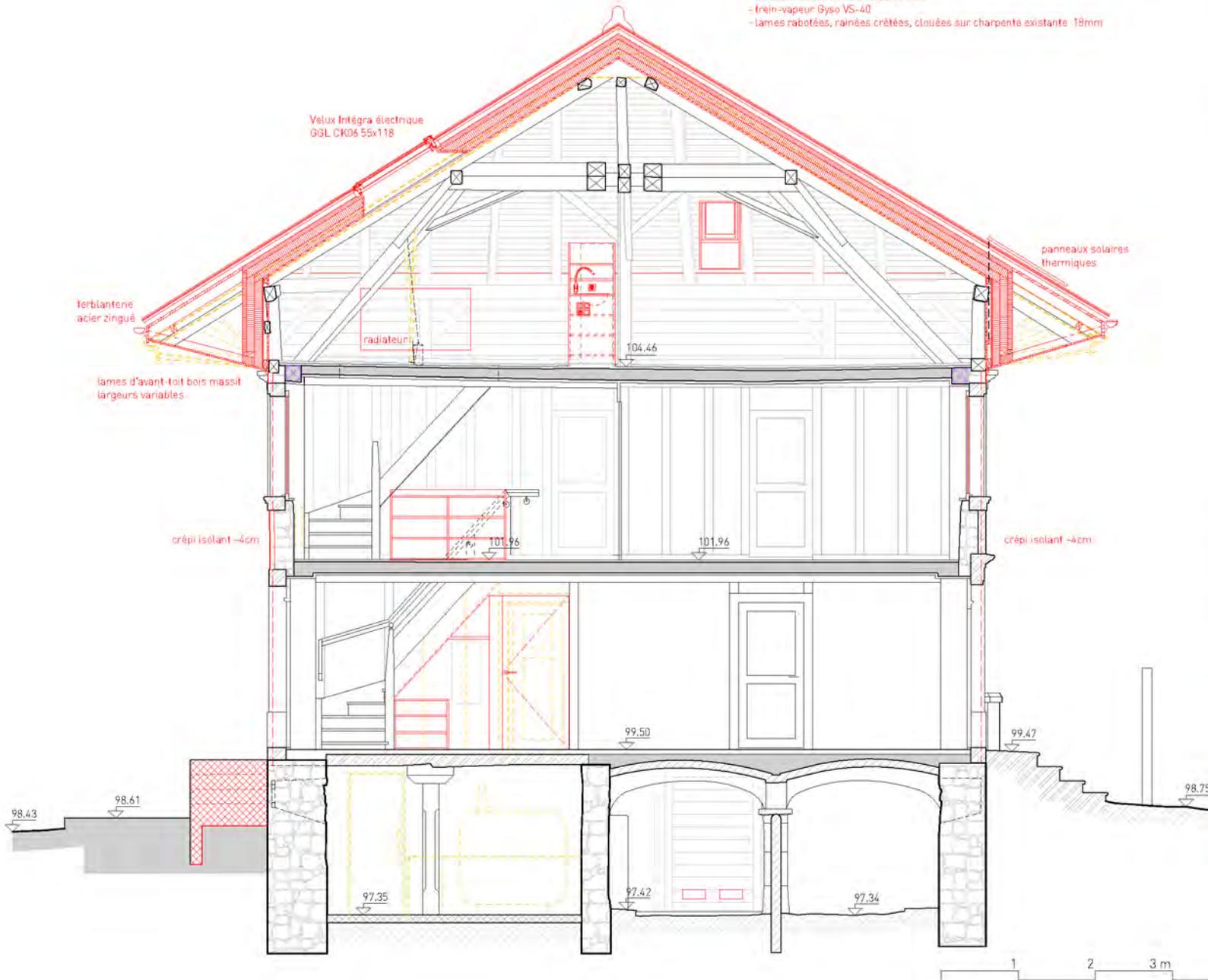
Légende:			
	à démolir	FF	fond fini
	nouveau	FB	fond brut
	existant	BS	bord sup.
	pt. à ventiler	EP	eaux pluviales
	chauffage	EC	eaux usées
	ventilation	cc	contrecœur
	sanitaire	ccb	cc brut
	électricité	ccf	cc fini
	eaux claires	cv	couverte
	drainage	cvb	couverte brute
	eau usée	cvf	couverte finie
		se	seuil fini

Atelier d'architecture  
 espaces & environnement

Jean Luc Rime + Pascal Perroulaz - architectes HES  
 Tél. +41 26 424 7665 - espaces@ae.ch - www.aee.ch  
 Route de la Fonderie 7 - CH - 1700 Fribourg



- Composition toiture: [sur chevrons existants] U=0.16 W/m²K
- couverture petites tuiles plates pose double
  - lattage
  - contre-lattage 60mm
  - lè de sous-couverture Pavatex ADE
  - isolation en fibres de bois / sous-couverture 60mm
  - isolation en fibres de bois 2x100mm
  - frein-vapeur Gyso VS-40
  - lames rabotées, rainées, créteées, clouées sur charpente existante 18mm



18178\_VAL

Rénovation et transformations intérieures  
d'une maison villageoise  
Vers l'Eglise 27, 1583 Villarepos

maître de l'ouvrage

Philippe et Catherine Vallat - Molliet  
Ch. du Couchant 23, 1752 Villars-sur-Glâne

plan n°

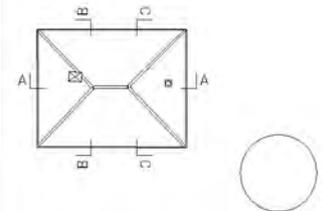
53-0142 - COUPE C-C

CONFORMES

échelle : 1:50  
format : A3  
dess. : ss  
date : 26.02.2020

journal des modifications

date dess.



REMARQUES:  
les entrepreneurs sont tenus de vérifier toutes les  
cotes sur place, sous leur responsabilité.  
En cas d'erreur, ils se doivent de le signaler à  
l'architecte.  
les murs sont cotés brut

© contenu de plan soumis aux droits d'auteur

légende:

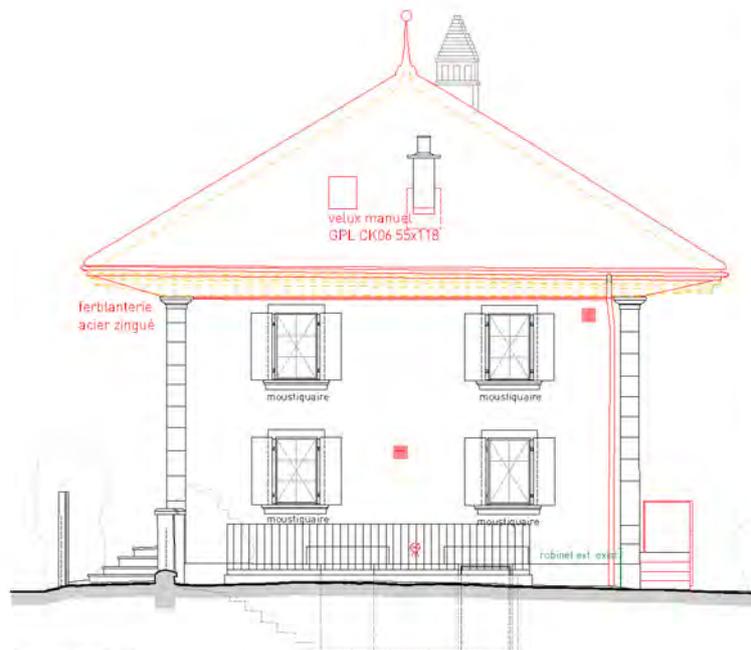
	à démolir	FF	fond fini
	nouveau	FB	fond brut
	existant	BS	bord sup.
	pt. à ventier	EP	eaux pluviales
	chauffage	EC	eaux usées
	ventilation	cc	contrecœur
	sanitaire	ccb	cc brut
	électricité	ccf	cc fini
	eaux claires	cv	couverte
	drainage	cvb	couverte brute
	eau usée	cvf	couverte finie
		se	seuil fini

atelier d'architecture et  
espaces & environnement

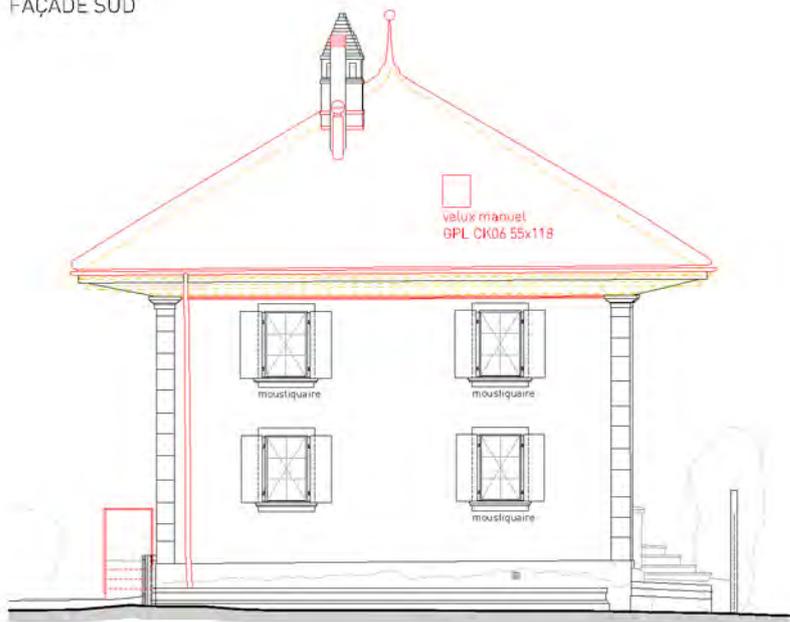
Jean Luc Rime + Pascal Perroulaz - architectes HES  
Tél. +41 26 426 7665 - espaces@ae.ch - www.aee.ch  
Route de la Fonderie 7 - CH - 1700 Fribourg



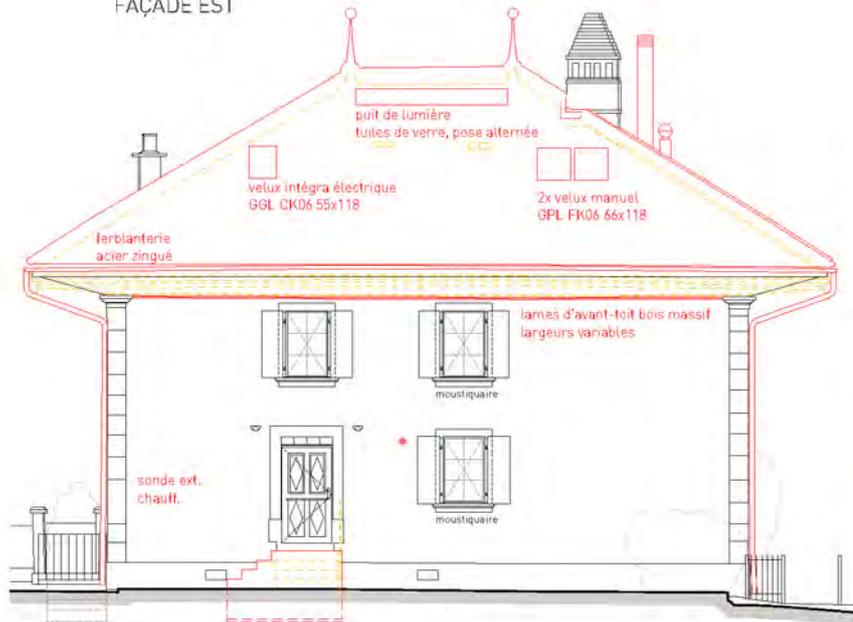
FAÇADE SUD



FAÇADE EST



FAÇADE OUEST



FAÇADE NORD

18178\_VAL

Rénovation et transformations intérieures d'une maison villageoise  
Vers L'Eglise 27, 1583 Villarepos

maître de l'ouvrage  
Philippe et Catherine Vallat - Molliet  
Ch. du Couchant 23, 1752 Villars-sur-Glâne

plan n°  
53-0160 - FAÇADES  
CONFORMES

échelle : 1:100  
format : A3  
dess. : ss  
date : 21.02.2020

journal des modifications  
date : dess. :

REMARQUES:  
les entrepreneurs sont tenus de vérifier toutes les cotes sur place, sous leur responsabilité.  
En cas d'erreur, ils se doivent de le signaler à l'architecte.  
les murs sont cotés brut

© contenu de plan soumis aux droits d'auteur

légende:

	à démolir	FF	fond fini
	nouveau	FB	fond brut
	existant	BS	bord sup.
	pt. à vérifier	EP	eaux pluviales
	chauffage	EC	eaux usées
	ventilation	cc	contrecœur
	sanitaire	ccb	cc brut
	électricité	ccf	cc fini
	eaux claires	cv	couverte
	drainage	cvb	couverte brute
	eau usée	cvf	couverte finie
		se	seuil fini

Atelier d'architectes sàrl  
espaces & environnement

Jean Luc Rime + Pascal Perroulaz - architectes HES  
Tél. +41 26 428 7665 - espaces@aes.ch - www.aes.ch  
Route de la Fonderie 7 - CH - 1700 Fribourg



# RESULTAT EN IMAGES





























# ENERGIE

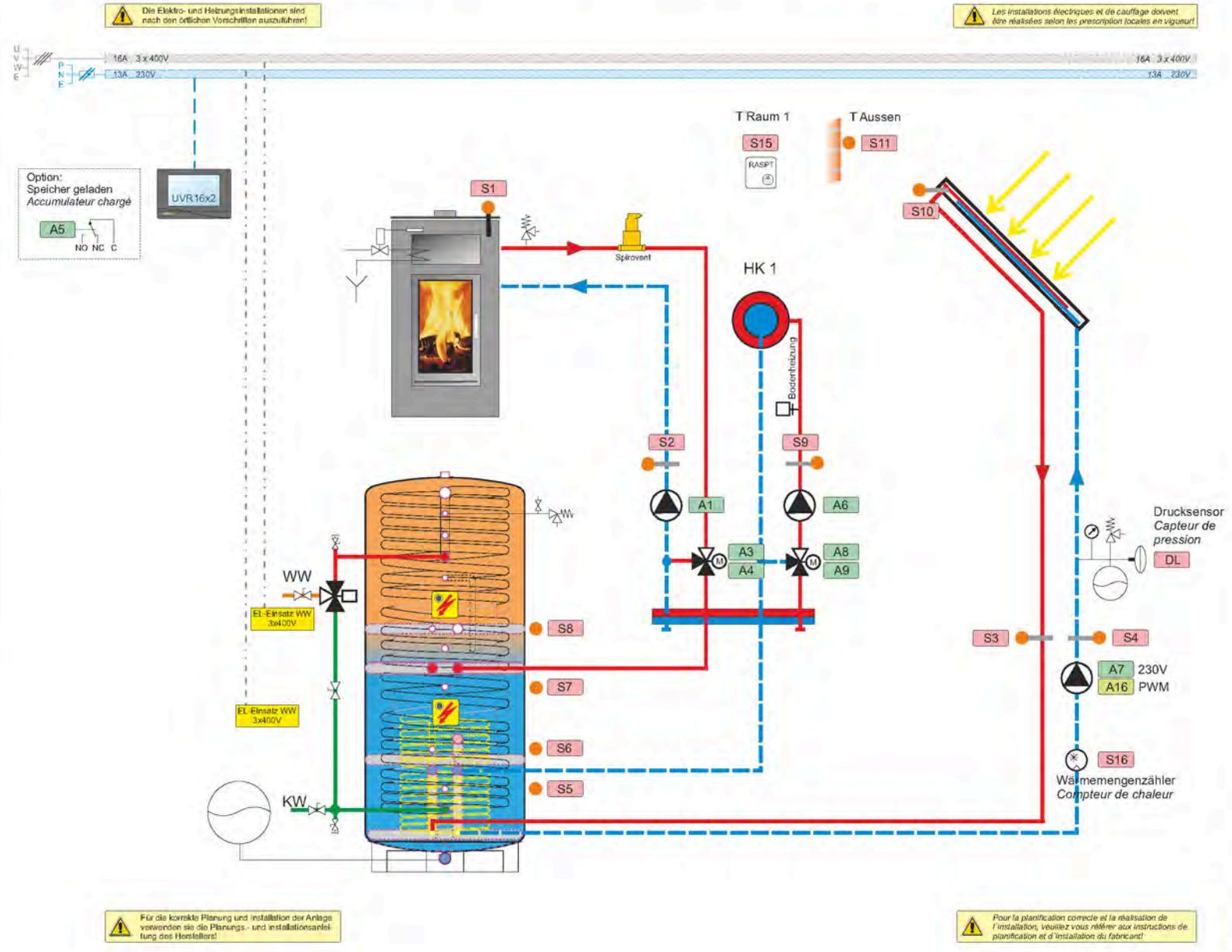
**Klemmenbelegung UVR 16x2**  
**Disposition des bornes UVR 16x2**

Ausgänge / Sorties	230V, 1.5mm <sup>2</sup>
A1	Relais Pompe Holzboiler
A2	Relais Pompe chaudière à bûches
A3	Relais Mischler Holzboiler AUF
A4	Relais Mischler Holzboiler ZU
A5	Mél. générateur de chauffage
A6	Relais Mischler Holzboiler ZU
A7	Relais Mél. générateur de chauffage
A8	Relais Option: Speicher geladen
A9	Relais Option: accumulateur chargé
A10	Relais Option: accumulateur chargé
A11	Relais Option: accumulateur chargé
A12	Relais Option: accumulateur chargé
A13	Relais Option: accumulateur chargé
A14	Relais Option: accumulateur chargé
A15	Relais Option: accumulateur chargé
A16	0-10V PWM
A15/GND	PWM-Signal Solaspumpe
A16/GND	Signal-PWM pompe solaire

Eingänge / Entrées	24V, 2 x 0.5mm <sup>2</sup> PT1000
S1	S1/GND
S2	S2/GND
S3	S3/GND
S4	S4/GND
S5	S5/GND
S6	S6/GND
S7	S7/GND
S8	S8/GND
S9	S9/GND
S10	S10/GND
S11	S11/GND
S12	S12/GND
S13	S13/GND
S14	S14/GND
S15	S15/GND
S16	S16/GND
DL	DL/GND
DL	DL-Bus

**Symbole / Symboles**

	Pumpe
	Vanne motorisée
	Vanne mélangeuse motorisée 3 voies
	Vanne de zone motorisée
	Rücklaufverhinderung thermisch
	Maintien de la température de retour
	Ablaufsicherung thermisch
	Sécurité
	Sécurité
	Expansion
	Vase d'expansion
	Sicherheitsthermostat Bodenheizung
	Th. de sécurité chauffage par le Sol
	Elektro-Heizersatz, Anschluss baueits
	Corps de chauffe électrique, rac. séparé
	Fühler
	Sonde
	Vorlauf
	Départ
	Rücklauf
	Retour
	Zuleitung 230V (Netz L/N/PE)
	Alimentation 230V (Netz L/N/PE)
	Électrique 400V
	Raccordement électrique 400V
	Netzwerkverbindung CAN 2x2x0.5
	Réseau CAN 2x2x0.5



KWSO\_KS\_1\_V1218\_UVR16x2

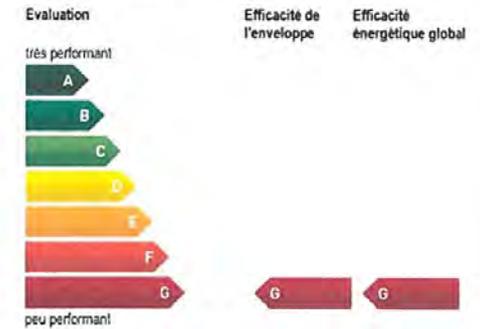
## Situation avant intervention (sans occupation des combles)

### Justification globale SIA 380/1:2009

Exigences d'après	<b>Berne</b>				
Station météorologique	<b>Bern-Liebefeld</b>				
Surface de référence énerg.	$A_E$	<b>236.9</b> m <sup>2</sup>	Facteur d'enveloppe	$A_t / A$	<b>1.56</b>
Facteur d'ombrage de la façade ayant la plus grande surface vitrée				$F_s$	<b>0.59</b>
Longueur totale des ponts thermiques linéaires				$l$	<b>97.3</b> m
Bâtiment avec chauffage par le sol		<b>Non</b>	Temp. de dimensionnement	$\theta_{h,max}$	- °C
Suppl. pour rég. non perform.	$\Delta\theta_{i,g}$	<b>0</b> K	Système	<b>Régul. par pièce</b>	

Besoins de chaleur pour le chauffage	Q <sub>h</sub>	<b>171</b> kWh/m <sup>2</sup>	Valeur-limite Q <sub>h,li</sub>	<b>58</b> kWh/m <sup>2</sup>
Exigence globale		respectée <input type="checkbox"/>		non respectée <input checked="" type="checkbox"/>

#### 5.1 Données énergétiques de l'état initial



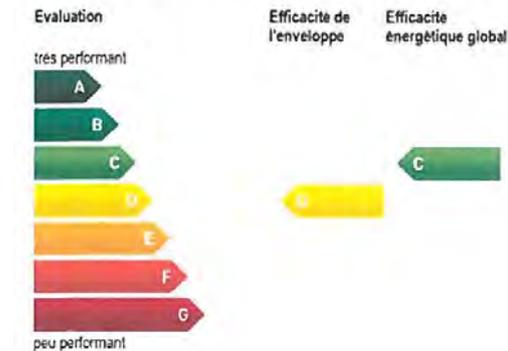
## Situation après intervention (avec occupation des combles)

### Justification globale SIA 380/1:2009

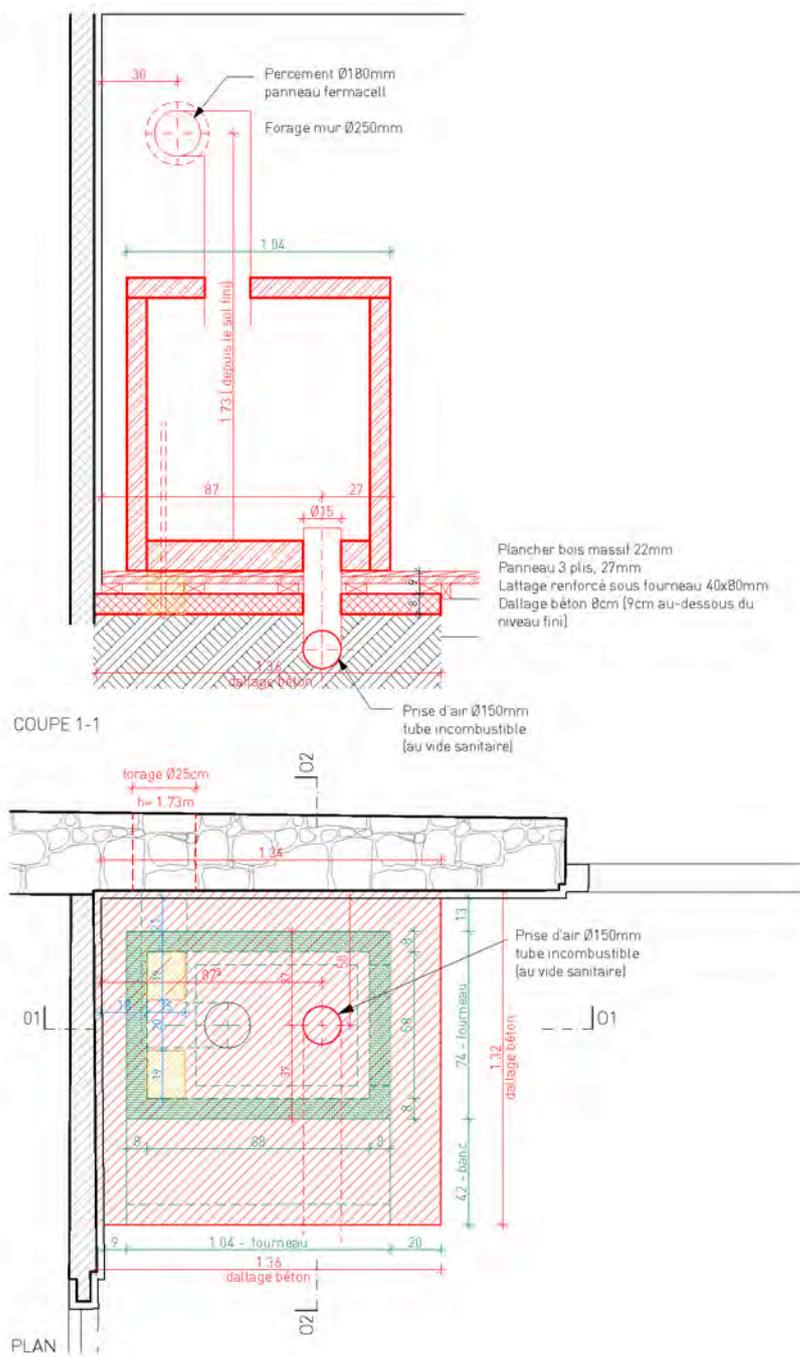
Exigences d'après	<b>Berne</b>				
Station météorologique	<b>Bern-Liebefeld</b>				
Surface de référence énerg.	$A_E$	<b>353.4</b> m <sup>2</sup>	Facteur d'enveloppe	$A_t / A$	<b>1.29</b>
Facteur d'ombrage de la façade ayant la plus grande surface vitrée				$F_s$	<b>0.59</b>
Longueur totale des ponts thermiques linéaires				$l$	<b>97.3</b> m
Bâtiment avec chauffage par le sol		<b>Non</b>	Temp. de dimensionnement	$\theta_{h,max}$	- °C
Suppl. pour rég. non perform.	$\Delta\theta_{i,g}$	<b>0</b> K	Système	<b>Régul. par pièce</b>	

Besoins de chaleur pour le chauffage	Q <sub>h</sub>	<b>61</b> kWh/m <sup>2</sup>	Valeur-limite Q <sub>h,li</sub>	<b>52</b> kWh/m <sup>2</sup>
Exigence globale		respectée <input type="checkbox"/>		non respectée <input checked="" type="checkbox"/>

#### 5.2 Données énergétiques: Variante A



Manque 17% pour atteindre l'objectif «rénovation»



- Carrelage - colle 15mm
- Panneau fermacell 25mm
- Panneau 3 plis sapin 27mm
- Pare-vapeur
- Lambourde croisé 2x (50x60) 110mm
- Isolation isofloc entre lambourdes
- Etanchéité bitumineuse
- Radier béton armé 12cm
- Béton maigre 5cm

contenu de plan soumis aux droits d'auteur ©

échelle 1:20

plan n° 18178\_VAL 51-8006

marcat 18178\_VAL 51-8006

Date	08.10.2019	Mod. a	Mod. c
95		Mod. b	Mod. d

Existant

A construire

A démolir

Rénovation et transformations intérieures d'une maison villageoise  
Philippe et Catherine Vallat - Molliet - Ch. du Couchant 23, 1752 Villars-sur-Glâne

FOURNEAU - installations techniques EXECUTION

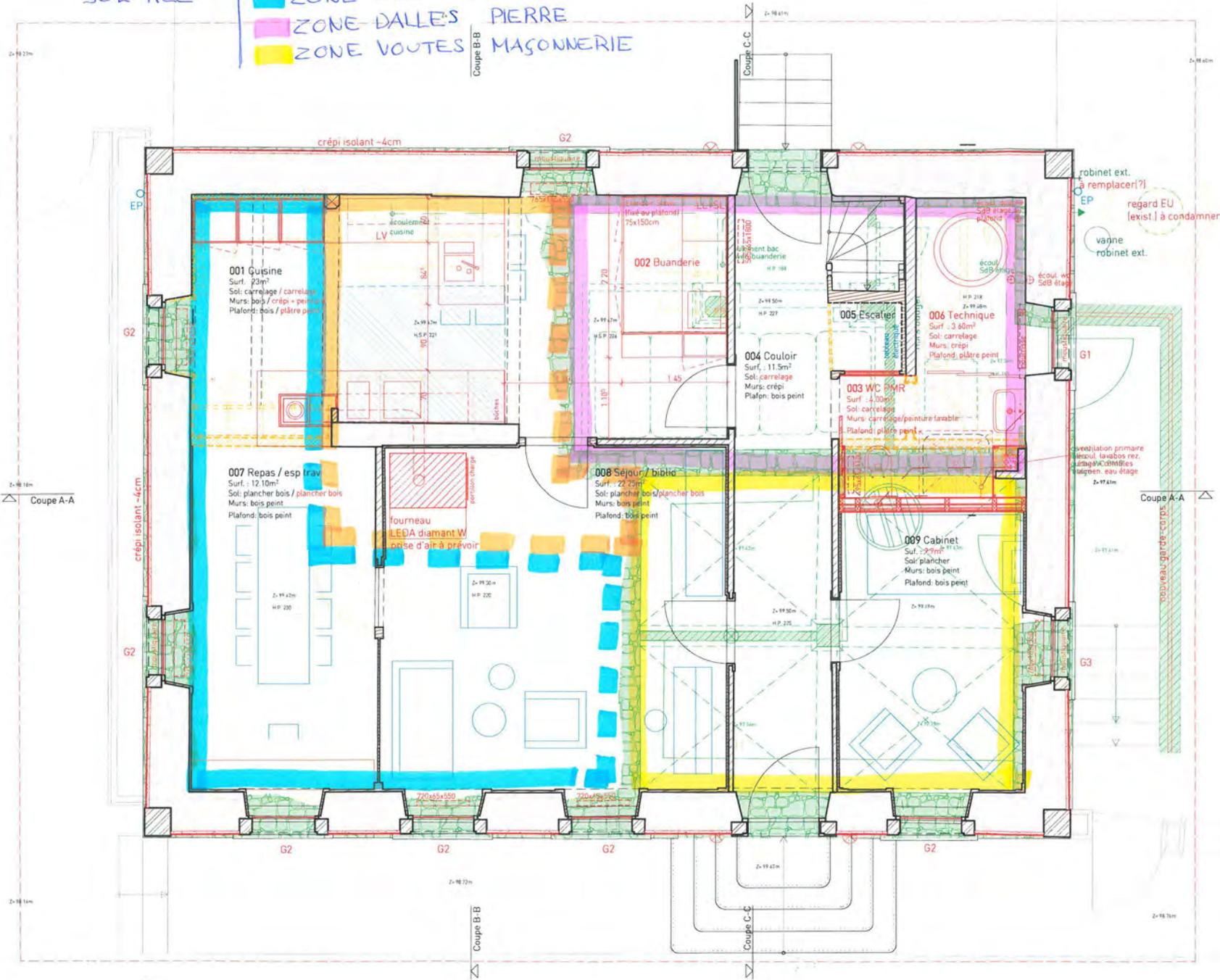
atelier d'architecture s.r.l.  
espaces & environnement

Jean-Luc Rime • Pascal Perroulaz • architectes HES  
Tél. +41 26 424 7665 • espaces@aeec.ch • www.aeec.ch  
Route de la Fondrière 7 • CH - 1700 Fribourg

10, 20 50 100 cm

COMPOSITION  
SOL REZ

- ZONE DALLE BETON (RADIER)
- ZONE VIDE SANITAIRE
- ZONE DALLES PIERRE
- ZONE VOUTES MAÇONNERIE



18178\_VAL  
 SUPERPOSITION REZ - SOUS-SOL (ENVERT)  
 05.09.2019 gm 1:50

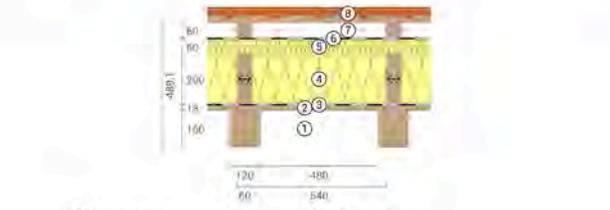
atelier d'architecture sarl  
 espaces & environnement  
 Jean Luc Rime + Pascal Perroulaz • architectes HES  
 Tél: +41 26 424 7665 • espaces@aaee.ch • www.aaee.ch  
 Route de la Fonderie 7 • CH-1700 Fribourg

18178\_VAL\_TOITURE\_Isol. sur chevrons\_VAR\_60+200 Dachkonstruktion erstellt am 26.7.2015

**Wärmeschutz**  $U = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$   
 MuKEn14 Umbau\*  $U=0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$   
 sehr gut

**Feuchteschutz** Kein Tauwasser  
 mangelhaft sehr gut

**Hitzeschutz** Temperaturamplitudendämpfung: 28  
 Phasenverschiebung: 14,7 h  
 Wärmekapazität innen: 30 kJ/m<sup>2</sup>K  
 mangelhaft sehr gut mangelhaft

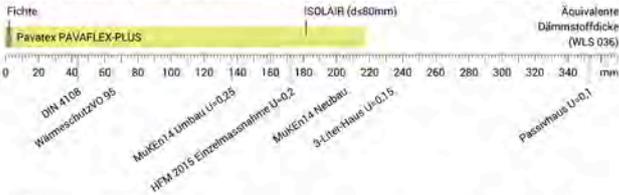


- ① Fichte (150x120)
- ② Fichte (18 mm)
- ③ Ampatex Variano
- ④ Pavatex PAVAFLEX-PLUS (200 mm)
- ⑤ ISOLAIR (50 mm)
- ⑥ PAVATEX LDB 0.02
- ⑦ Hinterlüftung (60 mm)
- ⑧ Biberschwanzziegel inkl. Lattung (75 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,036 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%  
 Außenluft: -5,0°C / 80%  
 Oberflächentemp.: 19,1°C / -4,9°C

sd-Wert: 5,5 m

Dicke: 56,4 cm  
 Gewicht: 126 kg/m<sup>2</sup>  
 Wärmekapazität: 64 kJ/m<sup>2</sup>K

MuKEn14 Umbauen  MuKEn14 Neubau  HFM 2015  EnEV15 Neubau

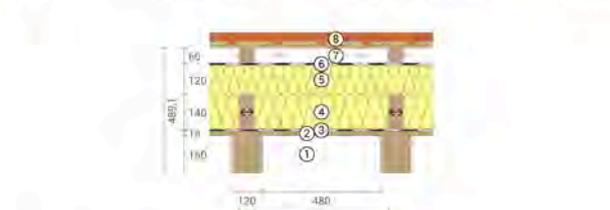
\*Vergleichs-U-Werte mit Grenzwerten gemäß MuKEn14 Art. 17 Abs. 2 für Neubauten Grenzwerten gemäß MuKEn14 Art. 17 Abs. 3 für Umbauten oder Umzonungen Grenzwerten gemäß HFM 2015 Art. 2.1, 90% des U-Werts der Referenzaufbauung aus EnEV 2014 Anlage 1 Tabelle 1 (EnEV15 Neubau).

18178\_VAL\_TOITURE\_Isol. sur chevrons\_VAR\_PAVAFLEX-PLUS Dachkonstruktion erstellt am 26.7.2015

**Wärmeschutz**  $U = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$   
 MuKEn14 Umbau\*  $U=0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$   
 sehr gut

**Feuchteschutz** Kein Tauwasser  
 mangelhaft sehr gut

**Hitzeschutz** Temperaturamplitudendämpfung: 37  
 Phasenverschiebung: 15,3 h  
 Wärmekapazität innen: 33 kJ/m<sup>2</sup>K  
 mangelhaft sehr gut mangelhaft

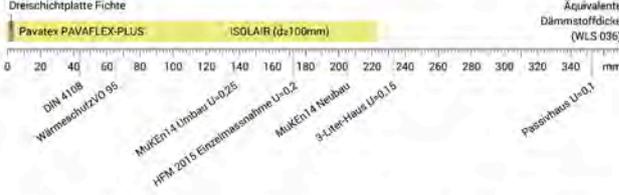


- ① Fichte (150x120)
- ② Dreischichtplatte Fichte (18 mm)
- ③ Ampatex Variano
- ④ Pavatex PAVAFLEX-PLUS (140 mm)
- ⑤ ISOLAIR (120 mm)
- ⑥ PAVATEX LDB 0.02
- ⑦ Hinterlüftung (60 mm)
- ⑧ Biberschwanzziegel inkl. Lattung (75 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,036 W/mK.



Raumluft: 20,0°C / 50%  
 Außenluft: -5,0°C / 80%  
 Oberflächentemp.: 19,1°C / -4,9°C

sd-Wert: 5,7 m

Dicke: 56,4 cm  
 Gewicht: 126 kg/m<sup>2</sup>  
 Wärmekapazität: 69 kJ/m<sup>2</sup>K

MuKEn14 Umbauen  MuKEn14 Neubau  HFM 2015  EnEV15 Neubau

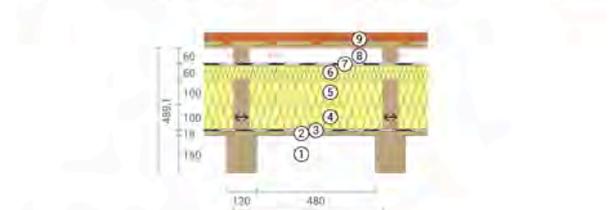
\*Vergleichs-U-Werte mit Grenzwerten gemäß MuKEn14 Art. 17 Abs. 2 für Neubauten Grenzwerten gemäß MuKEn14 Art. 17 Abs. 3 für Umbauten oder Umzonungen Grenzwerten gemäß HFM 2015 Art. 2.1, 90% des U-Werts der Referenzaufbauung aus EnEV 2014 Anlage 1 Tabelle 1 (EnEV15 Neubau).

18178\_VAL\_TOITURE\_Isol. sur chevrons\_VAR\_60+100+100 Dachkonstruktion erstellt am 26.7.2015

**Wärmeschutz**  $U = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$   
 MuKEn14 Umbau\*  $U=0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$   
 sehr gut

**Feuchteschutz** Kein Tauwasser  
 mangelhaft sehr gut

**Hitzeschutz** Temperaturamplitudendämpfung: 28  
 Phasenverschiebung: 14,7 h  
 Wärmekapazität innen: 32 kJ/m<sup>2</sup>K  
 mangelhaft sehr gut mangelhaft



- ① Fichte (150x120)
- ② Fichte (18 mm)
- ③ Ampatex Variano
- ④ Pavatex PAVAFLEX-PLUS (100 mm)
- ⑤ ISOLAIR (60 mm)
- ⑥ PAVATEX LDB 0.02
- ⑦ Hinterlüftung (60 mm)
- ⑧ Biberschwanzziegel inkl. Lattung (75 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

Dämmwirkung einzelner Schichten und Vergleich mit Richtwerten

Für die folgende Abbildung wurden die Wärmedurchgangswiderstände (d.h. die Dämmwirkung) der einzelnen Schichten in Millimeter Dämmstoff umgerechnet. Die Skala bezieht sich auf einen Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit 0,036 W/mK.



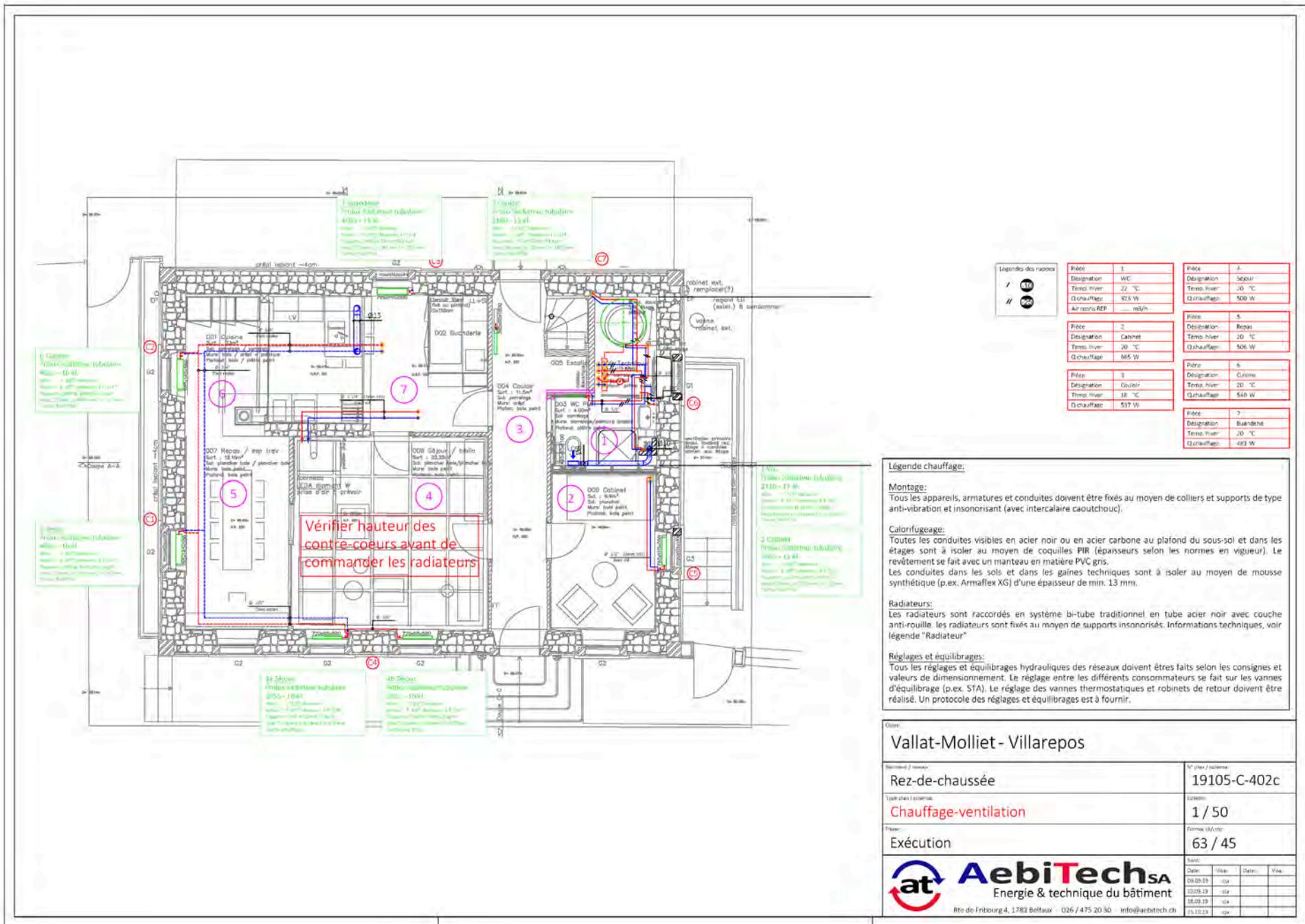
Raumluft: 20,0°C / 50%  
 Außenluft: -5,0°C / 80%  
 Oberflächentemp.: 19,0°C / -4,9°C

sd-Wert: 5,7 m

Dicke: 56,4 cm  
 Gewicht: 126 kg/m<sup>2</sup>  
 Wärmekapazität: 69 kJ/m<sup>2</sup>K

MuKEn14 Umbauen  MuKEn14 Neubau  HFM 2015  EnEV15 Neubau

\*Vergleichs-U-Werte mit Grenzwerten gemäß MuKEn14 Art. 17 Abs. 2 für Neubauten Grenzwerten gemäß MuKEn14 Art. 17 Abs. 3 für Umbauten oder Umzonungen Grenzwerten gemäß HFM 2015 Art. 2.1, 90% des U-Werts der Referenzaufbauung aus EnEV 2014 Anlage 1 Tabelle 1 (EnEV15 Neubau).



<table border="1"> <tr><td>Pièce</td><td>1</td></tr> <tr><td>Désignation</td><td>WC</td></tr> <tr><td>Temp. hiver</td><td>22 °C</td></tr> <tr><td>Chauffage</td><td>925 W</td></tr> <tr><td>Air recirc. RFP</td><td>no/n</td></tr> </table>	Pièce	1	Désignation	WC	Temp. hiver	22 °C	Chauffage	925 W	Air recirc. RFP	no/n	<table border="1"> <tr><td>Pièce</td><td>2</td></tr> <tr><td>Désignation</td><td>Cabinet</td></tr> <tr><td>Temp. hiver</td><td>20 °C</td></tr> <tr><td>Chauffage</td><td>685 W</td></tr> </table>	Pièce	2	Désignation	Cabinet	Temp. hiver	20 °C	Chauffage	685 W	<table border="1"> <tr><td>Pièce</td><td>3</td></tr> <tr><td>Désignation</td><td>Couloir</td></tr> <tr><td>Temp. hiver</td><td>18 °C</td></tr> <tr><td>Chauffage</td><td>537 W</td></tr> </table>	Pièce	3	Désignation	Couloir	Temp. hiver	18 °C	Chauffage	537 W	<table border="1"> <tr><td>Pièce</td><td>4</td></tr> <tr><td>Désignation</td><td>Cuisine</td></tr> <tr><td>Temp. hiver</td><td>20 °C</td></tr> <tr><td>Chauffage</td><td>506 W</td></tr> </table>	Pièce	4	Désignation	Cuisine	Temp. hiver	20 °C	Chauffage	506 W	<table border="1"> <tr><td>Pièce</td><td>5</td></tr> <tr><td>Désignation</td><td>Bébas</td></tr> <tr><td>Temp. hiver</td><td>20 °C</td></tr> <tr><td>Chauffage</td><td>506 W</td></tr> </table>	Pièce	5	Désignation	Bébas	Temp. hiver	20 °C	Chauffage	506 W	<table border="1"> <tr><td>Pièce</td><td>6</td></tr> <tr><td>Désignation</td><td>Closets</td></tr> <tr><td>Temp. hiver</td><td>20 °C</td></tr> <tr><td>Chauffage</td><td>540 W</td></tr> </table>	Pièce	6	Désignation	Closets	Temp. hiver	20 °C	Chauffage	540 W	<table border="1"> <tr><td>Pièce</td><td>7</td></tr> <tr><td>Désignation</td><td>Buandêche</td></tr> <tr><td>Temp. hiver</td><td>20 °C</td></tr> <tr><td>Chauffage</td><td>493 W</td></tr> </table>	Pièce	7	Désignation	Buandêche	Temp. hiver	20 °C	Chauffage	493 W
Pièce	1																																																															
Désignation	WC																																																															
Temp. hiver	22 °C																																																															
Chauffage	925 W																																																															
Air recirc. RFP	no/n																																																															
Pièce	2																																																															
Désignation	Cabinet																																																															
Temp. hiver	20 °C																																																															
Chauffage	685 W																																																															
Pièce	3																																																															
Désignation	Couloir																																																															
Temp. hiver	18 °C																																																															
Chauffage	537 W																																																															
Pièce	4																																																															
Désignation	Cuisine																																																															
Temp. hiver	20 °C																																																															
Chauffage	506 W																																																															
Pièce	5																																																															
Désignation	Bébas																																																															
Temp. hiver	20 °C																																																															
Chauffage	506 W																																																															
Pièce	6																																																															
Désignation	Closets																																																															
Temp. hiver	20 °C																																																															
Chauffage	540 W																																																															
Pièce	7																																																															
Désignation	Buandêche																																																															
Temp. hiver	20 °C																																																															
Chauffage	493 W																																																															

**Légende chauffage:**

**Montage:**  
Tous les appareils, armatures et conduites doivent être fixés au moyen de colliers et supports de type anti-vibration et insonorisant (avec intercalaire caoutchouc).

**Calorifugeage:**  
Toutes les conduites visibles en acier noir ou en acier carbone au plafond du sous-sol et dans les étages sont à isoler au moyen de coquilles PIR (épaisseurs selon les normes en vigueur). Le revêtement se fait avec un manteau en matière PVC gris. Les conduites dans les sols et dans les gaines techniques sont à isoler au moyen de mousse synthétique (p.ex. Armaflex XG) d'une épaisseur de min. 13 mm.

**Radiateurs:**  
Les radiateurs sont raccordés en système bi-tube traditionnel en tube acier noir avec couche anti-rouille. Les radiateurs sont fixés au moyen de supports insonorisés. Informations techniques, voir légende "Radiateur".

**Réglages et équilibrages:**  
Tous les réglages et équilibrages hydrauliques des réseaux doivent être faits selon les consignes et valeurs de dimensionnement. Le réglage entre les différents consommateurs se fait sur les vannes d'équilibrage (p.ex. STA). Le réglage des vannes thermostatiques et robinets de retour doivent être réalisés. Un protocole des réglages et équilibrages est à fournir.

Client	
Vallat-Molliet - Villarepos	
Nom de l'ouvrage	N° plan / système
Rez-de-chaussée	19105-C-402c
Type d'air / système	Échelle
Chauffage-ventilation	1 / 50
Phase	Formes (M/m)
Exécution	63 / 45
Energie & technique du bâtiment Rte de Fribourg 4, 1782 Belfaux   026 / 475 20 50   info@aebitech.ch	



date	dess.
23.09.2019	ss
07.10.2019	ss
21.10.2019	gn

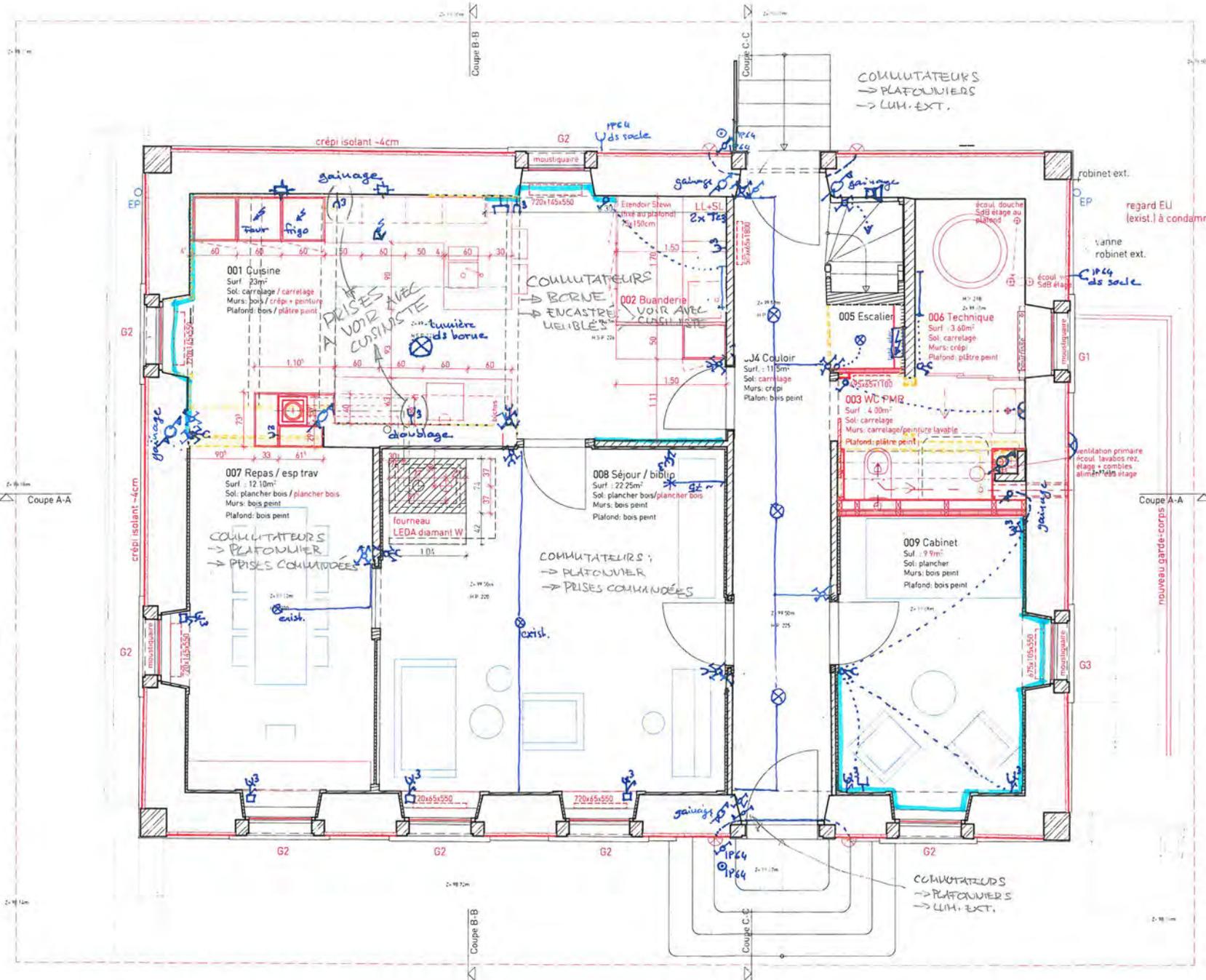
**IMPLANTATION ELECTRIQUE**  
M.M. 2019 gn

**PLINTHES TECHNIQUES**

REMARQUES:  
les entrepreneurs sont tenus de vérifier toutes les cotes sur place, sous leur responsabilité.  
En cas d'erreur, ils se doivent de le signaler à l'architecte.  
les murs sont cotés brut

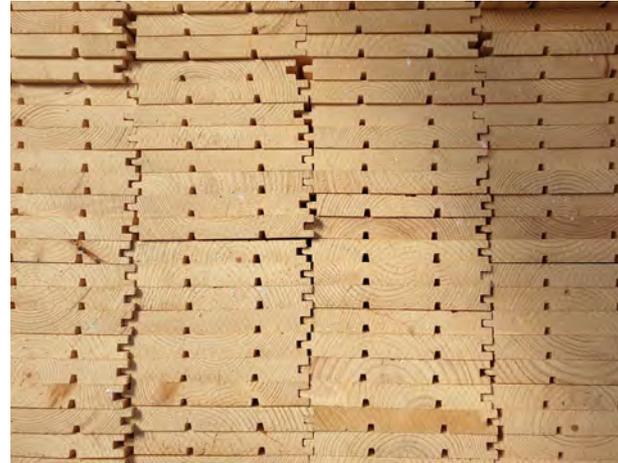
© contenu de plan soumis aux droits d'auteur

symbole	description	symbole	description
[orange]	à démolir	FF	fond fini
[red]	nouveau	FB	fond brut
[grey]	existant	BS	bord sup.
[dotted]	pt. à vérifier	EP	eaux pluviales
[yellow]	chauffage	EC	eaux usées
[hatched]	ventilation	cc	contrecoeur
[diagonal lines]	sanitaire	ccb	cc brut
[dots]	électricité	ccf	cc fini
[blue wavy]	eaux claires	cv	couverte
[green wavy]	drainage	cvb	couverte brute
[red wavy]	eau usée	cvf	couverte finie
[black]		se	seuil fini



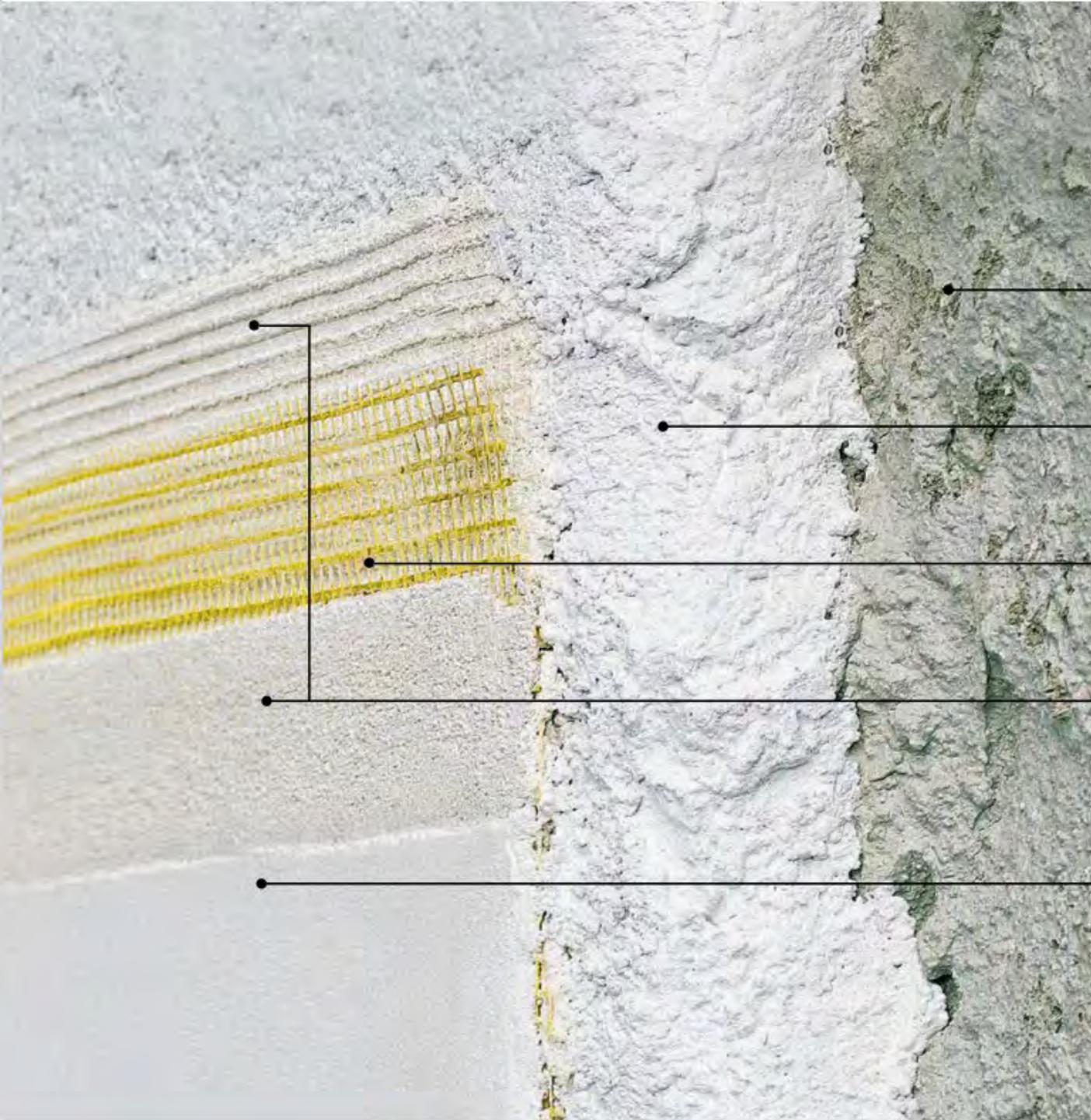
# CHANTIER











**Maçonnerie**

**HAGA Biotherm**

**Treillis en fibres  
de verre HAGA**

**Mortier d'enrobage  
biologique HAGA**

**HAGA Calkosit  
y compris couche  
de fond**

**Revêtement**

**Crépi de  
 finition**

par 1 cm une semaine de temps de séchage

ca. 5 jours

ca. 3 - 4 jours

Temps de séchage minimal



MANUEL  
VELUX GGL INTEGRA 55x118 cm CK06  
+ CADRE ISOLANT  
POSE ABAISSÉE

+ MARQUISITE  
+ STORE INT. OBSCURCISSANT

PLAN N°  
51-2170

18178\_VAL\_EXE  
DETAIL AVANT-TOIT  
1:10 04/01/19 gm

COMPOSITION TOITURE:  
COUVERTURE PETITES TILES RATES 17/33 ROUGE NAT RAPPERSWIL  
LÂTAGE CANNELÉES COUPE RONDE  
CONTRELÂTAGE 60MM  
LÉ SOUS-COUVERTURE PAUATEX ADB  
ISOLATION SOUS-COUVERTURE 60  
PAUATEX ISOLAIR ISORCOF 120MM  
ISOLATION ENTRE LAMBOURDAGE 100+100  
PAUATEX PAUAFLEX PLUS 140MM  
LÉ FREIN-VAPEUR PAUATEX DSB 2  
LAMBRISSEGE R-C LARG. VAR.  
CHEVRONS EXIST. (APPARENTS) 11MM

COMPOSITION PARI:  
ISOLATION SOUS-COUVERTURE 60  
PAUATEX ISOLAIR ISORCOF 120MM  
Panneau ACCOUR. PHON. 15MM  
FERMACELL 100+100  
OSSATURE BOIS + 140MM  
ISOLATION PAUATEX PAUAFLEX PLUS  
LÉ FREIN VAPEUR PAUATEX DSB 2  
LAMBOURDAGE / VIDE TECHNIQUE 80MM/VAR  
LAMBRISSEGE R-C. LARG. VAR. 18MM

COMPOSITION SOL:  
REVETEMENT  
CHAPE SÈCHE FERMACELL  
Panneaux DE SOL 2x 100mm + 10mm FIBRE BOIS  
COUCHE D'ÉGALISATION 30MM  
GRANULES FERMACELL  
PROTECTION ANTI FUGAGE  
PAPIER CRAFT

ADAPTATION  
DERRIÈRE  
STRUCT. EXIST.

RENFORCEMENT  
SELON ING. CIV.

lames R-C  
FAUX CHEVRON + PANNEAU 3 PETS  
SUR LAMBOURDAGE

2-3cm  
FERBL.  
TÔLE ZINGUÉE

[LAMES R-C LARG. VAR.] A CONFIRMER

JOINTS PU MASTIQUE + RUBAN ADHÉSIF !

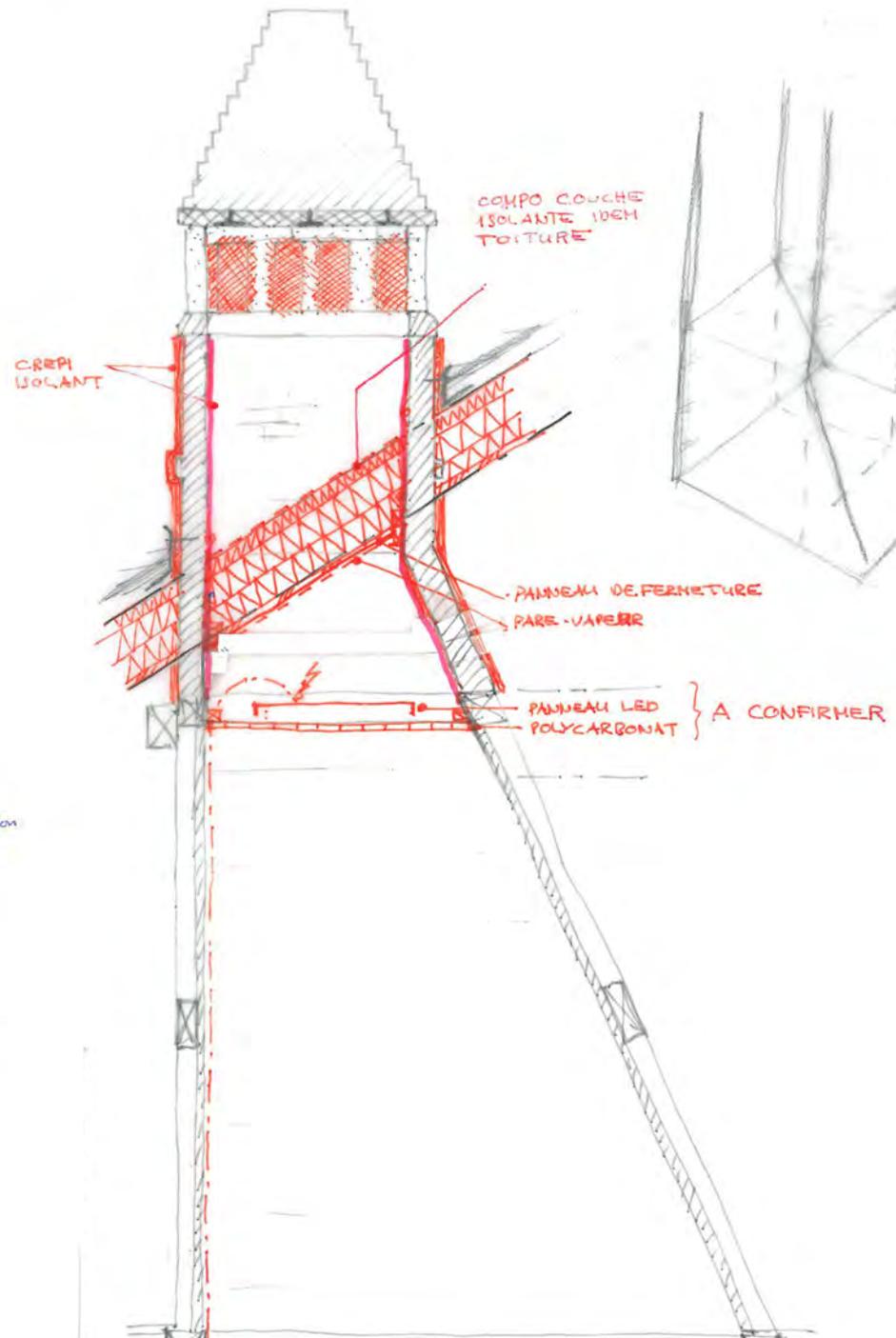
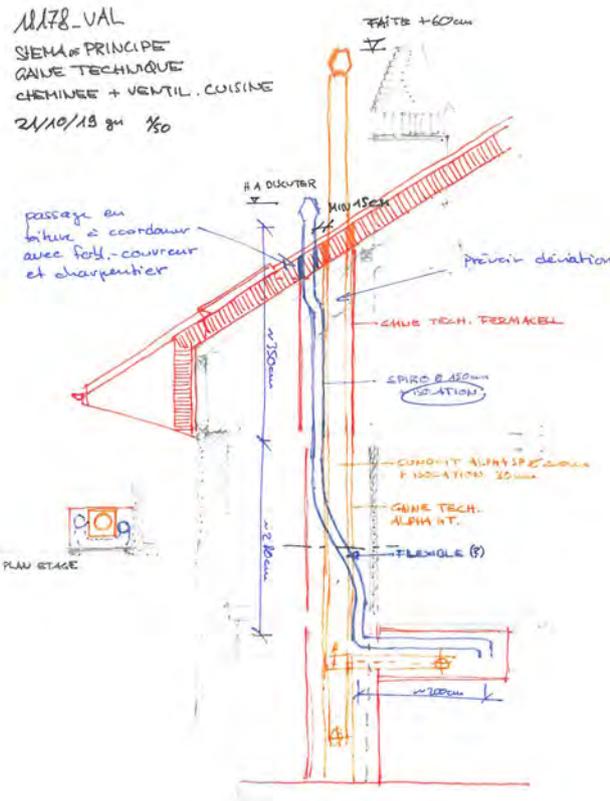
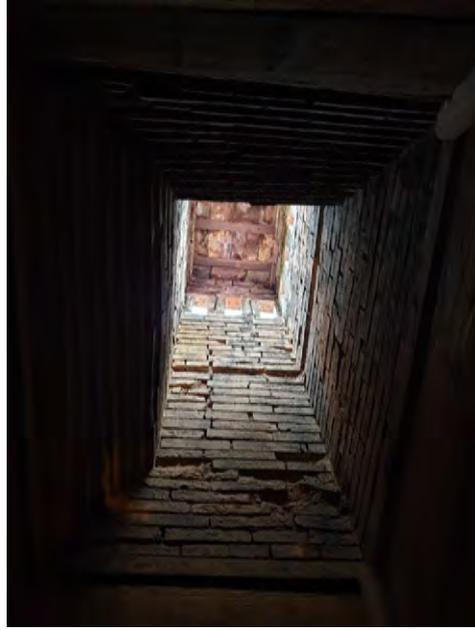
50cm











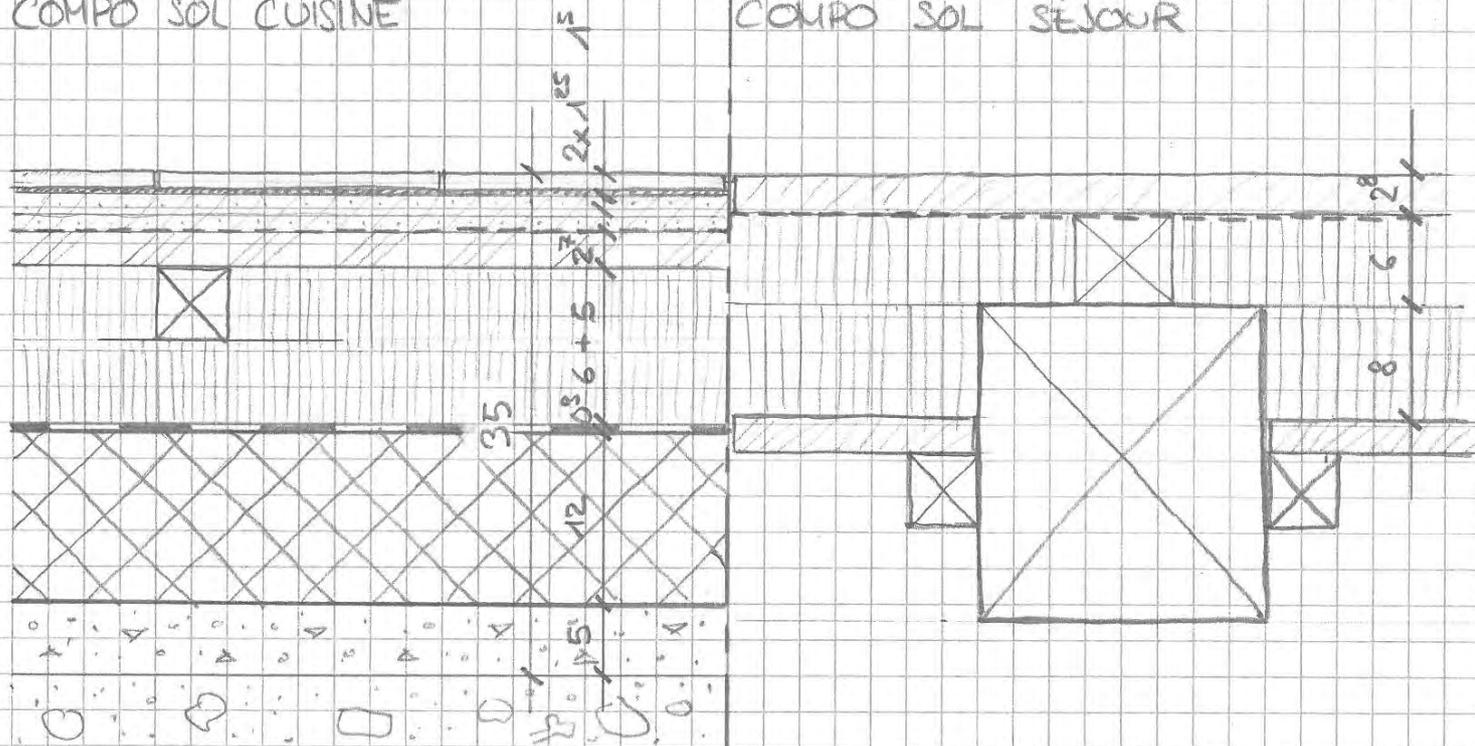




1:5

COMPO SOL CUISINE

COMPO SOL SEJOUR

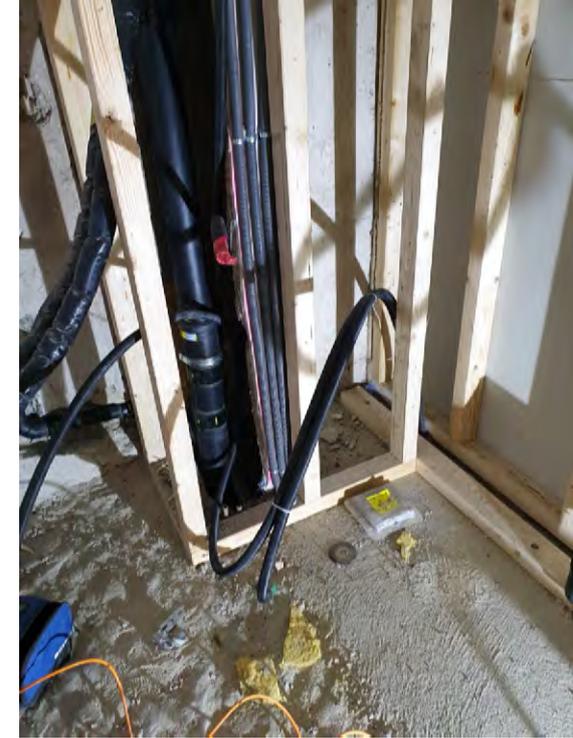


CARRELAGE + COLLE	15MM
FERMACELL 2x125	25MM
PARE-VAPEUR	
3-PLIS SAPIN / LAMES RHC	27MM
LAMBOURDAGE CROISE	50x60MM
+ ISOLATION ISOFLUC	
ETANCHEITE BITUME	3MM
RADIER B.A.	10MM
SEVELLE B.M.	50MM

PLANCHER BERNOIS	28MM
PARE-VAPEUR	
LAMBOURDAGE	60MM
+ ISOLATION ISOFLUC	
ISOLATION ISOFLUC	80MM
LAMES SUPPORT	
LATTAGE CONTRE SOLIVAGE EXISTANT	

ISOLATION = FIBRE DE CELLULOSE FLOQUEE ISOFLUC  
 PARE-VAPEUR = SISALEX 514

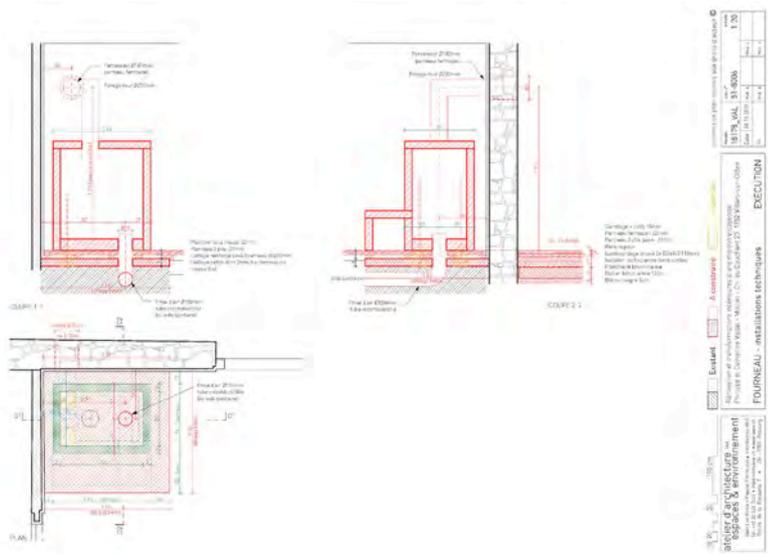
atelier d'architecture sàrl  
**espaces & environnement**  
 Jean Luc Rime + Pascal Yarnoukz - architectes HES  
 Tél: +41 26 424 7605 - espaces@aaee.ch - www.aaee.ch  
 Route de la Fonderie 7 - CH 1700 Fribourg





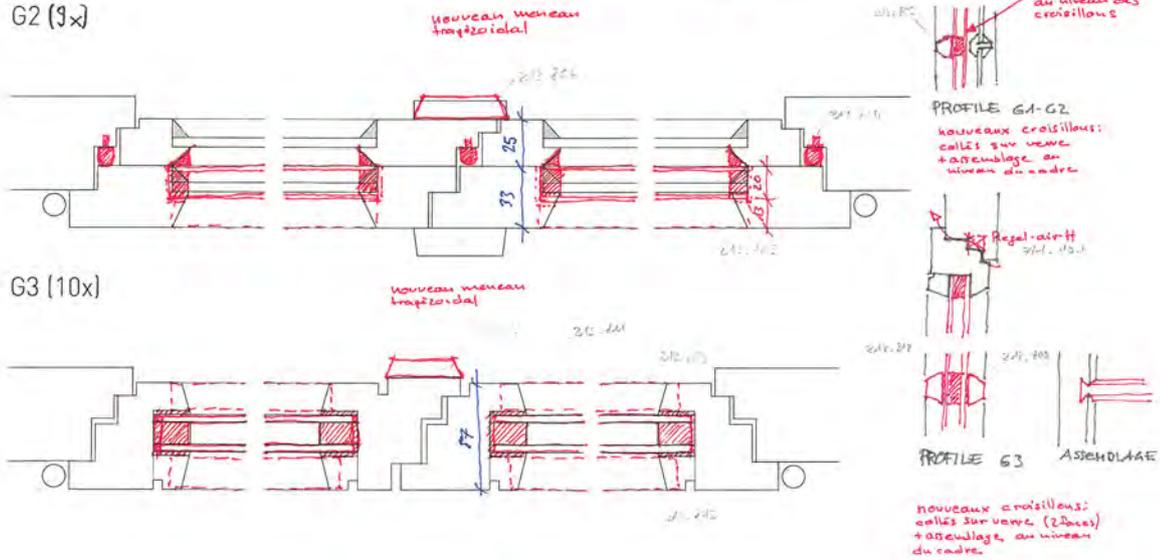








G2 (3x)





11/178\_VAL  
TECH. SOCKEL

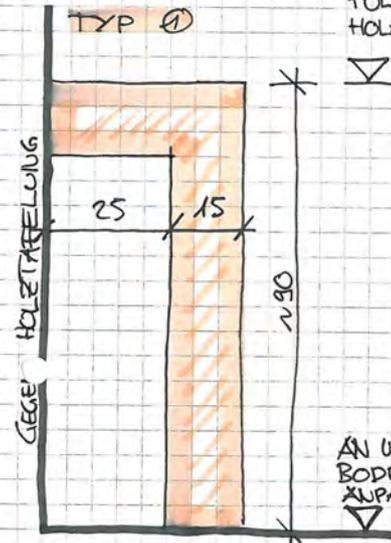
Atelier d'architecture sàrl  
espaces & environnement

Jean Luc Rime - Pascal Perrulaz - architectes HES  
Tél: +41 26 42 70 55 • espaces@aaee.ch • www.aaee.ch  
Route de l'Écluse 7 • CH-1700 Fribourg

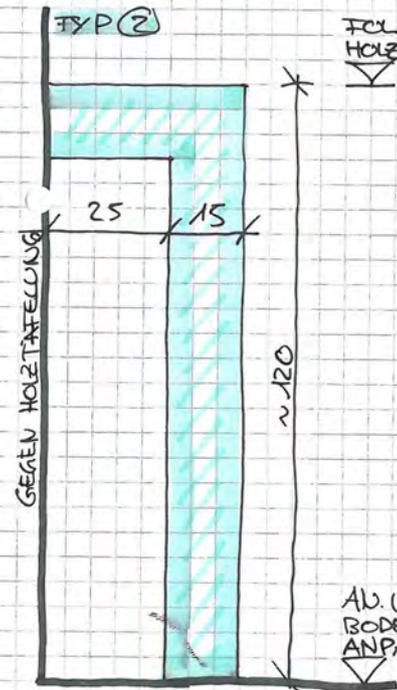
15.11.19 GW

1/1 MM

FOLGT  
HOLZTÄFELUNG



FOLGT  
HOLZTÄFELUNG



FOLGT  
HOLZTÄFELUNG









# PATRIMOINE BATI ET CONSTRUCTION DURABLE

## Maison villageoise classée et résiliente à Villarepos

Cette réalisation est exemplaire par **la volonté des maîtres d'ouvrage de favoriser les circuits courts**, en utilisant les **compétences et ressources locales** (moins de 25km pour l'essentiel), ainsi que des **produits naturels** (laines de bois, bois fribourgeois, molasse de Villarlod, crépi à la chaux et peintures minérales suisses entre autres). 29 entreprises et mandataires ont été impliqués (dont 28 dans un rayon de moins de 25 km).

Un **chauffage central hydraulique** - alimenté par les **bûches de bois** du fourneau en molasse - a été installé. Des capteurs **solaires thermiques** servent à produire l'eau chaude en été et à préchauffer l'eau du chauffage en hiver. Par la pose d'un **crépi isolant** sur les façades, **l'amélioration des anciennes fenêtres** et **l'isolation des sols et de la toiture**, l'efficacité énergétique globale est passée de la classe **G à la classe C**. Et l'efficacité de **l'enveloppe** de la classe **G à la classe D**.

Véritable **modèle de développement durable avec des solutions bas carbone et le recyclage d'une ancienne bâtisse**. Tout cela dans le respect du patrimoine. Avec un grand jardin cultivé en permaculture, un verger et de petits animaux, les habitants sont prêts pour affronter la crise climatique et énergétique qui arrive.

**Le projet architectural a consisté à répondre aux nouveaux usages en les disposant aux endroits les plus appropriés**, dans une atmosphère colorée et chaleureuse.

## Coûts

Coût total des travaux: 995'337.- (sans déduction des subventions)

Subvention patrimoine: 41'621.-

Subvention énergie (augmentation de 3 classes G à D): 35'400.-

Surfaces nettes: 280 m<sup>2</sup>

Surfaces brutes de planchers: 417 m<sup>2</sup>

Volume: 1024 m<sup>3</sup>

Surface parcelle (en zone à bâtir): 1349 m<sup>2</sup>

## Matériaux naturels avec faible impact énergie grise (bilan précis non calculé)

### Toiture et sols

#### Isolations

- en fibres de bois légers/durs (bois CH mais transformé en Allemagne > la chaîne de production suisse a disparue), Lambda 0.036
- en fibres de bois dur, lambda. 0.044 (EU, ex CH)
- des sols en flocons de papier isofloc, lambda 0.038 (CH)
- Sous-couverture ouverte à la diffusion de vapeur (? , existe production CH)

Puits de lumière > polycarbonate (it)

Fenêtres de toiture (EU)

Tuiles plates > Rapperswil (BE)

Ferblanterie en zinc (D)

Récupération des eaux de pluie en tonneaux recyclés (F)

### Façades

#### Fenêtres en bois

Conservation et adaptation des anciennes fenêtres bois (années 1990)

- Remplacement du verre U 2.9 par un verre U 1.0 (fenêtre U 1.3) > (CH-EU)
- Pose de vraies divisions en bois pour en améliorer l'aspect
- Poignées de fenêtres Mega > CH
- Grilles de ventilation Regel > D

Valets aluminium existants, repeints à la brosse pour en améliorer l'aspect

Crépis HAGA BIOTHERM (CH)

Coefficient de conductivité thermique: = env. 0,06 W/mK

Treillis en fibres de verre (?)

## Structures, parois et sols

Réparations charpente: bois local de récupération (CH)

Nouveaux planchers bois: sapin blanc et chêne fribourgeois (CH)

Traitement des sols: huile-cire naturelles (sans solvants)> D

Sols carrelages: (EU)

Peintures naturelles: SAX (CH)

Murs: peintures minérales silicate et peintures à la chaux (CH)

Molasse: peinture silicate (CH)

Boiseries: laque de finition intérieure écologique issue de matières premières renouvelables (à la place de la peinture à l'huile)> (CH)

## Chauffage et techniques

La production de chaleur est assurée par un fourneau à bois dans le séjour (Tiba, production CH) et d'une installation solaire thermique d'environ 5m<sup>2</sup> en toiture (?). Mise en place d'un accumulateur combiné de 1 000 litres (CH). Distribution de chaleur avec un groupe de chauffage par radiateurs. Les radiateurs Arbonia (CH > D) sont équipés de vannes thermostatiques (EU) et robinets d'arrêt.

Ventilation naturelle par ouverture des fenêtres + simple-flux (grilles dans les cadres de fenêtres + ventilateurs (hygrométrie et programmation)). Pas de récupération de chaleur. Ventilateurs Hélios (CH)

Fourneau cuisine (AT)

Appareils sanitaires (EU)

Robinetterie, Similor-Kugler-Arwa (CH)

Panneaux cuisine (CH)

Appareils ménagers (EU) mais possible ZUG (CH)



atelier d'architecture espaces & environnement sàrl à Fribourg  
aeee.ch  
architecte en charge: Susana Santos  
collaborateur: Gabriel Nadler